



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. 2019/2020

Campus Universitario di Savona

## **Balance ability and sport injury risk: una revisione della letteratura**

Candidato:

Dott. FT Marco Terruzzin

Relatore:

Dott. FT OMPT Alessio Sansò

# Sommario

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>MATERIALI E METODI .....</b>	<b>9</b>
STRATEGIA DI RICERCA .....	9
<b>RISULTATI.....</b>	<b>11</b>
ESTRAZIONE E SINTESI.....	11
FLOW CHART .....	12
ANALISI QUALITATIVA STUDI - SCALA NOS .....	21
ANALISI DEI RISULTATI .....	24
POPOLAZIONE .....	24
INTERVENTO .....	24
OUTCOME.....	26
<b>DISCUSSIONE .....</b>	<b>30</b>
LIMITI.....	34
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>35</b>
<b>APPENDICE.....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>39</b>



# ABSTRACT

**TITOLO:** *Balance ability and sport injury risk: una revisione della letteratura*

**BACKGROUND:** L'equilibrio è l'abilità di mantenere a posizione del centro di gravità del corpo verticalmente alla base di supporto dell'individuo; esso si mantiene grazie ai continui feedback dei sistemi visivo, vestibolare e somatosensoriale/propriocezionale, i quali permettono di eseguire movimenti coordinati e fluidi (1); Esso può essere categorizzato come equilibrio statico e dinamico. Il deficit di equilibrio, o controllo posturale, è associato ad infortunio o caduta in varie popolazioni ed è pertanto considerato una componente molto importante nelle comuni attività motorie (2) Il rischio di infortunio in ambito sportivo sta acquisendo molta rilevanza poiché lo sport in generale è considerato prima causa di infortuni nei giovani (3)

**OBIETTIVO:** L'obiettivo del presente elaborato è di ricercare in letteratura il ruolo dell'esercizio neuromuscolare e propriocezionale come elemento di prevenzione rispetto al rischio infortuni o al rischio di recidive in ambito sportivo.

**RISORSE DATI:** il processo si è svolto con riferimento alle linee guida PRISMA statement. Sono state prese a riferimento per la ricerca degli studi le banche dati della Cochrane Library e Medline (Pubmed)

**MATERIALI E METODI:** è stata condotta una ricerca su MEDLINE includendo studi osservazionali in lingua italiana o inglese. Si è seguito lo schema PEO composto da Popolazione: atleti adulti, Esposizione: esercizio di equilibrio e propriocezione, Outcome: Rischio di infortunio. Gli studi sono stati selezionati da un solo revisore ed è stata effettuata una analisi dei Risk Of Bias tramite la scala valutativa per studi osservazionali di coorte NOS (Newcastle-Ottawa Scale).

**RISULTATI:** la stringa di ricerca ha prodotto un totale di 584 risultati, dei quali, dopo i processi di screening per duplicati, lettura del titolo, lettura dell'abstract e del full text, sono stati selezionati 5 studi conformi ai criteri di inclusione e di esclusione.

**CONCLUSIONI:** l'esercizio per equilibrio e per la propriocezione hanno dimostrato portare ad una significativa riduzione dell'incidenza di infortuni in ambito sportivo. Tale risultato conferma i dati in letteratura, sebbene si sottolinei la necessità di ulteriori studi per meglio definire ulteriori specifiche su tempi e somministrazione.

# INTRODUZIONE

L'equilibrio è un termine utilizzato per descrivere il processo dinamico con cui la posizione del corpo è mantenuta stabile; ciò avviene quando il centro di massa corporea (COM) o il centro di gravità (COG) è mantenuto sopra la base di appoggio (BOS)(1).

Esso viene suddiviso in equilibrio statico e dinamico: il primo si riferisce alla capacità di mantenimento di una posizione antigravitaria stabile, come quella a riposo da seduto o in piedi(1), mentre il secondo si riferisce all'equilibrio finalizzato a stabilizzare il corpo quando la base di appoggio (BOS) è in movimento, oppure quando il corpo si muove su una superficie stabile, come nel caso della deambulazione(1).

Entrambe le tipologie di equilibrio citate, richiedono delle informazioni dai subsistemi visivo, vestibolare e propriocettivo, insieme ad una loro continua interazione in modo da produrre delle risposte efferenti motorie con il fine di mantenere il proprio centro di massa corporea (COM) all'interno della base di appoggio (BOS)(4).

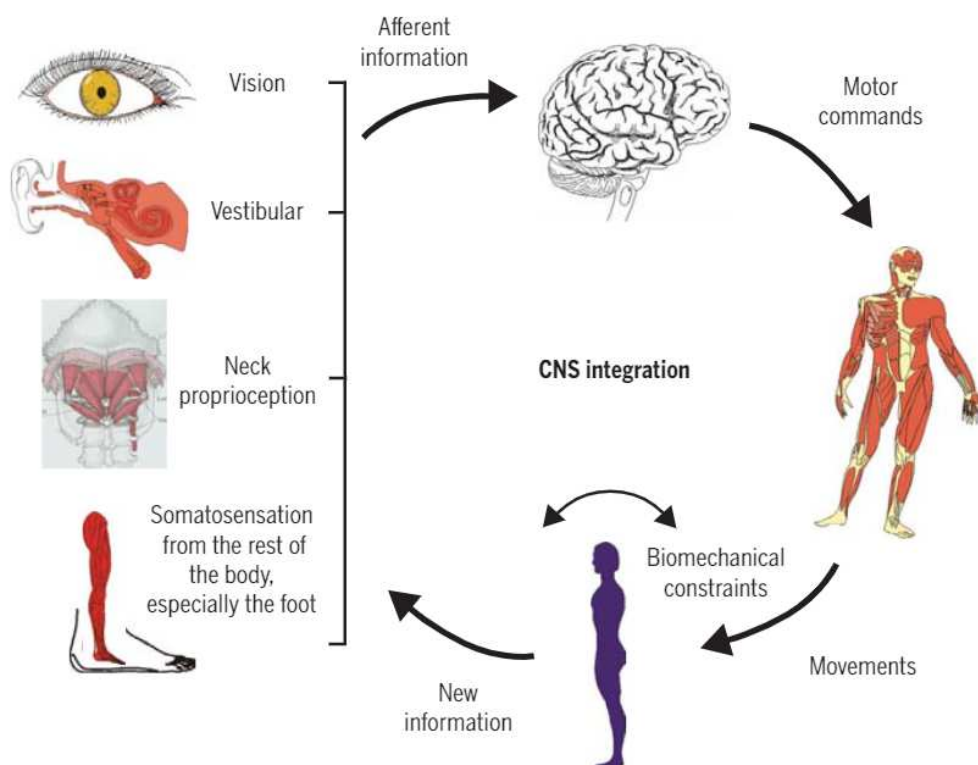


Figura 1 - L'input dal resto del corpo è un'importante fonte di informazioni per il sistema di controllo posturale. I piedi sono fondamentali sotto questo aspetto in quanto aiutano a determinare l'oscillazione del corpo rispetto al suolo. Abbreviazione: CNS, sistema nervoso centrale (33)

Se uno dei 3 subsistemi viene danneggiato, oppure se si hanno degli input afferenti in conflitto a livello del sistema integrato, si avranno presentazioni cliniche delle alterazioni del controllo sensorio-motorio (5).

La valutazione clinica dell'equilibrio può avvenire tramite misurazioni di laboratorio, le quali hanno come gold-standard la registrazione dei movimenti del centro di pressione su una piattaforma specifica ("force platform")(4), oppure tramite test clinici specifici. Tra questi i più utilizzati in letteratura risultano il Single Leg Balance Test (SLBT) riferito all'equilibrio statico, e lo Star Excursion Balance Test (SEBT) riferito all'equilibrio dinamico (6).

Rimanendo nell'ambito clinico, dalla letteratura è emerso come, sia il controllo dell'equilibrio sia la propiocezione di caviglia siano negativamente associati con l'incidenza di infortuni alla caviglia (7); inoltre una recente revisione sistematica ha integrato e riassunto le evidenze suggerendo che la peggiore abilità di equilibrio è un fattore intrinseco associato ad un maggior rischio di infortunio alla caviglia (8). Essendo questa tipologia di infortuni molto frequenti nella popolazione sportiva, si può dunque affermare che gli atleti aventi maggiore difficoltà di equilibrio e propiocezione siano probabilmente quelli più soggetti ad infortunio sportivo.

L'equilibrio statico e dinamico adeguatamente sviluppato sono pertanto considerati degli importanti prerequisiti per la vita quotidiana (es. prevenzione cadute) e sportiva (es. prevenzione infortuni e di performance)(9,10).

Il deficit di equilibrio, o controllo posturale, è associato infatti ad infortunio o caduta in varie popolazioni ed è pertanto considerato una componente molto importante nelle comuni attività motorie (2).

Inoltre, la relazione diretta tra capacità di equilibrio e rischio di infortunio sportivo è già stata stabilita in alcuni casi (11): ad esempio il deficit di equilibrio può portare a distorsioni di caviglia (lateral ankle sprain) (12) e la sua carenza o meno potrebbe spiegare le differenze riscontrate tra gli individui che presentano una caviglia funzionalmente instabile (13,14). In aggiunta è stato dimostrato come l'allenamento dell'equilibrio, incluso in un programma di rinforzo e agilità, ha migliorato le riposte neuromuscolari per la stabilità di ginocchio in atlete donne(15).

Ciò è dovuto al fatto che l'allenamento dell'equilibrio porta a degli adattamenti neurali compito-specifici ad un livello sia spinale che sovraspinale, migliorando la potenza muscolare e le conseguenti performance motorie, come ad esempio il salto verticale (vertical jump)(6).

La rimodulazione delle informazioni sensoriali e la capacità di focalizzazione su di esse sono infatti le 2 principali fonti del controllo motorio: se il sistema nervoso centrale (CNS) migliora la sua capacità di ricezione sensoriale periferica attraverso la pratica sportiva e l'esercizio specifico, è possibile migliorare le performance ed anche prevenire l'incidenza di infortuni(16).

La percentuale di partecipazione ed infortunio per i giovani sportivi risulta tra le più elevate, e lo sport in generale è considerato prima causa di infortuni nei giovani in generale (3): Si stima infatti che il 20% dei ragazzi in età scolastica rimangano assenti da scuola almeno un giorno all'anno a causa di infortuni sportivi, mentre 1 giovane su 3 richiede indagini mediche annualmente(17).

Secondo molti studi, la maggior parte degli infortuni nei giovani deriva da una esposizione sportiva (18), in particolare si è visto come gli infortuni del quadrante inferiore siano presenti nel 60% del carico infortunistico nello sport, di cui il 60% di questi riguardano gli infortuni di caviglia e di ginocchio(19). Pertanto, è stato dimostrato come l'attività sportiva sia la causa prevalente degli infortuni nei giovani, con particolare riferimento agli sport di contatto come basket e calcio (20).

Secondo uno studio americano, è stato stimato che annualmente sette milioni di cittadini richiedono attenzione medica a causa di un infortunio di origine sportiva (25,9 episodi di infortunio ogni 1000 abitanti)(19).

In totale il costo diretto, in un periodo di 7 anni, degli infortuni correlati allo sport si attesta essere 265 milioni di dollari australiani(21), a sottolineare la necessità di interventi di prevenzione degli infortuni basati sull'evidenza per ridurre il rischio di infortuni nei giovani durante il corso della vita(17).

Risulta opportuno ricordare infatti che sono state riscontrate importanti conseguenze a lungo termine derivate da infortuni come rottura del legamento crociato anteriore e distorsioni di caviglia, a tal punto da poter definire queste specifiche lesioni come dei precursori di disabilità, essendo associate a osteoartrosi precoce(16).

Alla luce di questi dati riguardo l'ambito sportivo, questo studio ha lo scopo di approfondire ed indagare la reale capacità preventiva dell'esercizio neuromuscolare e dell'equilibrio nella popolazione sportiva, focalizzandosi sulla diminuzione del rischio di infortunio.

L'analisi prenderà in considerazione vari protocolli di esercizi preventivi incentrati sull'abilità di equilibrio ed includerà diverse discipline sportive secondo ciò che è stato analizzato in letteratura sino ad ora.

L'obiettivo finale del lavoro sarebbe di individuare i protocolli più efficaci nell'ambito della prevenzione sportiva, con l'auspicio di una loro maggior implementazione e, conseguentemente, una diminuzione del numero di infortuni e dei costi sanitari generali.



# MATERIALI E METODI

## STRATEGIA DI RICERCA

È stata condotta una ricerca sul database MEDLINE attraverso il motore di ricerca PubMed [http://www.pubmed.gov] ed il database della COCHRANE library.

La selezione degli articoli è stata conseguita in funzione del quesito clinico formulato a priori: “*Gli esercizi di equilibrio e propriocezione possono diminuire il rischio di infortunio negli atleti?*”.

Inoltre, si è utilizzata la metodologia PEO (*Patient, Exposure, Outcome*), comunemente utilizzata riguardo ai quesiti di carattere prognostico/eziologico:

P: *atleti*

E: *esercizi di equilibrio e propriocezione*

O: *rischio infortunio*

### STRINGA DI RICERCA:

una volta formulato il quesito di ricerca, sono stati individuati i termini chiave (key terms): *athlete, proprioceptive training, exercise, balance, neuromuscular training, injury prevention*.

Allo scopo di formulare una stringa di ricerca quanto più sensibile possibile, sono stati aggiunti, oltre alle parole chiave sopracitate, alcuni sinonimi e dei termini MESH aggiuntivi; Tutte le parole aggiunte sono state associate tra loro tramite l'utilizzo degli operatori booleani “AND” e “OR”.

Viene quindi riportata la stringa ottenuta:

*((((elite) OR (athletes)) OR (athlete[mesh Terms])) AND (((((((("dynamic balance") OR ("static balance")) OR (postural control)) OR (neuromuscular training)) OR (vestibular training)) OR (balance)) OR (proprioceptive)) OR (exercise[mesh Terms])) OR (proprioception[mesh Terms]))*

AND (((((((("injury prevention") OR (lesion)) OR (disease)) OR (prevention)) OR (risk)) OR (injury)) OR ("injury risk"))

Nel caso della stringa utilizzata sul motore di ricerca della COCHRANE library si è aggiunto il termine “*observational study*” per includere in maniera specifica tale tipologia di studio.

Ai risultati ottenuti sono stati aggiunti il filtro LANGUAGE (“english”), mentre non sono stati definiti dei limiti temporali per la data di pubblicazione degli articoli.

#### CRITERI DI INCLUSIONE:

- ✓ Disegno dello studio osservazionale di coorte prospettico
- ✓ Articoli pertinenti al quesito clinico
- ✓ Articoli di cui è reperibile il full-text
- ✓ Articoli che includessero protocolli riabilitativi in ambito di prevenzione infortuni
- ✓ Articoli aventi coorti rappresentative di popolazione sportiva e/o atleti
- ✓ Articoli in cui vi sia una coorte sottoposta a balance training (anche detto training neuromuscolare, o esercizio propriocettivo)
- ✓ Articoli in lingua inglese

#### CRITERI DI ESCLUSIONE:

- ✗ Disegno dello studio non osservazionale di coorte prospettico
- ✗ Articoli non pertinenti al quesito clinico
- ✗ Articoli di cui non fosse reperibile il full-text
- ✗ Articoli le cui coorti di popolazione non fossero sportive
- ✗ Articoli non in lingua inglese

# RISULTATI

## ESTRAZIONE E SINTESI

### PROCESSO DI SELEZIONE :

La stringa inserita nel database MEDLINE ha fornito 584 risultati. Tramite la lettura del titolo sono stati esclusi 562 articoli che non rispettavano i criteri di inclusione. Dopo la lettura degli abstract sono stati esclusi altri 19 articoli, e dopo la lettura del testo completo sono stati confermati per la revisione i 3 rimanenti studi.

La stringa inserita nel database COCHRANE library ha invece fornito 327 risultati. Dopo la lettura dei titoli sono stati esclusi 303 studi. Dopo la lettura dell'abstract sono stati esclusi ulteriori 22 studi ed infine, dopo la lettura del testo completo sono stati confermati per la revisione i 2 rimanenti studi.

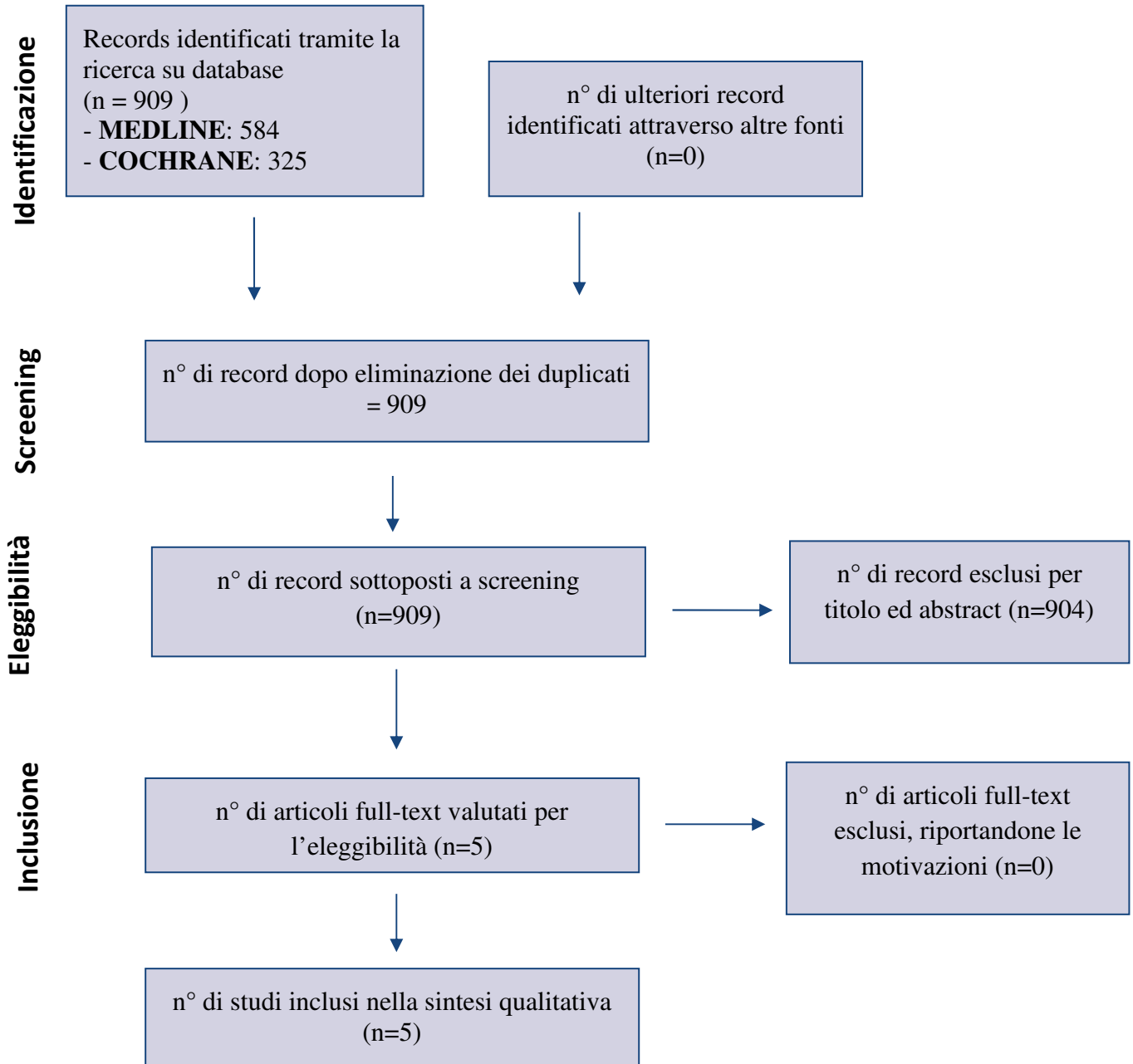
Viene riportata nella pagina seguente la Flow Chart derivata.

In seguito alle fasi di screening sopra descritte, sono stati presi in considerazione per la valutazione 5 studi di coorte prospettici:

- *Rauf Nouni-Garcia et al. (2018)*
- *Brenagh E. Schlingermann et al. (2018)*
- *Dustin R. Grooms et al. (2013)*
- *Adam I. Owen et al. (2013)*
- *A. Caraffa et al. (1996)*

Nella tabella 1 sono state riportate le principali informazioni e caratteristiche degli studi inclusi nella revisione (Autore, Titolo, Tipo di studio, Criteri inclusione, Criteri esclusione, N° totale del campione, Follow-up, Drop out at follow-up, Outcome, Risultati, Analisi dei dati).

# FLOW CHART



<b>Autore</b>	<b>Titolo</b>	<b>Tipo di studio</b>	<b>Criteri di inclusione</b>	<b>Criteri di esclusione</b>	<b>N° campione totale</b>	<b>Follow up</b>	<b>Drop out/ loss at follow-up</b>	<b>Outcome</b>	<b>Risultati</b>
<b>Rauf Nouni-Garcia et al. (2018)</b>	Clinical benefit of the FIFA 11 programme for the prevention of hamstring and lateral ankle ligament injuries among amateur soccer	Studio osservazionale di coorte	Calciatori amatoriali maschi con età compresa tra 18-40 anni, che avessero partecipato al 99% degli allenamenti	Giocatori che avevano partecipato a precedenti programmi di prevenzione infortuni, che hanno lasciato la	86 totali: 43 INTERVENTO Protocollo pre-infortunio "The 11", 2 volte a settimana con supervisione del fisioterapista	2 anni	3 INTERVENTO 3 CONTROLLO 7%	1-incidenza infortuni agli ischiocrurali e lateral ankle ligament ogni 1000 h di esposizione 2-stimare l'efficacia di benefici clinici dall'applica	Gruppo intervento 15 infortuni del legamento antero-laterale di caviglia (12 in allenamento e 3 in gara) equivalenti a un IR di 1.88 infortuni per 1000h esposizione a allenamenti e gare. Gruppo controllo 25 infortuni del legamento antero-laterale di caviglia (18 allenamento e 7 in gara) equivalenti a un IR di 3.14 infortuni per 1000h di esposizione allenamenti e gare. Gruppo intervento, 18 infortuni ischiocrurali (9 in allenamento e 9 in gare) equivalenti a un IR di

	players.			squadra prima della fine della stagione o che avessero subito gravi infortuni prima dello studio.	43 CONTROL LO Programma di esercizio regolare			zione di un programma preventivo in base al tipo di infortunio e al ruolo di gioco	<p>2.26 infortuni ogni 1000h esposizione agli allenamenti e gare.</p> <p>Gruppo controllo 35 infortuni agli ischiocrurali (16 in allenamento e 19 in gare) equivalenti a un IR di 4.34 infortuni ogni 1000 h di esposizione.</p> <p>Il gruppo intervento ha perso un totale di 568 giorni mentre il gruppo controllo ha perso 1143 giorni, rappresentando un aumento del 50,4%.</p> <p>Riguardo al rischio di infortunio, si è notato una diminuzione del 49.67% nei difensori, del 39.2% nei centrocampisti e nessun effetto negli attaccanti.</p>
--	----------	--	--	---	--	--	--	---	---

<b>Brenagh E. Schlinge rmann et al. (2018)</b>	The Effects of the GAA15 on Lower Extremity Injury Incidence and Neuromuscular Functional Outcomes in Collegiate Gaelic Games.	Studio osservazionale di coorte	Giocatori calcio Gaelico con stato di salute idoneo per partecipazione ad allenamenti e gare sportive	Infortunati impediti nella partecipazione agli allenamenti, disordini dell'orecchio interno diagnosticati, recenti interventi chirurgici	226 totali: 154 INTERVENTO Protocollo pre-infortunio GAA15 warm-up, applicato prima di ogni allenamento o gara 72 CONTROLLO Normale protocollo warm-up di durata	1 anno	65 INTERVENTO 30 CONTROLLO 42%	1-Y-balance test pre e post stagione 2- incidenza infortuni durante la stagione ogni 1000 h di esposizione	Y-balance test in direzione anteriore migliore nel gruppo controllo per gamba dx e sx. In direzione posteriore migliore nel gruppo intervento rispetto al controllo solo su gamba sx. Nel punteggio complessivo (composite score) risulta migliore il gruppo intervento rispetto al controllo su gamba dx e sx. L'incidenza di infortunio media nel gruppo intervento è stata 2,62 (95%CI 1.8 a 3.4) infortuni ogni 1000h di partecipazione (1.24 per 1000h allenamento, 14.41 per 1000h di gara) Mentre la media nel gruppo di controllo è stata 7.62 (4.8 a 10.4) per 1000h di partecipazione (6.39 per 1000h allenamento,
--	--	---------------------------------	---	--	--	--------	--------------------------------	--	--

					<p>comparabile prima di ogni allenamento o gara</p>			<p>12.42 per 1000h di gara).</p> <p>In media c'è stata una diminuzione del 66% dell'incidenza di infortunio del gruppo intervento rispetto al gruppo di controllo.</p> <p>Gli infortuni più ricorrenti nel gruppo intervento sono stati quelli di caviglia e degli ischiocrurali. Mentre nel gruppo di controllo l'infortunio agli ischiocrurali è raddoppiato di incidenza (1.05 versus 0.62) insieme agli infortuni al ginocchio che è diminuito di 3 volte (0.79 versus 0.25).</p> <p>Infine, anche gli infortuni da non-contatto sono diminuiti nel gruppo intervento rispetto al gruppo controllo (2.89 versus 1.12).</p>
--	--	--	--	--	---	--	--	--



<b>Dustin R. Grooms et al. (2013)</b>	Soccer-Specific Warm-Up and Lower Extremity Injury Rates in Collegiate Male Soccer Players	Studio osservazionale di coorte	Calciatori maschi collegiali	41 totali: 34 INTERVENTO Protocollo F-MARC 11+, applicato prima di ogni allenamento o gara 30 CONTROLLO (23 ricorrenti) Protocollo standardizzato di warm-up, applicato	1 anno	2 INTERVENTO 4,8%	incidenza infortuniarto inferiore ogni 1000 h di esposizione	Il gruppo intervento ha dimostrato un'incidenza di infortunio dell'arto inferiore del 2.2 per 1000h di esposizione, rispetto al 8,1 per 1000h del gruppo di controllo. Il gruppo di controllo ha perso 291 giorni per infortunio mentre il gruppo di intervento ha perso 52 giorni. L'Effect size del programma del gruppo di intervento è stato di 0.733, indicante un effetto da medio a grande. Il rischio relativo per l'incidenza di infortunio di 0.28 è significativo con un intervallo di confidenza che non incrocia 1 (0.09-0.85) indicando che il gruppo intervento ha avuto una riduzione del 72% del rischio infortunio dell'arto inferiore.
---------------------------------------	--	---------------------------------	------------------------------	---	--------	-------------------	--	---

					prima di ogni allenamento o gara				
<b>Adam I. Owen et al. (2013)</b>	Effect of an injury prevention program on Muscle injuries in elite professional soccer	Studio osservazionale di coorte	Calciatori professionisti con possibilità di partecipare ad entrambe le stagioni	Concomitanti infortuni che impedivano la partecipazione sportiva	26 totali: 26 INTERVENTO Protocollo preventivo multicomponente (equilibrio, forza, core stability, mobilità), applicato 2 volte a settimana e prima di ogni	1 anno		Numero di infortuni totali nelle 2 stagioni in comparazione	I risultati hanno evidenziato che il gruppo intervento ha avuto 88 infortuni in totale mentre il gruppo controllo ne ha avuto 72. Tuttavia, non è stata raggiunta la significatività statistica (p=0.21).  Lo studio ha inoltre rivelato che il numero di infortuni sostenuti durante le gare competitive era più alto nel gruppo controllo rispetto al gruppo intervento (p=0.001), ma sono stati osservati meno infortuni durante gli allenamenti nel gruppo intervento (25 vs 26).  In entrambe le stagioni strappi/lesioni muscolari sono

					allenamento o gara sportiva  23 CONTROL LO (23 ricorrenti) Protocollo preallename nto non strutturato nella fase prestagional e (9 sessioni)				state l'incidento più frequente; tuttavia, vi è stato un incremento maggiore nel gruppo controllo, mentre nel gruppo intervento vi è stata una riduzione degli incidenti lesivi muscolari del 25% degli incidenti totali rispetto al gruppo controllo dove sono stati il 52% del totale.
<b>A.Carafa et al. (1996)</b>	Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer	Studio osserv azion le di coorte	Calciatori amatoriali e semiprof essionisti	Giocatori con preceden ti incidenti o instabilit	600 giocatori in 40 squadre totali:  20 INTERVEN	3 anni		Numero di incidenti per legamento crociato anteriore (LCA) nelle	Durante la stagione sportiva, sono state eseguite un totale di 10 artroscopie per verificare una effettiva lesione del legamento crociato anteriore (ACL) avvenute nel gruppo intervento e nel gruppo controllo.

				<p>à al TO ginocchi Protocollo di o. allenamento proprioce tivo ogni giorno di almeno 20 minuti durante la sessione prestagional e, ripetuta 3 volte a settimana durante la stagione sportiva</p> <p>20 squadre CONTROL LO</p>			<p>2 stagioni in comparazio ne</p>	<p>Dividendo i numeri in infortuni per stagione il gruppo intervento ha avuto un'incidenza dello 0.15 per squadra in una stagione mentre il gruppo controllo ha avuto un'incidenza del 1.15 per squadra in una stagione. Questo risultato è significativo con un valore chi-quadrato di 43.38 (P&lt;0.0001).</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabella 1 – Sintesi dei Risultati

## ANALISI QUALITATIVA STUDI - SCALA NOS

Uno degli aspetti fondamentali riguardo alle revisioni sistematiche è la valutazione del Risk Of Bias degli studi inclusi (22).

A tal riguardo, per la valutazione della qualità degli studi si è utilizzato uno degli strumenti più indicati e più frequentemente utilizzati nell'ambito degli studi osservazionali di coorte: la Newcastle-Ottawa Scale (NOS), la quale è anche lo strumento di valutazione per gli studi osservazionali raccomandato dalla Cochrane Collaboration (22).

È tuttavia importante sottolineare che una revisione sistematica ha individuato alcuni limiti su questo tool valutativo, in particolare riguardo all'ampio margine di soggettività che potrebbe influenzare la sua affidabilità inter-esaminatore (22).

La scala NOS è composta da 8 domande in totale, suddivise per 3 sezioni: *Selection* (4 items), *Comparability* (1 item) e *Outcome* (3 items).

La valutazione avviene tramite un sistema di assegnazione di stelle per consentire una valutazione visiva semi-quantitativa della qualità dello studio; il numero massimo di stelle assegnabili è 9 in totale (l'item in *comparability* può valere fino a 2 stelle).

Ai fini dell'analisi qualitativa all'interno della revisione, è stato considerato uno studio avente un punteggio maggiore o uguale a 7 stelle come studio di alta qualità; tale criterio è stato introdotto arbitrariamente, non essendoci uno standard universalmente riconosciuto per questa scala (23)

La scala viene riportata in appendice.

## RISULTATI VALUTAZIONE QUALITATIVA SCALA NOS

L'analisi qualitativa tramite la scala NOS ha riportato una media di punteggio relativamente omogenea nei vari studi.

Nell'ambito "**Selection**", la rappresentatività della coorte oggetto dello studio è stata indicata e ben definita in tutti gli articoli inclusi (popolazione sportiva esposta ad intervento), come anche la selezione della coorte di controllo (popolazione sportiva esposta a controllo); al contrario l'accertamento all'esposizione al protocollo intervento o controllo è stato definito solamente in uno studio (*Dustin R. Grooms et al. (2013)*). Infine, in tutti gli studi l'outcome di interesse non poteva essere presente all'inizio dello studio poiché la presenza di un infortunio era già considerato parte dei criteri di esclusione iniziali.

Nell'ambito "**Comparability**", solamente due studi (*Rauf Nouni-Garcia et al. (2018)* e *Adam I. Owen et al. (2013)*) hanno incluso l'analisi dei fattori confondenti riguardo l'età e altri fattori aggiuntivi.

Infine, nell'ambito "**Outcome**" tutti gli studi hanno valutato gli outcome di interesse della revisione (incidenza di infortunio) ed esposto la coorte ad un tempo di follow-up accettabile (standard fissato ad un minimo di 1 anno); riguardo l'adeguatezza del follow-up si è considerato la percentuale di perdite al follow-up (drop out/loss at follow-up) considerando un valore massimo accettabile del 10%, oppure il fatto che non venisse riportato il dato (*A. Caraffa et al. (1996)*).

Vengono riportati di seguito i risultati con punteggio totale dell'analisi per studio e la tabella riassuntiva nei vari ambiti valutati (tabella 2):

STUDIO	RISULTATO NOS
<i>Rauf Nouni-Garcia et al. (2018)</i>	<b>8/9</b>
<i>Brenagh E. Schlingermann et al. (2018)</i>	<b>5/9</b>
<i>Dustin R. Grooms et al. (2013)</i>	<b>6/9</b>
<i>Adam I. Owen et al. (2013)</i>	<b>6/9</b>
<i>A. Caraffa et al. (1996)</i>	<b>5/9</b>

	SELECTION				COMPARABILITY		OUTCOME		
	Rappresentatività coorte	Selezione coorte non esposta	Accertamento esposizione	Outcome non presente all'inizio dello studio	Fattore confondente età	Fattori confondenti aggiuntivi	Valutazione outcome	Sufficiente lunghezza follow-up	Adeguatezza follow-up
<i>Rauf Nouni-Garcia et al. (2018)</i>	★	★		★	★	★	★	★	★
<i>Brenagh E. Schlingermann et al. (2018)</i>	★	★		★			★	★	
<i>Dustin R. Grooms et al. (2013)</i>	★	★	★				★	★	★
<i>Adam I. Owen et al. (2013)</i>	★			★	★	★	★	★	
<i>A. Caraffa et al. (1996)</i>	★	★		★			★	★	

Tabella 2 – Sintesi analisi qualitativa

# ANALISI DEI RISULTATI

## POPOLAZIONE

Tutti gli studi presi in considerazione hanno arruolato una popolazione sportiva di giocatori dell'ambito calcistico o di calcio gaelico che avessero partecipato alla quasi totalità degli allenamenti e appuntamenti sportivi, non avessero partecipato ad altri interventi riabilitativi pre e post-infortunio e che non avessero lasciato la squadra durante la stagione.

## INTERVENTO

In tutti gli studi analizzati, il gruppo intervento veniva sottoposto ad un protocollo specifico di una durata variabile, che poteva coinvolgere i giocatori per tutta la durata della stagione con cadenza di 2 sessioni a settimana (24–26) oppure per un lasso di tempo fisso di 12 settimane con uguale cadenza (27), o infine per 30 giorni con cadenza giornaliera (28).

La sessione allenante dei vari studi aveva una durata che variava dagli 11 ai 20 minuti. In tutti gli studi la sessione è stata seguita da un fisioterapista oppure da un preparatore atletico della squadra.

Vengono di seguito riportati nel dettaglio i protocolli dei gruppi intervento negli studi in analisi:

- **Rauf Nouni-Garcia et al. (2018)**

È stato utilizzato il protocollo “The 11”, sviluppato dalla FIFA (Fédération Internationale de Football Association) tramite F-MARC (Medical Assessment and Research Centre). Il programma prevede 10 esercizi tra cui la Core Stabilisation, esercizi pliometrici (salto), esercizi di agilità e controllo neuromuscolare (24).

- **Brenagh E. Schlingermann et al. (2018)**

È stato utilizzato il protocollo “GAA15”, sviluppato appositamente per lo studio. Il programma consisteva in esercizi dinamici con l'obiettivo di evitare posizioni associate ad alto rischio di



infortunio, aumentare la flessibilità, aumentare forza e resistenza, ottimizzare esercizi pliometrici ed infine includere movimenti sport-specifici (26).

- **Dustin R. Grooms et al. (2013)**

Anche in questo studio è stato utilizzato il protocollo “The 11” derivato dalla F-MARC. In questo caso il programma consta di 20 minuti di esercizi suddivisi in 3 sottogruppi.

Il primo sottogruppo riguarda 6 esercizi di corsa con allungamenti dinamici insieme ad un partner. Il secondo è composto da 6 esercizi riguardo la forza, l’equilibrio e il controllo dell’atterraggio dal salto. Infine, il terzo è focalizzato sulla corsa a scatti e manovre di taglio. Il tutto è stato supervisionato dalla squadra di allenatori, per assicurare la maggior aderenza possibile al programma (27)

- **Adam I. Owen et al. (2013)**

Il protocollo di intervento è stato suddiviso in 4 differenti domini:

Nel primo sono stati inseriti 3 esercizi di equilibrio, in progressione a partire dal contatto diretto sul terreno, all’appoggio su superficie morbida ed infine all’appoggio su trampolino, effettuando dei movimenti dinamici specifici.

Il secondo dominio si è concentrato sulla forza funzionale tramite esercizi come Nordic hamstrings, side plank clam, split squat, single leg deadlift, sidestepping e Bird-dog.

Il terzo dominio si è focalizzato su esercizi per la Core Stability, come plank, side plank, the bridge e rotazioni del tronco da supino e in piedi con palla medica. Infine, il quarto dominio ha incluso esercizi di mobilità come forward swings, side swings, forward lunge e zig-zag runs (25)

- **A.Caraffa et al. (1996)**

Il protocollo di intervento utilizzato prevedeva degli esercizi propriocettivi a difficoltà crescente, suddiviso in 5 fasi e di cui ogni fase richiedeva un allenamento di 2-6 giorni.

La fase 1 consisteva in un allenamento di equilibrio con appoggio diretto al terreno, mantenendo l’equilibrio su una gamba alternando ogni 2.5 minuti per 4 volte al giorno. La fase 2 si ripete come la fase precedenti ma con appoggio su di una piattaforma rettangolare per l’equilibrio. La fase 3 si ripete come le fasi precedenti ma utilizzando una piattaforma circolare per l’equilibrio. La fase 4 si

ripete come le fasi precedenti ma combinando la piattaforma rettangolare e circolare. Infine, la fase 5 ripeteva l'esercizio su di una piattaforma multiplanare (28).

## OUTCOME

Tutti gli studi inclusi hanno analizzato in prima istanza:

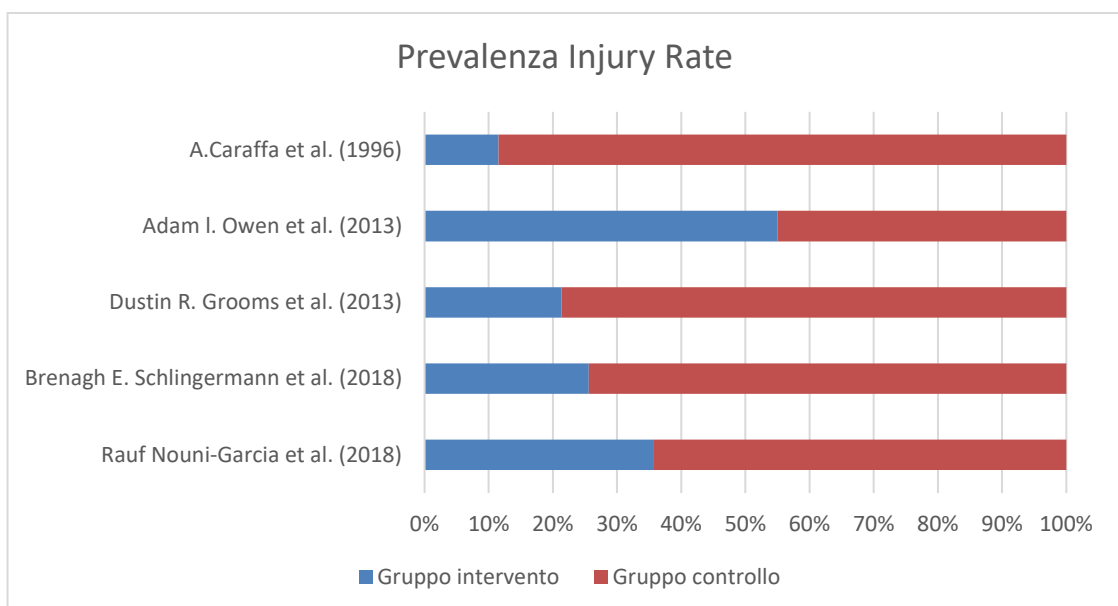
- l'incidenza degli infortuni ogni 1000 ore di esposizione a sessioni di allenamento o di competizione sportiva oppure l'incidenza infortuni in una stagione sportiva, sia nel gruppo intervento sia nel gruppo controllo.

Nello studio (26) viene riportata un IR ("injury rate") nel gruppo intervento di 2.62 (95% CI 1.8-3.4) infortuni per 1000 ore di partecipazione, contro un IR nel gruppo controllo di 7.62 (95% CI 4.8-10.4) per 1000 ore di partecipazione.

Nello studio (27) è stato riportato nel gruppo intervento un IR di 2.2 infortuni per 1000 ore di esposizione contro un IR nel gruppo controllo di 8.1 per 1000 ore di partecipazione.

Nello studio (25) è stata riportata nel gruppo intervento una IR di 88 infortuni in una stagione, mentre nel gruppo controllo una IR di 72 infortuni in una stagione.

Nello studio (28) è stato riportato nel gruppo intervento una IR di 0,15 infortuni per team per stagione, mentre nel gruppo controllo una IR di 1,15 infortuni per team per stagione.



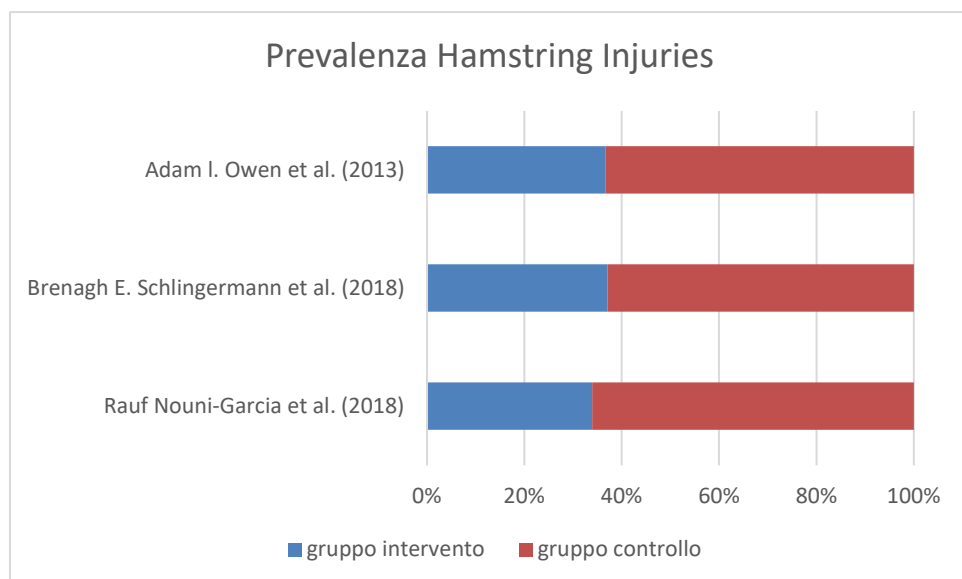
In seconda istanza sono stati approfonditi altri outcome di cui:

- l'incidenza degli infortuni sport-specifici e più ricorrenti (infortuni LAL, Hamstrings e ginocchio).

Nello studio (24) è stata riportata nel gruppo intervento un IR di 1,88 infortuni LAL per 1000 ore di esposizione (1,7 in allenamento e 3,03 in competizione) e un IR di 2,26 infortuni ischiocrurali per 1000 ore di esposizione (1,29 in allenamento e 9,09 in competizioni), mentre nel gruppo controllo un IR di 3,14 infortuni LAL per 1000 ore di esposizione (2,2 in allenamento e 9,09 in competizione) e un IR di 4,34 infortuni ischiocrurali per 1000 ore di esposizione (2,2 in allenamento e 19,9 in competizione).

Nello studio (26) è stata riportata nel gruppo intervento un IR di 0,62 infortuni ischiocrurali e un IR di 0,25 infortuni al ginocchio per 1000 ore di esposizione mentre nel gruppo controllo un IR di 1,05 infortuni ischiocrurali e un IR di 0,79 infortuni del ginocchio ogni 1000 ore di esposizione; è stato evidenziato un IRR di 0,59 (0,19-1,89) con riduzione del 41% per gli infortuni degli ischiocrurali e un IRR di 0,32 (0,07-1,42) con riduzione del 68% per gli infortuni del ginocchio.

Nello studio (27) è stata riportata nel gruppo intervento un IR di 0,55 infortuni ischiocrurali per 1000 ore di esposizione mentre nel gruppo controllo un IR di 6,2 per 1000 ore di esposizione. Il IRR riportato era di 0,05 (95% CI 0.03-0.09) indicante una diminuzione del 95% degli infortuni ischiocrurali.

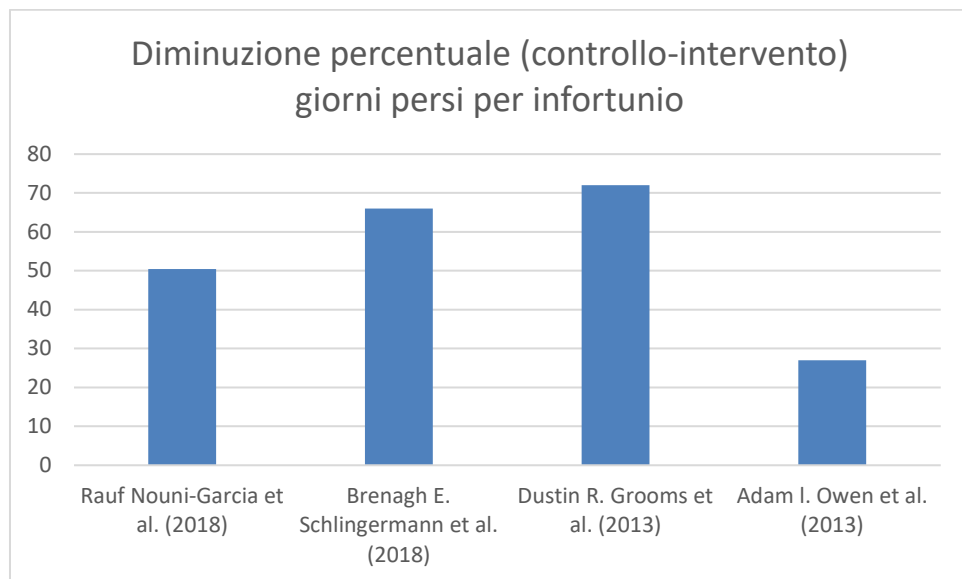


- la riduzione dell'incidenza degli infortuni in rapporto al ruolo del giocatore in attività calcistica. A tal proposito emerge che il rischio è diminuito del 49,67% nel caso dei

difensori, del 39,2% nel caso dei centrocampisti e non vi è stata alcuna differenza nel caso degli attaccanti (24).

- La riduzione dei giorni di assenza sportiva correlati ad infortunio in allenamento o gara.

Nello studio (24) è stata riportata nel gruppo intervento un'assenza sportiva di 568 giorni (in media  $13,2 \pm 19,2$  giorni per giocatore) mentre nel gruppo controllo di 1143 giorni (in media  $26,6 \pm 27,9$  giorni per giocatore). Nello studio (26) In media c'è stata una diminuzione del 66% dell'incidenza di infortunio del gruppo intervento rispetto al gruppo di controllo. Nello studio (27) Il gruppo di controllo ha perso 291 giorni per infortunio mentre il gruppo di intervento ha perso 52 giorni.



- Una ulteriore valutazione specifica dell'equilibrio dinamico tramite Y-Balance test, prima della stagione e dopo la stagione.

Nello studio è stata riportata un miglioramento nella direzione anteriore ("ANT reach") per entrambi gli arti inferiori nel gruppo controllo (Adjusted mean difference -2.2% P=0.002) rispetto al gruppo intervento (Adjusted mean difference -2.1% P=0.002). Nella direzione postero-laterale ("PL reach") è stata riportata un miglioramento significativo in favore del gruppo intervento per l'arto inferiore sinistro (Amd 1.7% P=0.034) ma non significativo per l'arto inferiore destro (Amd 1.4% P=0.128). Nella direzione postero-mediale ("PM reach") è

stato riportato un miglioramento significativo per l'arto inferiore sinistro (Amd 1.5% P=0.043) ma non significativo per l'arto inferiore destro (Amd 1.3% P=0.112).

Infine, è stato riportato un significativo miglioramento nel Y-balance composite score nel gruppo intervento rispetto al gruppo controllo per l'arto destro (P=0.007) e l'arto sinistro (P=0.001).

# DISCUSSIONE

I 5 studi osservazionali di coorte prospettici presi in analisi nella revisione si prefiggevano l'obiettivo di indagare l'incidenza di infortuni sportivi in due coorti, una esposta e una non esposta all'esercizio di equilibrio e neuromuscolare preventivo in ambito sportivo.

I criteri di inclusione degli studi corrispondevano alle necessità precedentemente stabilite, riferendosi sempre a gruppi di popolazione sportiva con un range di età adulta ma variabile, e di impegno amatoriale, semiprofessionistico o professionistico.

Tra i criteri di esclusione riportati, il più importante e ricorrente è stato la precedente esposizione ad infortuni o a protocolli riabilitativi inerenti alla prevenzione infortuni; in alcuni studi si sono considerate anche eventuali disfunzioni dell'orecchio interno (26), poiché aventi una ricaduta diretta sulla capacità di equilibrio vestibolare, oppure instabilità articolari di ginocchio (28).

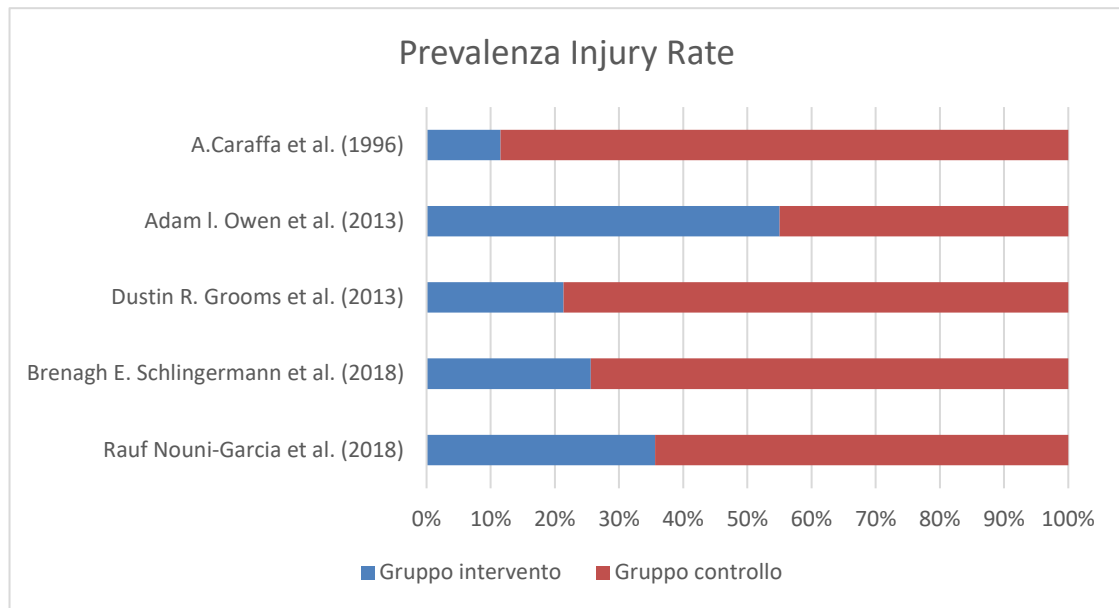
Il numero di soggetti del campione analizzato è stato molto variabile tra i vari studi, a partire dai 26 soggetti (25) fino ai 600 soggetti (28). Per quanto riguarda il campione intervento e controllo è importante sottolineare che alcuni studi hanno suddiviso il totale dei soggetti in due gruppi distinti senza sovrapposizione (24,26,28) mentre altri studi hanno utilizzato in due tempi distinti gli stessi soggetti sottoponendo lo stesso gruppo prima all'intervento e poi al controllo (25,27) denotando una sovrapposizione delle due coorti.

I tempi del follow-up sono stati simili tra i vari studi, partendo da un minimo di 1 anno fino ad un massimo di 3 anni.

Il numero di drop out/loss at follow-up non è stato indicato in tutti gli studi, ma dove è riportato è stato di bassa rilevanza (dal 2% al 7%), tranne che per uno studio (26) dove il dato è stato particolarmente elevato (42%).

Gli outcome utilizzati sono stati sovrapponibili per quanto riguarda il rischio di infortunio sportivo, analizzando il numero di infortuni ogni 1000 h di esposizione all'attività sportiva (allenamento o gara) oppure il numero di infortuni incorsi nell'ambito temporale di una stagione sportiva.

La qualità degli studi è stata valutata tramite la scala NOS (Newcastle-Ottawa Scale) per studi di coorte, dalla quale è risultata una moderata qualità di evidenza in tutti gli studi, con l'eccezione di uno studio (24) che è risultato di più alta qualità.



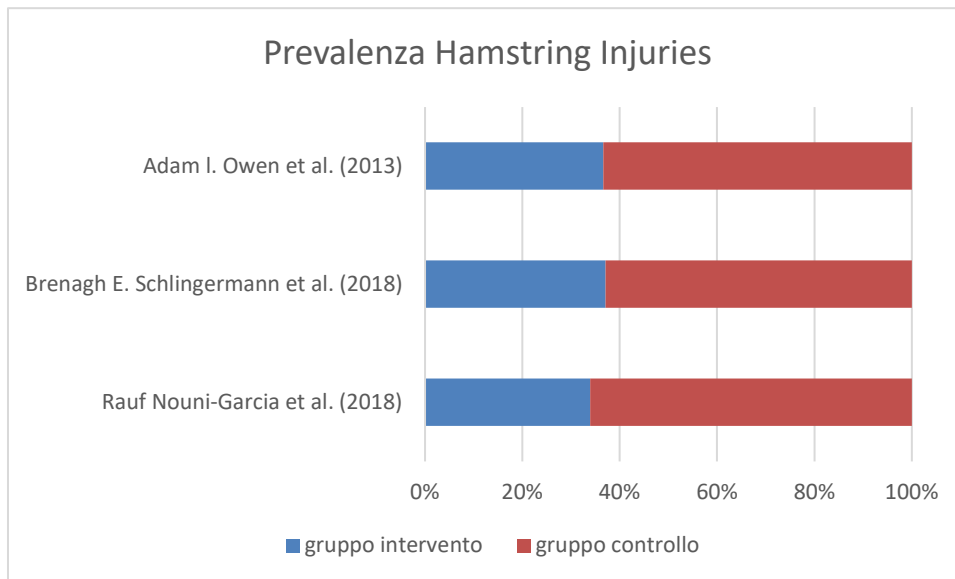
Nell'analisi della prevalenza dell'Injury Rate (tabella sopra) è stata riscontrata una diminuzione del 66% nell'incidenza di infortunio tra il gruppo di controllo e il gruppo intervento (26); In un altro degli studi è stata rilevata una riduzione dell'incidenza infortuni, da 8,1 episodi/1000 ore del gruppo controllo a 2,2 episodi/1000 ore del gruppo intervento, con una diminuzione quindi del 72% del rischio di infortunio dell'arto inferiore (27).

Solamente in un caso è stata individuata una maggiore incidenza di infortunio nel gruppo intervento rispetto al gruppo controllo, sebbene con una insufficiente significatività statistica ( $P=0.21$ ) (25).

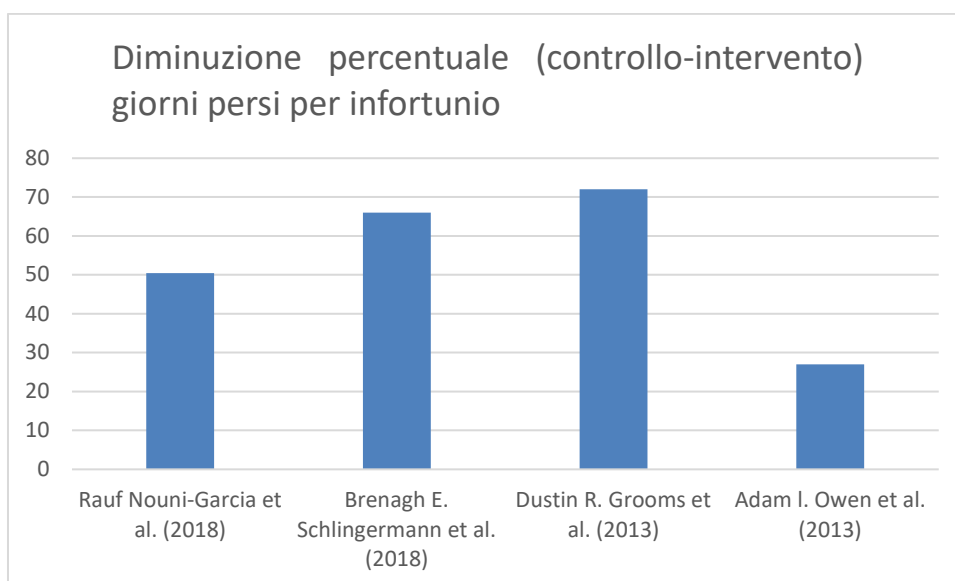
Sono stati poi indagate altre tipologie di infortunio, le più frequenti e sport-specifiche:

Infortuni LAL (lateral ankle ligaments): la sua incidenza è diminuita passando da 25 episodi/1000 ore a 15 episodi/1000 ore (24).

Infortuni al ginocchio: Vi è stata una diminuzione dell'incidenza nel gruppo intervento, arrivando ad essere del 68% di meno rispetto al gruppo di controllo (26). Infine, è stata rilevata una minore incidenza nel gruppo intervento di 0,15 infortuni per team/stagione rispetto al gruppo controllo 1,15 infortuni per team/stagione (28).



Infortuni Hamstrings (tabella sopra): la sua incidenza è rimasta tra le più alte in entrambi i gruppi di tutti gli studi. Tuttavia, è stata riscontrata una diminuzione dell'incidenza tra gruppo controllo e gruppo intervento del 25% (29), del 56,4% (26) (24) oppure del 95% (27).



Per quanto riguarda i giorni persi per infortunio delle due coorti, è stata riscontrata un diminuzione del 50,4% (24), del 66% (26), del 72% con  $P < 0.01$  (27) e del 81% (27).

È stata inoltre analizzata la riduzione dell'incidenza degli infortuni in rapporto al ruolo del giocatore in attività calcistica: emerge che il rischio è diminuito del 49,67% nel caso dei difensori, del 39,2% nel caso dei centrocampisti e non vi è stata alcuna differenza nel caso degli attaccanti (24).

Infine, tra gli altri outcome analizzati, in uno degli studi è stata somministrato come ulteriore valutazione il test specifico per la valutazione dell'equilibrio dinamico Y-Balance test, prima della



stagione e dopo la stagione: in tale analisi è stato rilevato un miglioramento della performance nella direzione anteriore maggiore per il gruppo controllo rispetto al gruppo intervento, un miglioramento della performance della direzione postero-laterale maggiore per il gruppo intervento rispetto al gruppo controllo ed un miglioramento (arto inferiore sinistro) della performance della direzione postero-mediale maggiore per il gruppo intervento rispetto al gruppo controllo (arto inferiore sinistro) (26).

## LIMITI

A livello metodologico esistono vari limiti nella revisione, i più importanti risultano la presenza di un solo revisore per screening, selezione ed analisi degli studi e l'inclusione di studi solamente in lingua inglese o italiana.

Nell'ambito della ricerca in letteratura sono risultati pochi studi osservazionali specifici sull'argomento, probabilmente dovuto al fatto che spesso vengono utilizzati studi RCT con analisi del rischio infortunio come outcome per l'analisi dell'efficacia del trattamento.

Vi è una forte limitazione riguardo alla popolazione studiata nella revisione poiché in quasi tutti gli studi la popolazione è derivata dall'ambito calcistico; ciò non inficia la qualità della revisione in sé ma ne rende le conclusioni altamente specifiche, potenzialmente non valide per altre popolazioni sportive.

Riguardo agli interventi di trattamento, alcuni di essi hanno un protocollo di riferimento standard che è stato tendenzialmente rispettato nella somministrazione dello stesso; in altri studi invece il protocollo non ha un vero e proprio riferimento in bibliografia, oppure è stato studiato solo nello studio in questione. Inoltre, i tempi di somministrazione e la frequenza risultano molto differenti tra i vari studi, come anche le tipologie di esercizio.

Infine, alcuni studi si concentrano sull'analisi di specifici infortuni sportivi nei distretti di interesse sportivo, rendendo più difficile un'analisi generica del rischio di infortunio.

# CONCLUSIONI

Gli studi osservazionali di coorte presi in analisi nella revisione hanno rilevato moderati miglioramenti in tutte le coorti sottoposte ad esercizio terapeutico ed allenamento di equilibrio e propriocezione, suggerendo la loro efficacia nel prevenire gli infortuni sportivi e la loro incidenza. Tale conclusione risulta essere in accordo con la maggior parte delle revisioni presenti in letteratura sull'argomento (30,32).

In particolare, sono emersi miglioramenti in molti aspetti degli infortuni, tramite una sensibile riduzione dell'incidenza degli infortuni di Hamstrings, Lateral-Anterior Ligament di caviglia e legamenti del ginocchio.

Inoltre, l'efficacia dell'utilizzo di esercizi preventivi è stata ulteriormente confermata dalla diminuzione dei giorni di assenza sportiva nei gruppi sottoposti ad intervento.

Tuttavia, visto il numero esiguo di lavori con tale disegno di studio, non è possibile formulare conclusioni certe. Ciò non sorprende vista la difficoltà economica e metodologica nell'effettuare una analisi prospettiva di coorte rispetto ad altri disegni di studio più facilmente implementabili.

Inoltre, ad ora non risulta possibile individuare un protocollo di esercizi più efficace di un altro, sebbene potrebbe essere conveniente utilizzare un modello standard in una disciplina di ambito sportivo che sia verosimilmente sport-specifico e che possa essere facilmente implementato, per mantenere alti livelli di reliability. Su tale base potrebbero concentrarsi le future ricerche dell'ambito prevenzione sportiva.

Anche riguardo alla durata e al numero di somministrazioni delle terapie preventive non vi sono certezze, vista la eterogeneità dei protocolli analizzati; tuttavia, negli studi è risultato prevalente l'utilizzo di tali protocolli in sostituzione del periodo di riscaldamento antecedente la performance sportiva, portando a pensare che gli stessi potrebbero essere combinati in un'ottica di lavoro multidisciplinare sportivo.

In conclusione, tenendo in considerazione il contesto di incertezza sopra descritto, i dati analizzati suggeriscono un'ottima efficacia preventiva dei protocolli "GAA15"(26) e "The 11"(24,27) riguardo a minor rischio infortunio per Hamstrings, Lateral-Anterior Ligament di caviglia e giorni totali persi, nell'ambito esclusivo di una popolazione sportiva di calcio classico e calcio gaelico.

Riguardo agli esercizi nello specifico la selezione di entrambi i protocolli verte sul miglioramento della coordinazione motoria globale tramite esercizi pliometrici (salto, atterraggio), esercizi sport-specifici (scatto, cambi direzionali), esercizi di core stability, esercizi di forza e resistenza muscolare, esercizi di equilibrio (statico e dinamico) ed infine, reinserimento sportivo progressivo in comunione con altre figure del contesto sportivo.

# APPENDICE

## NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

### SELECTION

#### 1) Representativeness of the exposed cohort

- a) truly representative of the average \_\_\_\_\_ (describe) in the community ★
- b) somewhat representative of the average \_\_\_\_\_ in the community ★
- c) selected group of users eg nurses, volunteers
- d) no description of the derivation of the cohort

#### 2) Selection of the non exposed cohort

- a) drawn from the same community as the exposed cohort ★
- b) drawn from a different source
- c) no description of the derivation of the non exposed cohort

#### 3) Ascertainment of exposure

- a) secure record (eg surgical records) ★
- b) structured interview ★
- c) written self report
- d) no description

#### 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study

- a) yes ★
- b) no

### COMPARABILITY

#### 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis

- a) study controls for \_\_\_\_\_ (select the most important factor) ★

- b) study controls for any additional factor ★ (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

## OUTCOME

### 1) Assessment of outcome

- a) independent blind assessment ★
- b) record linkage ★
- c) self report
- d) no description

### 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur

- a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) ★
- b) no

### 3) Adequacy of follow up of cohorts

- a) complete follow up - all subjects accounted for ★
- b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > \_\_\_\_ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) ★
- c) follow up rate < \_\_\_\_ % (select an adequate %) and no description of those lost
- d) no statement

# BIBLIOGRAFIA

1. Carolyn Kisner LA. *Esercizio terapeutico fondamentali e tecniche*. 2012.
2. Burke-Doe A, Hudson A, Werth H, Riordan DG. Knowledge of Osteoporosis Risk Factors and Prevalence of Risk Factors for Osteoporosis, Falls and Fracture in Functionally Independent Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2008;31(1).
3. Emery C, Tyreman H. Sport participation, sport injury, risk factors and sport safety practices in Calgary and area junior high schools. *Paediatrics & Child Health*. 2009 Sep;14(7).
4. DiStefano LJ, Clark MA, Padua DA. Evidence Supporting Balance Training in Healthy Individuals: A Systemic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009 Dec;23(9).
5. Treleaven J. Dizziness, Unsteadiness, Visual Disturbances, and Sensorimotor Control in Traumatic Neck Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2017 Jul;47(7).
6. Hrysomallis C. Balance Ability and Athletic Performance. *Sports Medicine*. 2011 Mar;41(3).
7. Han J, Anson J, Waddington G, Adams R, Liu Y. The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. 2015; Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/842804>
8. Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2012 Jun;46(7).
9. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*. 2015 Dec 1;45(12).
10. Lesinski M, Prieske O, Granacher U. Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2016 Jul;50(13).
11. Hrysomallis C. Relationship Between Balance Ability, Training and Sports Injury Risk. *Sports Medicine*. 2007;37(6).
12. McGuine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G. Balance As a Predictor of Ankle Injuries in High School Basketball Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2000 Oct;10(4).

13. Ross SE, Guskiewicz KM. Examination of Static and Dynamic Postural Stability in Individuals With Functionally Stable and Unstable Ankles. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2004 Nov;14(6).
14. Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B. by the National Athletic Trainers [Internet]. Vol. 40, *Journal of Athletic Training*. Association, Inc; 2005. Available from: [www.journalofathletictraining.org](http://www.journalofathletictraining.org)
15. Hurd WJ, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L. Perturbation-enhanced neuromuscular training alters muscle activity in female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006 Jan 4;14(1).
16. Lepley LK, Lepley AS, Onate JA, Grooms DR. Eccentric Exercise to Enhance Neuromuscular Control. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2017 Jul 1;9(4).
17. Conn JM. Sports and recreation related injury episodes in the US population, 1997-99. *Injury Prevention*. 2003 Jun 1;9(2).
18. Emery CA, Pasanen K. Current trends in sport injury prevention. Vol. 33, *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*. Bailliere Tindall Ltd; 2019. p. 3–15.
19. Conn JM. Sports and recreation related injury episodes in the US population, 1997-99. *Injury Prevention*. 2003 Jun 1;9(2).
20. Emery CA. Risk Factors for Injury in Child and Adolescent Sport: A Systematic Review of the Literature. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2003 Jul;13(4).
21. Finch CF, Kemp JL, Clapperton AJ. The incidence and burden of hospital-treated sports-related injury in people aged 15+ years in Victoria, Australia, 2004–2010: a future epidemic of osteoarthritis? *Osteoarthritis and Cartilage*. 2015 Jul;23(7).
22. Ka-Lok Lo C, Mertz D, Loeb M. Newcastle-Ottawa Scale: comparing reviewers' to authors' assessments [Internet]. 2014. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2288/14/45>
23. Mohaimenul Islam M, Iqbal Bruno Walther Suleman Atique U, Kumar Dubey Phung-Anh Nguyen N, Nasrin Poly Jakir Hossain Bhuiyan Masud T, Li Y-C, Shabbir S-A. E-Mail Systematic Review Benzodiazepine Use and Risk of Dementia in the Elderly Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuroepidemiology* [Internet]. 2016 [cited 2021 May 17];47:181–91. Available from: [www.karger.com/ned](http://www.karger.com/ned)
24. Nouni-Garcia R, Carratala-Munuera C, Orozco-Beltran D, Lopez-Pineda A, Asensio-Garcia MR, Gil-Guillen VF. Clinical benefit of the FIFA 11 programme for the prevention of hamstring and lateral ankle ligament injuries among amateur soccer players. *Injury Prevention*. 2018 Apr 1;24(2):149–54.



25. Owen AL, Wong DP, Dellal A, Paul DJ, Orhant E, Collie S. EFFECT OF AN INJURY PREVENTION PROGRAM ON MUSCLE INJURIES IN ELITE PROFESSIONAL SOCCER.
26. Schlingermann BE, Lodge CA, Gissane C, Rankin PM. Effects of the gaelic athletic association 15 on lower extremity injury incidence and neuromuscular functional outcomes in collegiate gaelic games. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018;32(7):1993–2001.
27. Grooms DR, Palmer T, Onate JA, Myer GD, Grindstaff T. Soccer-specific warm-up and lower extremity injury rates in collegiate male soccer players. *Journal of Athletic Training*. 2013 Nov;48(6):782–9.
28. Caraffa Cerulli M, Proietti G, Aisa A, Rizza AG, Caraffa Cerulli N, Proietti Aisa A, Rizzo MG. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training. Vol. 4, *Knee Surg, Sports Traumatol*. Springer-Verlag; 1996.
29. Owen AL, Wong DP, Dellal A, Paul DJ, Orhant E, Collie S. Effect of an Injury Prevention Program on Muscle Injuries in Elite Professional Soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013 Dec;27(12).
30. Hrysomallis C. Balance Ability and Athletic Performance. *Sports Medicine*. 2011 Mar;41(3).
31. Brachman A, Kamieniarz A, Michalska J, Pawłowski M, Słomka KJ, Juras G. Balance Training Programs in Athletes – A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics*. 2017 Aug 1;58(1).
32. DiStefano LJ, Clark MA, Padua DA. Evidence Supporting Balance Training in Healthy Individuals: A Systemic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009 Dec;23(9).
33. Kristjansson E. [ CLINICAL COMMENTARY ] Sensorimotor Function and Dizziness in Neck Pain: Implications for Assessment and Management. number 5 | *journal of orthopaedic & sports physical therapy* [Internet]. 2009;364. Available from: [www.jospt.org](http://www.jospt.org)