



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA**

**SCUOLA DI SCIENZE MEDICHE E FARMACEUTICHE  
DIPARTIMENTO DI MEDICINA SPERIMENTALE (DIMES)**

*Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dello Sport*

**Analisi e valutazione di tre discipline sportive  
tramite protocollo FMS:  
studio sperimentale su giovani atleti**

**Relatore**

*Chiar.ma Prof.ssa  
Federica Limardo*

**Candidato**

*Andrea Zembo*

Anno Accademico 2022-2023



## Abstract

In questa tesi sperimentale sono stati analizzati tre sport (pallavolo, basket e tennis) tramite il Functional Movement Screen (FMS). Sono stati scelti questi sport in quanto presentano alcuni aspetti in comune, tra cui il forte coinvolgimento tecnico degli arti superiori e l'utilizzo della palla. Ciò ha permesso di ottenere risultati validi e non frutto di modelli prestativi completamente differenti. In letteratura molti studi hanno applicato il protocollo FMS per valutare la sua efficacia nel prevenire gli infortuni e prevedere la performance sportiva. Tuttavia, solo alcuni si sono soffermati ad analizzare una specifica disciplina e nessuno ha mai confrontato diversi sport tra loro. Inoltre, la peculiarità di questa tesi è stata l'analisi su giovani atleti. Infatti, la maggior parte degli studi presenti in letteratura si basano su atleti già evoluti. In realtà, valutare un atleta nei primi anni della sua carriera risulta fondamentale per massimizzare le sue potenzialità atletiche, migliorare le abilità tecniche, nonché diminuire il rischio di infortuni. La proposta di questa tesi è stata quindi quella di individuare quale dei tre sport riscontrasse, a livello di movimenti funzionali, i risultati migliori, in modo tale da evidenziare aspetti positivi e negativi di ciascuna disciplina, discutendo scientificamente le cause di determinati risultati. Inoltre, numerosi studi hanno dimostrato quanto sia fondamentale, ai fini della salute e della performance, registrare un punteggio totale piuttosto alto (almeno pari a quattordici); ciononostante, nessuno di questi studi ha dimostrato quali potrebbero essere gli esercizi più efficaci nel migliorare eventuali performance insufficienti. In riferimento a ciò, la seconda proposta di questa tesi, è stata quella di individuare il movimento funzionale che ha registrato la maggior frequenza di punteggi minori o uguali a uno, affinché si potesse studiare quale programma di allenamento (tra due precedentemente scelti) potesse migliorare maggiormente il risultato finale di tale movimento. Grazie a un'efficiente raccolta dati e una successiva analisi statistica è stato possibile raggiungere entrambi gli obiettivi prefissati, ottenendo dai tre sport evidenti differenze nei punteggi, registrando interessanti risultati con possibili spunti per studi futuri e individuando un programma di allenamento efficace per migliorare il movimento funzionale preso in esame.



# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b> .....	<b>1</b>
1.1	Functional Movement Screen.....	1
1.2	I sette Functional Movement .....	1
1.2.1	Deep Squat .....	1
1.2.2	Hurdle Step.....	4
1.2.3	Inline Lunge.....	6
1.2.4	Shoulder Mobility .....	8
1.2.5	Active Straight-Leg Raise.....	10
1.2.6	Trunk Stability Push-Up .....	12
1.2.7	Rotary Stability .....	13
1.3	Clearing Test e linee guida per una corretta valutazione .....	15
1.3.1	Shoulder Clearing Test.....	16
1.3.2	Extension Clearing Test.....	17
1.3.3	Flexion Clearing Test.....	17
1.4	Obiettivo dello studio .....	18
<b>2</b>	<b>Materiali e metodi</b> .....	<b>19</b>
2.1	Campione analizzato .....	19
2.2	Strumentazione .....	20
2.3	Protocollo sperimentale .....	20
<b>3</b>	<b>Risultati e discussione</b> .....	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Conclusioni</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Referenze</b> .....	<b>33</b>



# 1 Introduzione

## 1.1 Functional Movement Screen

All'interno di un contesto sportivo, soprattutto a livello giovanile, nascono spesso discussioni inerenti alla preparazione atletica specifica di una disciplina. Infatti, molte volte, si sente esclusivamente parlare di: sedute allenanti focalizzate su una determinata capacità condizionale (forza, velocità o resistenza), programmazioni per aumentare velocemente la massa muscolare, allenamenti ad alta intensità (ad esempio l'HIIT), metodologie di allenamento che permettono di prevenire gli infortuni e molto altro ancora. I preparatori, avendo come obiettivo quello di migliorare la performance sportiva dei loro atleti, affrontano e studiano assiduamente tali tematiche. Raramente, invece, vengono osservate e studiate gestualità riconducibili agli schemi motori di base, (Primitive Movement Patterns), le quali racchiudono tutti quei movimenti che ciascun bambino sviluppa dalla nascita e perfeziona durante la sua evoluzione. Soltanto quando si eseguono correttamente tali movimenti si può pensare a costruire tutto il resto. Il protocollo Functional Movement Screen (FMS) si basa proprio su tale osservazione. Infatti, il ricercatore statunitense Gray Cook, ideatore del protocollo, ha sviluppato una batteria di test che consente, a ciascun professionista, di analizzare sia in modo qualitativo che quantitativo, i movimenti funzionali di un atleta. In particolare, tramite i sette test, oltre alle eventuali asimmetrie, è possibile valutare la mobilità articolare, la flessibilità muscolare, il controllo motorio, l'equilibrio dinamico e la stabilità articolare dinamica. La combinazione di tutti questi fattori consente di migliorare la precisione di qualsiasi gesto tecnico specifico. Infatti, se un atleta non è in grado di eseguire correttamente i Functional Movement (FM), non riuscirà mai ad esprimere le sue massime potenzialità <sup>(1)</sup>. Oltre al fattore prestativo e quindi ad una mancata massimizzazione della performance, è stata dimostrata una significativa correlazione tra un basso punteggio FMS e un'alta frequenza di infortuni <sup>(2,3,4)</sup>.

## 1.2 I sette Functional Movement

### 1.2.1 Deep Squat

Il Deep Squat (*Figura 1*) si esegue posizionando i piedi in allineamento verticale con le spalle, mantenendoli in posizione neutra, senza nessuna abduzione. Afferrando il bastone lo si porta sopra la testa tramite una flessione e un'abduzione delle spalle con i gomiti completamente estesi (per individuare il punto esatto in cui afferrare il bastone è opportuno appoggiare quest'ultimo sopra la testa e posizionare le mani in modo tale che i gomiti formino un angolo di novanta gradi).

A questo punto si cerca di raggiungere la massima accosciata con il busto eretto, mantenendo il bastone in allineamento verticale con i piedi, senza portare le ginocchia in valgo e senza alzare i talloni. Dopo aver raggiunto la massima accosciata ed aver mantenuto tale posizione per un secondo, si ritorna al punto di partenza. Si riceve un punteggio pari a tre se: il tronco è parallelo alla tibia, il femore è sotto il parallelo, le ginocchia non vanno in valgo, il bastone è allineato verticalmente ai piedi. Si riceve un punteggio pari a due se vengono rispettate le condizioni precedenti ma è necessario posizionare un rialzo sotto i talloni (*Figura 1.1*). Si riceve un punteggio pari a uno quando non viene rispettata almeno una delle condizioni precedenti, nonostante il rialzo sotto i talloni (*Figura 1.2*). Si riceve un punteggio pari a zero se si avverte dolore durante il movimento. Il Deep Squat valuta la stabilità dinamica e la mobilità bilaterale e simmetrica di anche, ginocchia e caviglie. Inoltre, il mantenimento del bastone sopra la testa, in allineamento verticale ai piedi, permette di valutare la stabilità dinamica e la mobilità bilaterale e simmetrica delle spalle, della regione scapolare e della colonna vertebrale a livello toracico. Infine, viene valutata la stabilità del core, tramite la quale vi è un pieno controllo del movimento.



*Figura 1: esecuzione corretta del Deep Squat da valutare con un punteggio pari a tre*





*Figura 1.1: esecuzione del Deep Squat da valutare con un punteggio pari a due*



*Figura 1.2: esecuzione del Deep Squat da valutare con un punteggio pari a uno*

## 1.2.2 Hurdle Step

Il passo dell'ostacolo o Hurdle Step (*Figura 2*) si esegue posizionando l'ostacolo all'altezza della tuberosità tibiale e tenendo il bastone sulle spalle in modo tale che i gomiti formino un angolo di novanta gradi. Dopo aver verificato che le punte dei piedi siano a contatto con la base dell'ostacolo, scavalcare quest'ultimo con l'arto inferiore destro (tramite la flessione di anca, ginocchio e caviglia) mantenendo il busto eretto. Quando il tallone tocca il pavimento si ritorna alla posizione di partenza. Tale procedura si esegue successivamente con l'arto inferiore sinistro. Si riceve un punteggio pari a tre quando: anche, ginocchia e caviglie rimangono allineate sul piano sagittale, non si notano movimenti del rachide a livello lombare, il bastone e l'ostacolo rimangono paralleli. Si riceve un punteggio pari a due se almeno una delle condizioni precedenti non viene rispettata (*Figura 2.1*). Si riceve un punteggio pari a uno quando non si riesce a superare l'ostacolo o si perde l'equilibrio (*Figura 2.2*). Si riceve un punteggio pari a zero se si avverte dolore durante il movimento. L'Hurdle Step valuta la stabilità in appoggio monopodalico e la mobilità articolare di anca, ginocchio e caviglia. Nello specifico, ricercare la massima flessione di un'anca mantenendo contemporaneamente estesa l'altra, richiede, oltre che una stabilità, anche una notevole mobilità bilaterale asimmetrica di tale articolazione. Inoltre, viene valutata la stabilità del core, tramite la quale si mantiene l'equilibrio durante l'intero movimento.



*Figura 2: esecuzione corretta dell'Hurdle Step da valutare con un punteggio pari a tre*



*Figura 2.1: esecuzione dell'Hurdle Step da valutare con un punteggio pari a due*



*Figura 2.2: esecuzione dell'Hurdle Step da valutare con un punteggio pari a uno*

### 1.2.3 Inline Lunge

L'Inline Lunge o affondo in linea (*Figura 3*) si esegue posizionando la punta del piede destro sul segno zero della tavola e il tallone del piede sinistro ad una distanza pari alla lunghezza tra la tuberosità tibiale e il pavimento (equivalente all'altezza dell'ostacolo nell'Hurdle Step). Il bastone, impugnato a livello cervicale con la mano destra e a livello lombare con la mano sinistra, dev'essere mantenuto lungo la colonna vertebrale in modo tale che sia contemporaneamente a contatto con la parte posteriore della testa, con la parte toracica del rachide e con il coccige. Mantenendo il busto eretto e il bastone a contatto con i tre punti indicati, si esegue un affondo sino a toccare il centro della tavola con il ginocchio destro. Successivamente si ritorna alla posizione di partenza. L'intera procedura si ripete invertendo arti inferiori e arti superiori. Si riceve un punteggio pari a tre se: il bastone rimane perfettamente perpendicolare al pavimento e costantemente in contatto con i tre punti, il busto non si muove sul piano frontale, il ginocchio tocca il centro della tavola, il piede anteriore rimane nella posizione iniziale. Si riceve un punteggio pari a due se almeno una delle condizioni precedenti non viene rispettata (*Figura 3.1*). Si riceve un punteggio pari a uno quando non si è in grado di posizionarsi nel modo corretto o si perde l'equilibrio (*Figura 3.2*). Si riceve un punteggio pari a zero se si avverte dolore durante il movimento. L'Inline Lunge, data la stretta base di appoggio e la posizione asimmetrica dell'anca, valuta la stabilità dinamica di anche, ginocchia, caviglie e core; la mobilità di spalle, anche e caviglie; la flessibilità del quadricipite e del gran dorsale.



*Figura 3: esecuzione corretta dell'Inline Lunge da valutare con un punteggio pari a tre*



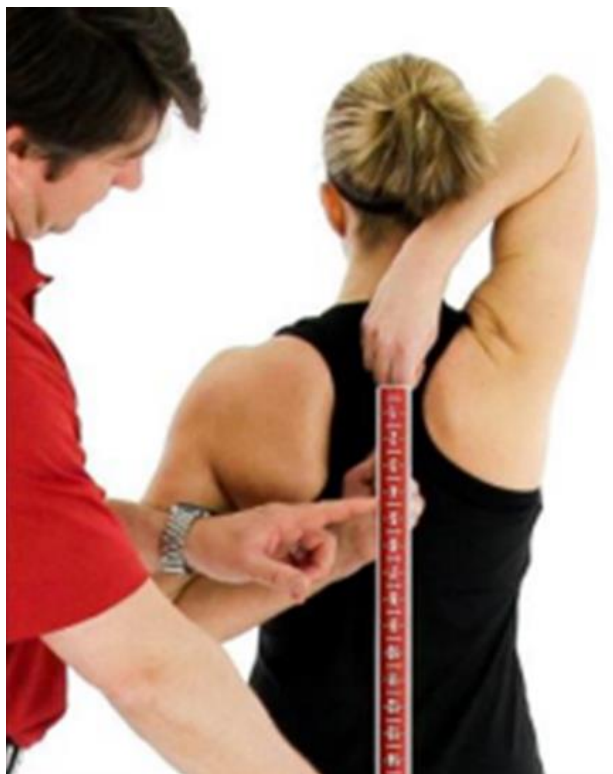
*Figura 3.1: esecuzione dell'Incline Lunge da valutare con un punteggio pari a due*



*Figura 3.2: esecuzione dell'Incline Lunge da valutare con un punteggio pari a uno*

## 1.2.4 Shoulder Mobility

Il Shoulder Mobility (*Figura 4*) si esegue portando le mani dietro la schiena (chiudendole a pugno con i pollici tra le dita) tramite una flessione, abduzione e rotazione esterna della spalla destra e un'adduzione e rotazione interna della spalla sinistra. Cercando di avvicinare il più possibile le mani tra loro, mantenere la posizione per qualche secondo in modo tale da misurare la loro distanza. Tale procedura si ripete invertendo gli arti. Per ricevere il punteggio è necessario misurare la distanza tra la piega distale del polso e il dito medio. Tale distanza rappresenta la lunghezza della mano e viene presa come indice di valutazione. Infatti, si riceve un punteggio pari a tre se la distanza tra una mano e l'altra è minore o uguale alla lunghezza della mano. Si riceve un punteggio pari a due se la distanza è minore o uguale a una mano e mezza (*Figura 4.1*). Si riceve un punteggio pari a uno se la distanza è maggiore a una mano e mezza (*Figura 4.2*). Si riceve un punteggio pari a zero se si avverte dolore durante il movimento. Il Shoulder Mobility valuta il *range of motion* bilaterale delle spalle durante la contemporanea flessione, abduzione e rotazione esterna di una e l'adduzione e rotazione interna dell'altra. Inoltre, viene valutata la mobilità delle scapole e l'estensione del rachide a livello toracico.



*Figura 4: esecuzione corretta del Shoulder Mobility da valutare con un punteggio pari a tre*



Figura 4.1: esecuzione del Shoulder Mobility da valutare con un punteggio pari a due



Figura 4.2: esecuzione del Shoulder Mobility da valutare con un punteggio pari a uno

### **1.2.5 Active Straight-Leg Raise**

L'Active Straight-Leg Raise (ASLR) o sollevamento attivo della gamba tesa (*Figura 5*) si esegue partendo da una posizione supina con le braccia lungo i fianchi, i palmi rivolti verso l'alto, la testa appoggiata sul pavimento e i piedi uniti con la pianta perpendicolare al suolo. Dopo aver collocato la tavola sotto le ginocchia, ricercare il punto della coscia perfettamente a metà tra la spina iliaca antero-superiore (SIAS) e la rotula; quindi, posizionare verticalmente il bastone in linea con tale punto. Successivamente sollevare il più possibile l'arto sinistro (senza flettere il ginocchio) facendo attenzione a mantenere la testa e il piede destro in posizione neutra appoggiati sul pavimento e il ginocchio destro sempre a contatto con la tavola. Per identificare il punteggio raggiunto viene osservato il punto in cui arriva il malleolo. Nello specifico si riceve un punteggio pari a tre quando il malleolo si trova tra il bastone e la SIAS. Si riceve un punteggio pari a due se il malleolo si trova tra il bastone e la rotula (*Figura 5.1*). Si riceve un punteggio pari a uno quando il malleolo non oltrepassa la rotula (*Figura 5.2*). Si riceve un punteggio pari a zero se si avverte dolore durante il movimento. L'intero procedimento si ripete invertendo gli arti. L'ASLR valuta la mobilità dell'anca, la stabilità del core, la flessibilità degli ischio-crurali e del tricipite surale, in una condizione in cui è richiesta la dissociazione degli arti inferiori. Infatti, mentre viene sollevato l'arto destro, è necessario mantenere attivamente esteso l'arto sinistro e viceversa.



*Figura 5: esecuzione corretta dell'Active Straight-Leg Raise da valutare con un punteggio pari a tre*





*Figura 5.1: esecuzione dell'Active Straight-Leg Raise da valutare con un punteggio pari a due*



*Figura 5.2: esecuzione dell'Active Straight-Leg Raise da valutare con un punteggio pari a uno*

## 1.2.6 Trunk Stability Push-Up

Il Trunk Stability Push-Up (TSP) si esegue posizionandosi proni con le braccia distese sopra la testa ad altezza spalle; quindi portare i pollici ad altezza fronte (per gli uomini) o mento (per le donne), flettendo le dita dei piedi verso le tibie, estendendo le ginocchia e sollevando leggermente i gomiti da terra. Da questa posizione eseguire un piegamento in modo uniforme, con un unico movimento, senza alcun ritardo della colonna vertebrale a livello lombare (*Figura 6*). Si riceve un punteggio pari a tre se vengono rispettate tali condizioni. Viceversa, se da tale posizione non si è in grado di eseguire un piegamento corretto si spostano i pollici ad altezza mento (per gli uomini) o ad altezza clavicola (per le donne) ottenendo così un punteggio pari a due (*Figura 6.1*). Se anche da quest'ultima posizione non si esegue un piegamento in modo corretto, si ottiene un punteggio pari a uno (*Figura 6.2*). Si riceve un punteggio pari a zero se si avverte dolore durante il movimento. Il TSP valuta la stabilità del tronco durante un movimento di spinta simmetrico degli arti superiori a catena cinetica chiusa lungo il piano sagittale. Inoltre, è richiesta una minima forza nella parte superiore del corpo, specialmente in pettorali, tricipiti e spalle, i quali permettono di sollevare il tronco da terra contribuendo all'esecuzione del movimento.



*Figura 6: esecuzione corretta del Trunk Stability Push-Up da valutare con un punteggio pari a tre*



*Figura 6.1: esecuzione del Trunk Stability Push-Up da valutare con un punteggio pari a due*



Figura 6.2: esecuzione del Trunk Stability Push-Up da valutare con un punteggio pari a uno

### 1.2.7 Rotary Stability

Il Rotary Stability (*Figura 7*) si esegue posizionandosi in quadrupedia con spalle ed anche a novanta gradi rispetto al busto e la tavola inserita tra mani, ginocchia e piedi, parallela alla colonna vertebrale. Dopo aver accertato che pollici, ginocchia e piedi siano a contatto con la tavola, flettere la spalla contemporaneamente all'estensione di anca e ginocchio omolaterali, formando una linea retta. A questo punto, rimanendo allineati sulla tavola, toccare il ginocchio con il gomito avvicinandoli tra loro. In questa fase è consentita la flessione del rachide. Successivamente tornare alla posizione di partenza estendendo il braccio e la gamba sopra la tavola. L'intera procedura si esegue per entrambi i lati. Se non si è in grado di toccare il ginocchio con il gomito omolaterale si esegue il movimento in diagonale. Quindi, estendere anca e ginocchio controlaterali alla spalla che si flette e successivamente cercare di toccare il ginocchio con il gomito controlaterale. Si riceve un punteggio pari a tre se si esegue una ripetizione omolaterale. Si riceve un punteggio pari a due se si esegue una ripetizione diagonale (*Figura 7.1*). Si riceve un punteggio pari a uno quando non si è in grado di eseguire una ripetizione diagonale (*Figura 7.2*). Si riceve un punteggio pari a zero se si avverte dolore durante il movimento. Il Rotary Stability valuta la stabilità di anche, tronco e spalle durante un movimento contemporaneo dell'arto superiore ed inferiore. Inoltre, viene valutata la coordinazione neuromuscolare tra i diversi segmenti corporei coinvolti nel movimento. Infine, è necessaria una buona mobilità di ginocchia, anche, colonna vertebrale e spalle.



Figura 7: esecuzione corretta del Rotary Stability da valutare con un punteggio pari a tre



*Figura 7.1: esecuzione del Rotary Stability da valutare con un punteggio pari a due*



*Figura 7.2: esecuzione del Rotary Stability da valutare con un punteggio pari a uno*

### 1.3 Clearing Test e linee guida per una corretta valutazione

Prima di iniziare il test non si esegue nessun tipo di riscaldamento ed è consigliato indossare le scarpe che solitamente si utilizzano durante la propria attività sportiva. Questo permette di massimizzare l'affidabilità e la specificità del protocollo. Inoltre, le indicazioni verbali utilizzate per spiegare i test devono essere identiche per tutti i soggetti analizzati e non vanno accompagnate da dimostrazioni pratiche o feedback correttivi. In questo modo il protocollo diventa altamente riproducibile, in quanto non viene influenzato il movimento naturale di ciascun soggetto.

Quando si valuta un soggetto è opportuno osservare il movimento complessivo, senza soffermarsi su un unico segmento corporeo. Infatti, risulta determinante allontanarsi e posizionarsi ad una distanza tale da poter analizzare il movimento globale, in modo tale che i criteri di valutazione siano maggiormente evidenti. Inoltre, camminare intorno al soggetto permette di osservare i movimenti su tutti i piani anatomici (frontale, sagittale e orizzontale). In riferimento a quest'ultimo aspetto il protocollo prevede di ripetere il test, se necessario, sino a tre volte. Ciò permette di avere un duplice vantaggio: il soggetto che effettua il test ha più possibilità d'esecuzione, mentre colui che valuta, può cambiare la sua posizione tra una prova e l'altra. Ad ogni modo, la chiara oggettività con cui vengono stabiliti i criteri di valutazione, rende il protocollo FMS fortemente obiettivo. Alcuni studi hanno infatti dimostrato che la valutazione effettuata da diversi esaminatori (ovviamente competenti) non altera i risultati finali <sup>(5,6)</sup>.

Nel FMS il punteggio totale è dato dalla somma dei punteggi finali dei sette test. A tal proposito il massimo punteggio ottenibile è pari a ventuno. Se si ottiene un punteggio totale inferiore a quattordici aumenta in modo statisticamente significativo il rischio di infortunio <sup>(2)</sup>. Nei test in cui vi è una valutazione bilaterale, in presenza di due punteggi grezzi differenti, si prende in considerazione quello più basso. Il punteggio zero viene dato quando si avverte dolore in qualsiasi parte del movimento, oppure quando si riscontra positività ai cosiddetti "Clearing Test": *Shoulder Clearing Test*, *Extension Clearing Test* e *Flexion Clearing Test*. Tali test vengono eseguiti rispettivamente dopo il *Shoulder Mobility*, il *TSP* e il *Rotary Stability*. La funzione principale dei "Clearing Test" è quella di individuare eventuali compensi durante l'esecuzione di questi FM. Infatti, può succedere che nei tre FM sopracitati, si riesca ad ottenere un buon punteggio grazie ad alcuni compensi, non percepibili durante la valutazione di tali test. Quindi, tra i soggetti che percepiscono dolore al Clearing Test è opportuno distinguere, coloro che hanno ottenuto un punteggio massimo nel FM, da coloro che hanno ottenuto un punteggio più basso. Nel primo caso, il massimo punteggio è dovuto ad alcuni compensi che favoriscono il movimento e non di certo alle ottime capacità d'esecuzione.

Tale teoria viene dimostrata dal successivo Clearing Test positivo, il quale risalta le disfunzioni impercettibili durante il FM. Mentre nel secondo caso, il punteggio basso è dovuto alle scarse capacità d'esecuzione (deficit di mobilità articolare, flessibilità muscolare, stabilità dinamica o coordinazione), le quali, oltre ad essere oggettive e facilmente percettibile durante il FM, potrebbero essere la causa del dolore durante il Clearing Test <sup>(1)</sup>.

### **1.3.1 Shoulder Clearing Test**

Il *Shoulder Clearing Test* (Figura 8) si esegue posizionando il palmo della mano destra sulla parte anteriore della spalla sinistra e sollevando il gomito destro più in alto possibile. Se si avverte dolore il test è considerato positivo e nel Shoulder Mobility si riceve un punteggio finale pari a zero, a prescindere dal risultato ottenuto. Successivamente si ripete con l'altra spalla. Questo test risulta fondamentale per identificare un eventuale conflitto sub-acromiale o compensi impercettibili nel Shoulder Mobility.



Figura 8: Shoulder Clearing Test

### **1.3.2 Extension Clearing Test**

L'*Extension Clearing Test* (Figura 9) si esegue partendo da una posizione prona con i palmi a terra ad altezza spalle. Tramite una completa estensione dei gomiti sollevare il tronco mantenendo fermi gli arti inferiori. Se si avverte dolore il test è considerato positivo e nel TSP si riceve un punteggio finale pari a zero, a prescindere dal risultato ottenuto. Questo test identifica una scarsa mobilità del rachide in estensione, la quale difficilmente viene percepita durante il TSP.



Figura 9: *Extension Clearing Test*

### **1.3.3 Flexion Clearing Test**

Il *Flexion Clearing Test* (Figura 10) si esegue partendo dalla stessa posizione del Rotary Stability. Estendendo le caviglie e toccando i talloni con i glutei, portare il petto sopra le cosce senza muovere le mani. Da questa posizione allungarsi il più possibile. Se si avverte dolore il test è considerato positivo e nel Rotary Stability si riceve un punteggio finale pari a zero, a prescindere dal risultato ottenuto. La positività a questo test dimostra la scarsa flessibilità del tronco a livello lombare. In presenza di tale deficit, l'esecuzione corretta del Rotary Stability è possibile solo ed esclusivamente grazie ad alcuni compensi.



Figura 10: *Flexion Clearing Test*

## 1.4 Obiettivo dello studio

Effettuare una valutazione FMS nei giovani atleti consente di correggere i movimenti, le posture scorrette, la scarsa stabilità, le asimmetrie, la mobilità delle articolazioni principali e l'equilibrio dinamico <sup>(7,8,9)</sup>. Tutto questo permette al giovane atleta di esprimere al massimo le sue potenzialità atletiche, migliorare le sue abilità tecniche, nonché diminuire il rischio di infortuni. Viceversa, non valutare sin da subito i movimenti funzionali potrebbe portare il giovane atleta a sviluppare neuroplasticità maladattiva. Quest'ultima, soprattutto in ambito sportivo, non è da sottovalutare. Infatti, se un giovane ripete costantemente un gesto atletico aiutandosi con particolari compensi, può consolidare una tecnica errata, difficile poi da correggere; di conseguenza, la sua performance non sarà mai massimizzata. Alcuni studi, tra cui una recente review, in riferimento proprio alla performance, hanno dimostrato che i bambini e i giovani con elevati punteggi FMS, sviluppano maggior velocità, forza muscolare, resistenza cardiovascolare, nonché ottime prestazioni relative ad agilità e sprint <sup>(10,11)</sup>. La comunità scientifica ha quindi dimostrato l'esistenza di una forte correlazione tra risultati FMS, performance e rischio di infortuni. Tuttavia, non esistono ancora studi che confrontano diverse attività sportive, evidenziandone le differenze in termini di movimenti funzionali. A tal proposito in questa tesi sperimentale sono stati valutati, tramite il protocollo FMS, giovani atleti di pallavolo, basket e tennis. Sono state scelte queste tre attività sportive in quanto presentano alcuni aspetti in comune, tra cui il forte coinvolgimento tecnico degli arti superiori e l'utilizzo della palla. Questo ha consentito di ottenere risultati validi e non frutto di modelli prestativi completamente differenti. In seguito alla valutazione e alla registrazione dei punteggi medi ottenuti da ciascuna disciplina, l'obiettivo di questo studio è stato quello di individuare la migliore in termini di movimenti funzionali, proponendo una spiegazione tecnico-scientifica ai risultati ottenuti e motivando le possibili cause di determinati punteggi. Inoltre, il secondo obiettivo di questa tesi è stato quello di selezionare il FM che ha registrato il maggior numero di punteggi minori o uguali a uno e di conseguenza selezionare gli atleti che hanno ottenuto tali risultati. Successivamente, sulla base della letteratura scientifica, sono stati scelti due esercizi per migliorare tale FM. Tramite la suddivisione degli atleti in due gruppi sperimentali, corrispondenti ai due esercizi, è stato proposto a ciascun gruppo un programma di allenamento con i rispettivi esercizi, in modo tale da definire quale tra i due aumentasse maggiormente il punteggio del FM. Ad oggi solo uno studio, peraltro molto recente, ha dimostrato come specifici esercizi di rafforzamento del core potrebbero migliorare i punteggi dei test FMS. Tale studio, tuttavia è stato effettuato su tennisti adulti e non su giovani atleti <sup>(12)</sup>.



## 2 Materiali e metodi

### 2.1 Campione analizzato

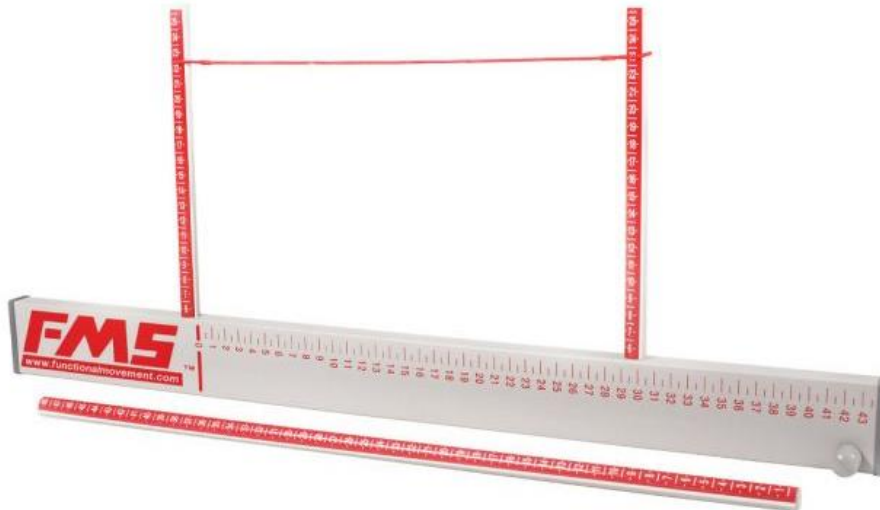
Questo studio sperimentale è stato condotto a Lugano, in Svizzera, nelle seguenti società sportive professionistiche: “Lugano Tigers”, la cui prima squadra milita nella “Swiss Basketball League” (massima divisione del campionato svizzero di pallacanestro maschile); “Dragons Lugano”, la cui prima squadra milita nella “First League Championship” (massima divisione del campionato svizzero di pallavolo maschile); “Tennis Club Lido Lugano”, polo sportivo di riferimento per la scuola tennis luganese. Sono stati analizzati dieci atleti di pallavolo, dieci di basket e dieci di tennis, per un totale di trenta soggetti. I criteri di inclusione nella selezione del campione sono stati: il sesso maschile, un’età compresa tra i dieci e i quattordici anni, una carriera sportiva di almeno cinque anni nella disciplina di appartenenza e nessuna tipologia di infortunio negli ultimi sei mesi. Il peso medio del campione è stato 48,6 Kg mentre l’altezza media 160,8 Cm. I soggetti avevano un’età media di 12,3 anni con alle spalle 6,3 anni in media di attività sportiva specifica (*Tabella 1*). Seppur la lateralità non sia stato un criterio di inclusione ventinove soggetti avevano una dominanza destra, mentre uno solo era mancino.

*Tabella 1: caratteristiche del campione analizzato*

	<b><i>Età Media (Anni)</i></b>	<b><i>Peso Medio (Kg)</i></b>	<b><i>Altezza Media (Cm)</i></b>	<b><i>Carriera Media (Anni)</i></b>
<b>Pallavolo</b>	12,2 ± 2	48,2 ± 32	160,3 ± 30	6,2 ± 3
<b>Basket</b>	12,7 ± 2	52,8 ± 18	163,9 ± 12	6,5 ± 5
<b>Tennis</b>	12,0 ± 2	44,9 ± 18	158,1 ± 22	6,1 ± 3
<b>Complessivo</b>	<b>12,3 ± 2</b>	<b>48,6 ± 32</b>	<b>160,8 ± 30</b>	<b>6,3 ± 5</b>

## 2.2 Strumentazione

La valutazione del campione selezionato è stata effettuata tramite un kit di strumenti specifici appositamente ideati per eseguire i sette test del protocollo FMS. Tali strumenti comprendono: una tavola metrica, tre bastoni metrici e un elastico (*Figura 11*).



*Figura 11: kit utilizzato per la valutazione*

## 2.3 Protocollo sperimentale

La raccolta dati è stata svolta nella palestra della “Gerra” dove si allenano gli atleti di basket della società “Lugano Tigers”, nei campi di gioco del “Tennis Club Lido Lugano” e nella palestra del “centro professionale tecnico Lugano-Trevano” dove si allenano gli atleti di pallavolo della società “Dragons Lugano”. A ciascun atleta, come previsto dal protocollo FMS, non è stato chiesto nessun riscaldamento particolare prima dell’inizio del test. Gli atleti hanno indossato la loro classica divisa di allenamento comprensiva delle calzature da gioco. Ai pallavolisti è stato chiesto di togliere le ginocchiere per evitare una limitazione nei movimenti. I soggetti sono stati chiamati singolarmente spiegando loro gli obiettivi dello studio sperimentale al quale stavano partecipando e l’importanza di queste valutazioni ai fini del loro miglioramento prestativo.

A ciascun atleta sono stati chiesti i dati antropometrici, l'età e da quanti anni praticassero la specifica disciplina. Successivamente, seguendo le linee guida del protocollo FMS riportate precedentemente, sono stati valutati tutti gli atleti selezionati, registrando i diversi punteggi ottenuti. I dati raccolti sono stati inseriti su Excel, analizzati statisticamente ed espressi come media tramite istogrammi semplici, a colonne raggruppate e grafici a torta. Tale analisi ha permesso di individuare: lo sport con punteggio totale medio più alto, il punteggio medio del singolo FM ottenuto da ognuno dei tre sport, il punteggio totale di ogni singolo atleta, la percentuale di atleti con un punteggio totale inferiore a quattordici, la percentuale di asimmetria registrata da ciascun dei tre sport per ogni FM e infine la frequenza con la quale si è verificato un punteggio inferiore o uguale a 1 per ogni FM. Quest'ultimo dato ha permesso di individuare il FM su cui effettuare la successiva sperimentazione. Come si potrà notare dai risultati il Deep Squat ha registrato otto volte un punteggio pari a uno, risultando il FM con la maggior frequenza di tale punteggio. Gli atleti che hanno ottenuto questo risultato nel Deep Squat sono stati suddivisi in due gruppi. A questi due gruppi sono stati assegnati due programmi di allenamento con differenti esercizi. Il primo gruppo ha svolto un *reverse nordic curl modificato* (Figura 12) con determinati vincoli da rispettare. In primis l'enfaticizzazione della fase eccentrica con successivo contatto glutei-talloni mantenendo il massimo allungamento per almeno due secondi. Inoltre, durante la fase eccentrica è stata concessa una minima flessione dell'anca in modo tale da favorire il contatto glutei-talloni. Viceversa, la fase concentrica non ha richiesto particolari vincoli in quanto l'obiettivo era migliorare la contrazione muscolare in allungamento. Tale esercitazione è stata svolta per un periodo complessivo di sei settimane, con una frequenza di tre sedute alla settimana. In ciascuna seduta gli atleti hanno svolto quattro serie da dodici ripetizioni con trenta secondi di recupero tra una serie e l'altra.

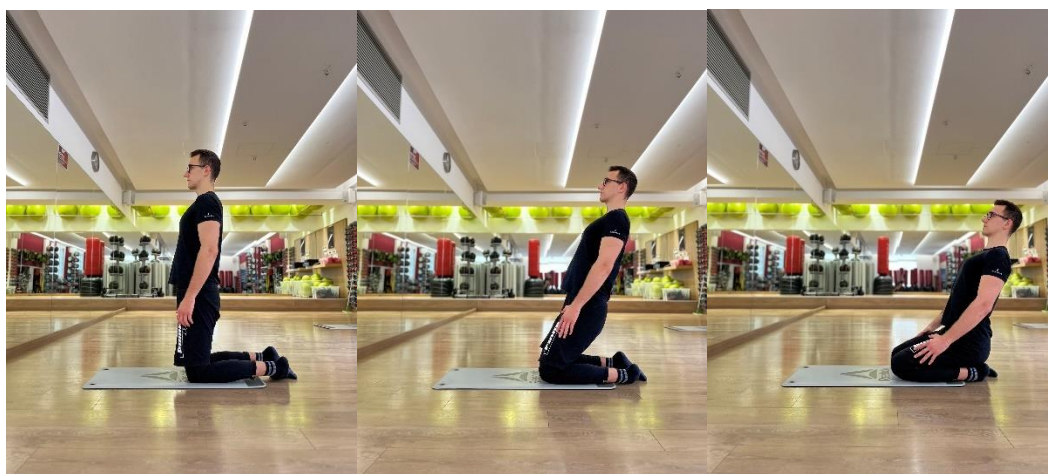


Figura 12: "reverse nordic curl modificato", esercizio proposto al primo gruppo di atleti

Il secondo gruppo ha svolto un esercizio specifico per migliorare la mobilità delle ginocchia e delle caviglie, oltre che la flessibilità del quadricipite femorale. Per distinguerlo dal precedente, tale esercizio è stato chiamato “*stretch and mobility on box*” (Figura 13). Nello specifico è stato chiesto agli atleti di portare il piede sinistro su un box poco più alto delle ginocchia mantenendo il piede destro ad una distanza tale da lasciare spazio di movimento all’arto inferiore destro. Successivamente è stato chiesto di avvicinare il più possibile la coscia sinistra al polpaccio sinistro senza muovere i piedi, mantenendo l’allungamento per due secondi, enfatizzando la mobilità del ginocchio in massima flessione. Infine, tornare alla posizione di partenza e ripetere il movimento, sempre in modo lento e controllato. Tale esercitazione è stata svolta per un periodo complessivo di sei settimane, con una frequenza di tre sedute alla settimana. In ciascuna seduta gli atleti hanno svolto quattro serie da dodici ripetizioni per ogni arto inferiore, con trenta secondi di recupero tra una serie e l’altra.

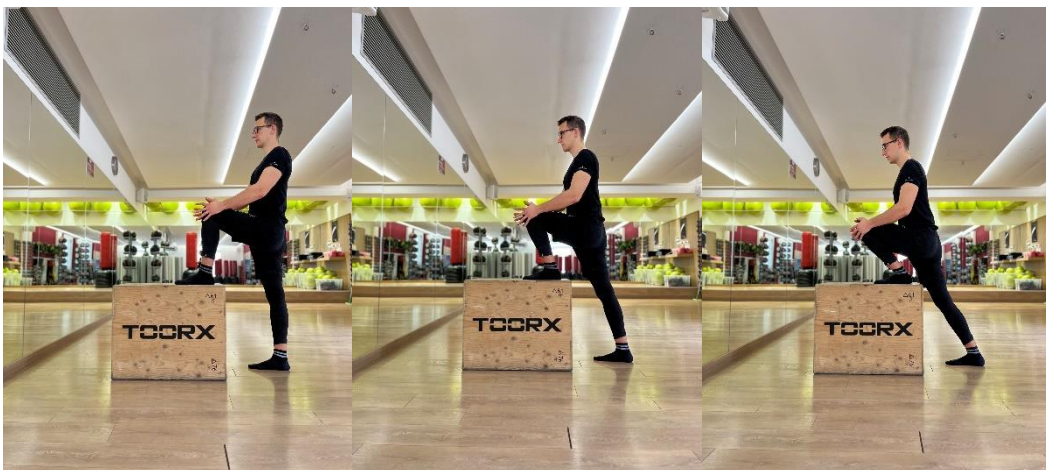
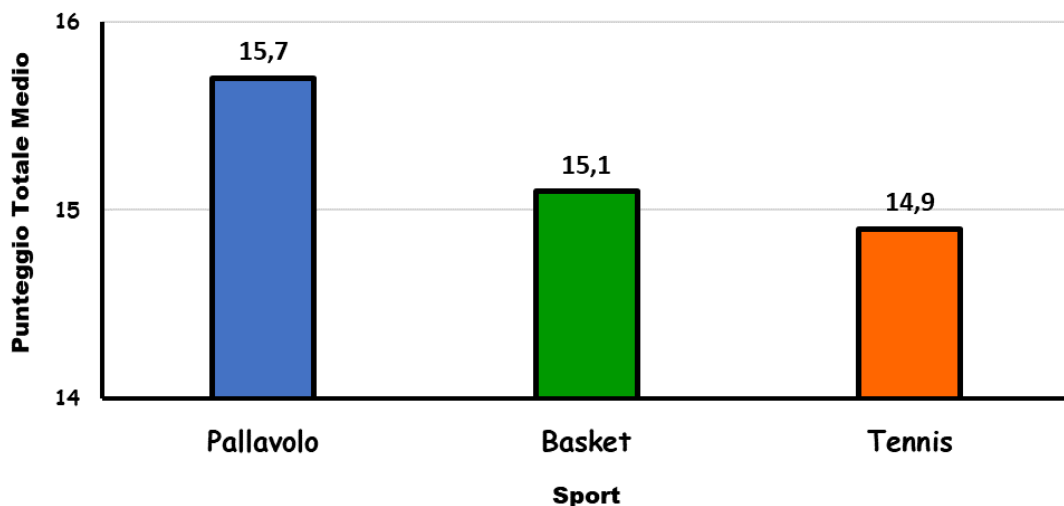


Figura 13: “*stretch and mobility on box*”, esercizio proposto al secondo gruppo di atleti

Al termine delle sei settimane gli atleti di entrambi i gruppi sono stati rivalutati esclusivamente sul Deep Squat, seguendo le stesse procedure della prima valutazione. I punteggi di ogni gruppo sono stati inseriti su Excel analizzando i dati del pre e post-training esprimendoli in media e deviazione standard. Per verificare se le differenze tra il pre e post-training di ciascun gruppo sono state statisticamente significative è stato effettuato il T-test considerando statisticamente significativi i valori del  $p\text{-value} < 0,05$ .

### 3 Risultati e discussione

La disciplina che ha registrato il punteggio totale medio più alto è stata la pallavolo con 15,7 punti, seguita dal basket con 15,1 e il tennis con 14,9 (*Grafico 1*). Se vengono presi in esame tutti gli aspetti motori-coordinativi che caratterizzano i movimenti funzionali (v. paragrafo 1.1), questi primi risultati classificano la pallavolo come lo sport complessivamente più completo tra quelli analizzati. In letteratura non ci sono studi che identificano un punteggio medio ottenuto da atleti di questi specifici sport e fascia d'età; quindi, risulta difficile avere un confronto scientifico.



*Grafico 1: punteggio totale medio ottenuto nei tre sport*

Analizzando i punteggi ottenuti dai singoli atleti si può notare come 19 sia stato il punteggio totale più alto, raggiunto da un pallavolista e un cestista (*Grafico 2.1*). A giudicare da tali risultati questi due atleti hanno sicuramente un'ottima base di partenza su cui poter costruire le loro abilità specifiche. Ciò è emerso anche da un confronto con i rispettivi allenatori, i quali hanno evidenziato le loro potenzialità tecniche. Viceversa, il punteggio più basso è stato 11, registrato da un pallavolista e da un tennista. Questo risultato è stato determinato da punteggi finali dei singoli FM pari a uno o due, con il tre raggiunto solo una volta (dal tennista nel Shoulder Mobility). Un tale punteggio è indice di forti carenze complessive, sia a livello coordinativo, sia di flessibilità muscolare nonché di stabilità dinamica. Questi tre aspetti sono infatti quelli che hanno inciso maggiormente nel punteggio.

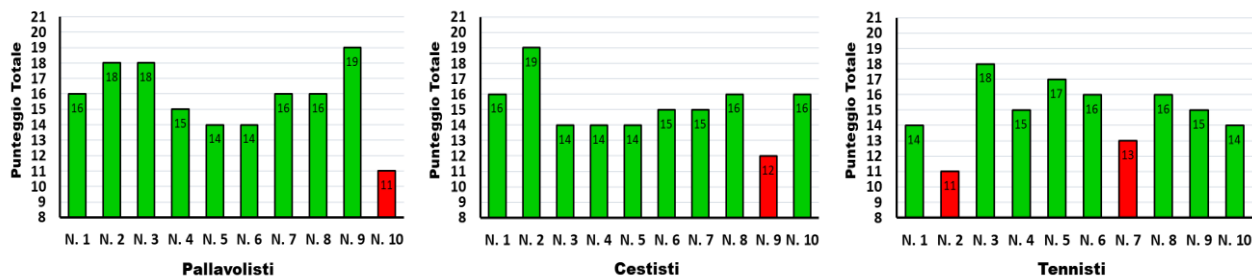


Grafico 2.1: Punteggi totali ottenuti dai singoli atleti suddivisi per sport

Come si può notare dal *grafico 2.2* la percentuale di soggetti che hanno ottenuto un punteggio inferiore a 14 è piuttosto bassa (13%). Questo significa che nel campione analizzato la probabilità di eventuali infortuni non è particolarmente così alta da richiedere una specifica prevenzione. Infatti, solo quattro soggetti (due tennisti, un cestista e un pallavolista non hanno raggiunto tale soglia). Inoltre, prendendo in considerazione ogni singolo FM, nessun atleta ha ottenuto un punteggio finale pari a zero, in quanto non è mai stato avvertito dolore durante i movimenti e i *Clearing Test* sono risultati sempre negativi.

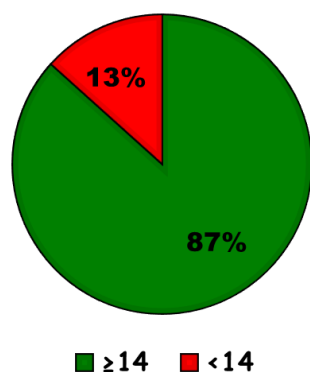


Grafico 2.2: percentuale di atleti con punteggio totale inferiore a 14 e quindi a rischio infortunio

Osservando il *grafico 3* si possono notare i punteggi medi per ogni FM ottenuti dalle tre discipline. Il Deep Squat ha registrato punteggi piuttosto bassi nel basket e nel tennis. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che in entrambi gli sport è richiesta raramente una massima accosciata. Viceversa, nella pallavolo tale movimento è molto più frequente, infatti in fase di ricezione o difesa, per intercettare la palla diretta al suolo, è richiesto un repentino piegamento bilaterale di ginocchia e caviglie.

Nell'Hurdle Step i soggetti analizzati hanno ottenuto quasi tutti un punteggio pari a due; infatti, solo quattro pallavolisti e quattro tennisti sono riusciti ad ottenere il punteggio massimo. Nonostante tutti gli atleti siano riusciti a superare l'ostacolo (ottenendo un punteggio superiore a 1) la maggior parte di essi ha riscontrato difficoltà nel mantenere il bastone parallelo all'ostacolo, inclinando il busto lateralmente sul piano frontale. Questa compensazione aiuta a non perdere completamente l'equilibrio e permette di concludere il movimento. Tuttavia evidenzia una scarsa stabilità del core, il quale, non essendo sufficientemente forte, destabilizza il soggetto. Come sappiamo, la fase sensibile della forza, in cui è possibile massimizzare il suo sviluppo, si presenta dopo i quattordici anni. In questo caso quindi, il raggiungimento di un punteggio pari a tre risulta chiaramente più complesso, in quanto la forza stabilizzatrice del core ricopre un ruolo fondamentale. Seppure l'errore più comune sia stato l'inclinazione del tronco sul piano frontale, in alcuni soggetti si è notata anche un'extrarotazione dell'anca con inversione della caviglia. Questo compenso è dovuto a una leggera limitazione della mobilità dell'anca in flessione. Tuttavia vista la bassa percentuale di atleti in cui questo evento si è verificato, non sarebbe significativa un'eventuale differenza tra le tre discipline.

L'Inline Lunge è stato il FM con i risultati più inaspettati. Infatti, considerando che tale FM porta il corpo in una situazione di stress derivante da movimenti rotazionali, laterali e di decelerazione ci si aspetta ottimi risultati in tennisti e cestisti. In questi due sport, infatti, sono molto frequenti cambi di direzione e cambi di senso. Tuttavia, una scarsa flessibilità dei quadricipiti abbinata ad un'insufficiente mobilità della caviglia, ha portato diversi soggetti, soprattutto cestisti, a non concludere il movimento, non arrivando a toccare la tavola con il ginocchio, perdendo di conseguenza molto spesso l'equilibrio. Tennisti e cestisti, nonostante una buona stabilità rotazionale (sviluppata grazie alla ripetizione di gesti tecnici specifici richiesti nei loro sport), non sono riusciti ad ottenere un punteggio piuttosto alto. Come si può notare dal grafico il loro punteggio medio è stato rispettivamente di 2,2 e 1,9. Seppur gli atleti di entrambe le discipline abbiano riscontrato deficit di flessibilità dei muscoli anteriori della coscia e mobilità della caviglia, il punteggio più alto dei tennisti potrebbe essere dovuto ad una maggior frequenza di cambi di direzione e decelerazioni nel loro modello prestativo. Questi deficit di flessibilità e mobilità non sono emersi nei pallavolisti, i quali hanno ottenuto un punteggio medio di 2,6. Infatti sette su dieci hanno eseguito correttamente il movimento ottenendo il massimo punteggio.

Il Shoulder Mobility è stato il FM con il punteggio medio più alto in tutti i tre sport (2,8 nel basket, 2,7 nel tennis e 2,6 nella pallavolo). Considerando la pochissima differenza di tali punteggi è possibile dedurre una forte predisposizione, da parte di tutte tre le discipline, nello sviluppare un'eccellente mobilità dell'articolazione scapolo-omerale.

Tale articolazione, infatti, viene frequentemente sollecitata in questi sport. Il terzo tempo nel basket, lo smash nel tennis e il servizio nella pallavolo, sono solo alcuni esempi in cui viene coinvolta fortemente questa articolazione. La percentuale di range of motion (ROM) dell'articolazione scapolo-omerale dev'essere inevitabilmente molto alta, altrimenti il potenziale di un atleta sarebbe compromesso. Infatti, una buona coordinazione e una discreta forza esplosiva non potranno mai compensare un eventuale deficit di mobilità a livello della spalla, in quanto ciò limiterebbe fortemente il movimento. Inoltre un eventuale punteggio basso nel Shoulder Mobility indicherebbe una maggiore probabilità di infortunio, soprattutto se il soggetto analizzato pratica uno sport in cui l'articolazione scapolo-omerale è determinante.

L'ASLR ha registrato punteggi medi piuttosto alti nel basket e nel tennis (rispettivamente 2,4 e 2,3) ma estremamente bassi nella pallavolo (1,7). Tale FM è stato inserito nel protocollo per valutare la mobilità dell'anca, la dissociazione volontaria degli arti inferiori con stabilizzazione del core, ma soprattutto la flessibilità degli ischio-crurali. Quest'ultimo aspetto viene preso spesso in considerazione nella preparazione atletica, in quanto è strettamente correlato ad un maggior rischio di infortuni. Tuttavia, la maggior parte delle volte, viene commesso l'errore di soffermarsi esclusivamente sulla valutazione della flessibilità passiva. L'efficacia dell'ASLR, invece, è proprio quella di andare a valutare la cosiddetta flessibilità funzionale degli ischio-crurali, cioè quella flessibilità espressa in modo attivo, assolutamente necessaria e fondamentale nella prestazione sportiva. Tale flessibilità risulta determinante in sport come il tennis e il basket. Infatti, le gestualità che aumentano il rischio di infortunio ai flessori, sono caratterizzate dalle alte velocità richieste dal gioco, dagli arresti improvvisi, dalle ripartenze, dai repentini cambi di direzione e dalle azioni tecnico specifiche ad alta velocità. I risultati emersi da questo FM risaltano l'ottima flessibilità degli ischio-crurali sia nei tennisti che nei cestisti, i quali hanno inoltre dimostrato una buona capacità nel dissociare gli arti inferiori, tramite l'estensione attiva di anca e ginocchio controlaterali all'arto sollevato. I pallavolisti, invece, hanno mostrato difficoltà nel portare il malleolo oltre il bastone senza flettere le ginocchia. Su dieci analizzati, infatti, solo due sono stati in grado di ottenere il massimo punteggio. Inoltre, la metà di essi non sono riusciti ad oltrepassare con il malleolo la rotula controlaterale, ottenendo un punteggio pari a uno. Tali punteggi sono dovuti ad un deficit funzionale che coinvolge la flessibilità degli ischio-crurali. Nei pallavolisti la scarsa flessibilità degli ischio-crurali è stata causata dalla retrazione di tale gruppo muscolare, il quale è apparso leggermente contratto e accorciato.

Il TSP ha registrato il punteggio medio più alto nel basket (2,5), a seguire la pallavolo (2,3) e il tennis (2). Questi risultati dimostrano come i cestisti abbiano una buona stabilità del tronco durante i movimenti di spinta bilaterali degli arti superiori.



Nel modello prestativo di tale disciplina è spesso richiesto un movimento simile; ad esempio, il passaggio, uno dei fondamentali del basket, rispecchia fortemente questo FM. Nella pallavolo un esempio in cui è richiesta stabilità durante un coinvolgimento bilaterale degli arti superiori è rappresentato dal muro. Nel tennis vi sono meno gesti tecnici simili a questo FM; tuttavia, ciò non giustifica un punteggio più basso rispetto alla pallavolo e al basket. Infatti, la stabilità del tronco permette di trasferire forza dagli arti superiori a quelli inferiori e viceversa. Un punteggio basso in tale FM potrebbe indicare una dispersione di energia cinetica durante la prestazione con una conseguente performance poco funzionale. Inoltre è opportuno sottolineare come questo FM richieda una discreta forza di pettorali, tricipiti e spalle che contribuiscono alla corretta esecuzione del movimento. Tuttavia, nonostante ci siano stati casi in cui la forza è stata limitante, tali situazioni hanno riguardato in maniera pressoché simile tutti i tre sport.

Nel Rotary Stability nessun atleta è riuscito ad eseguire correttamente il movimento; quindi, i punteggi medi sono stati inferiori a due in tutti gli sport. Nello specifico la pallavolo e il basket hanno registrato entrambi un punteggio medio di 1,9 mentre il tennis di 1,5. Questo FM è sicuramente il più complicato dei sette in quanto richiede una forte stabilità asimmetrica del core, dell'anca e della spalla durante un movimento rotazionale sui piani sagittale e trasversale. Infatti, senza quest'ultima, diventerebbe impossibile mantenere e gestire il centro di massa e il corpo non sarebbe più allineato. Viceversa un movimento in diagonale, in cui il ginocchio tocca il gomito controlaterale, necessita di una stabilità simmetrica del core, la quale a differenza della precedente non ha registrato particolari deficit. L'unico sport in cui nel movimento in diagonale non si sono visti netti miglioramenti è stato il tennis. La metà dei tennisti analizzati, infatti, ha ottenuto un punteggio pari a uno, dimostrando una limitata stabilità del core e dell'anca.

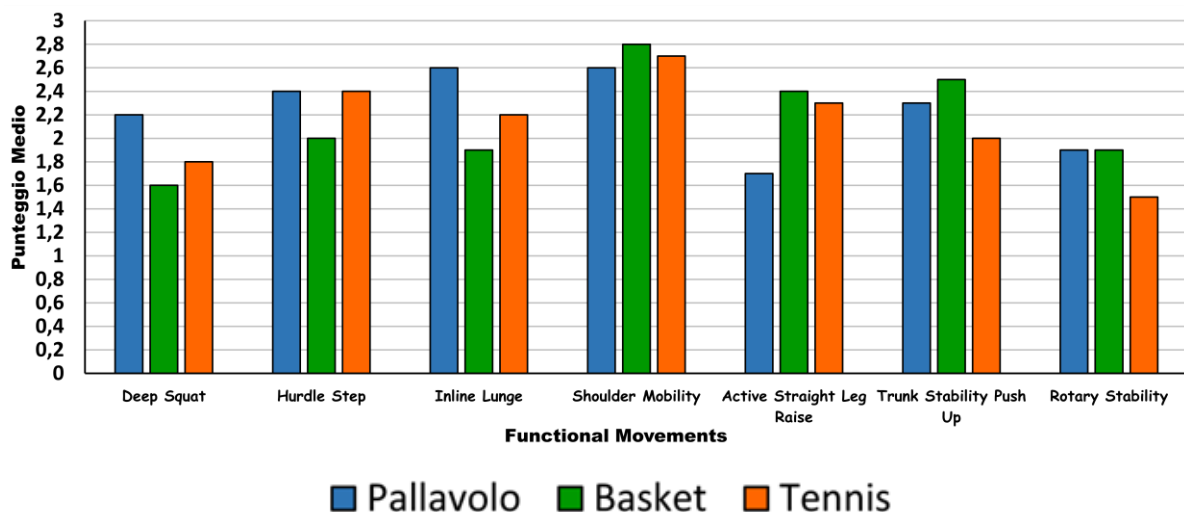
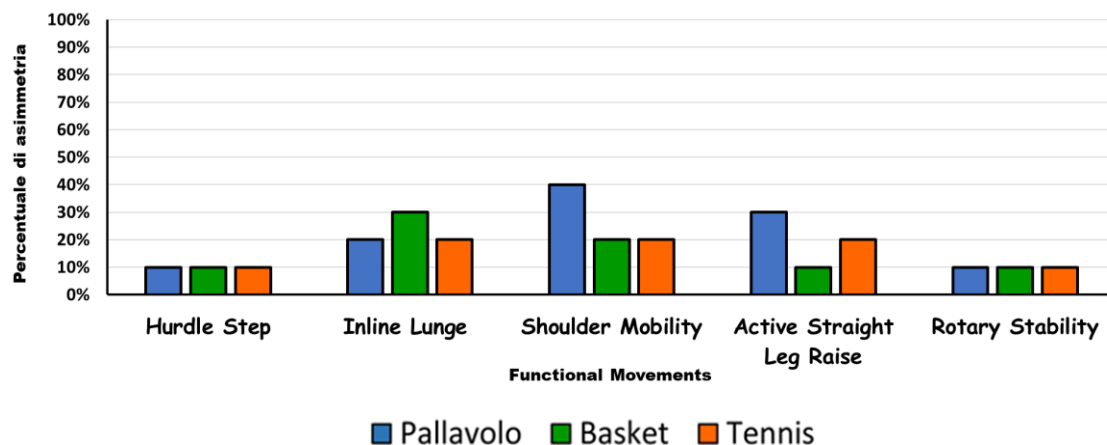


Grafico 3: punteggio finale medio ottenuto dai tre sport per ogni FM

La percentuale di atleti che hanno registrato asimmetrie varia a seconda dello sport praticato (*Grafico 4*). Solo nell’Hurdle Step e nel Rotary Stability la percentuale di asimmetrie era uguale per ciascuno dei tre sport (10%). L’Inline Lunge ha registrato asimmetrie nel 20% degli atleti di pallavolo e tennis mentre nel 30% dei cestisti. Il Shoulder Mobility ha invece registrato una forte componente asimmetrica nella pallavolo, dove la spalla dell’arto dominante ha ottenuto nel 40% dei casi un punteggio più alto rispetto a quella dell’arto non dominante. Una tale asimmetria poteva essere ipotizzabile anche nel tennis, tuttavia, nonostante sia stata registrata (20%), non è risultata così evidente come nei pallavolisti. La stessa percentuale del tennis è stata registrata anche nel basket. Nell’ASLR sono stati i pallavolisti che hanno avuto la più alta percentuale di asimmetria (30%) dimostrando un leggero deficit asimmetrico di flessibilità degli ischio-crurali a favore dell’arto dominante. A seguire il tennis con il 20% e il basket con solo il 10%.

In linea generale non vi sono state eccessive limitazioni e disequilibri tra lato destro e sinistro del corpo. Lo sport che ha registrato la percentuale media più alta di asimmetria è stata la pallavolo, la quale ha superato persino il tennis. Tuttavia, come detto precedentemente, non si sono registrati valori allarmanti.



*Grafico 4: percentuale di asimmetrie registrate dai tre sport per i FM con esecuzione monolaterale*

Infine, per quanto riguarda il secondo obiettivo di tale studio, sono stati testati nuovamente gli otto atleti che hanno ottenuto un punteggio pari a uno nel deep squat. Quest’ultimo è stato infatti il FM con la frequenza più alta di punteggi pari a uno, seguito dall’Inline Lunge e Rotary Stability con sette atleti, dall’ASLR con sei atleti e dal TSP con cinque atleti. L’Hurdle Step e il Shoulder Mobility invece non hanno registrato nessuno punteggio pari a uno (*Grafico 5*).

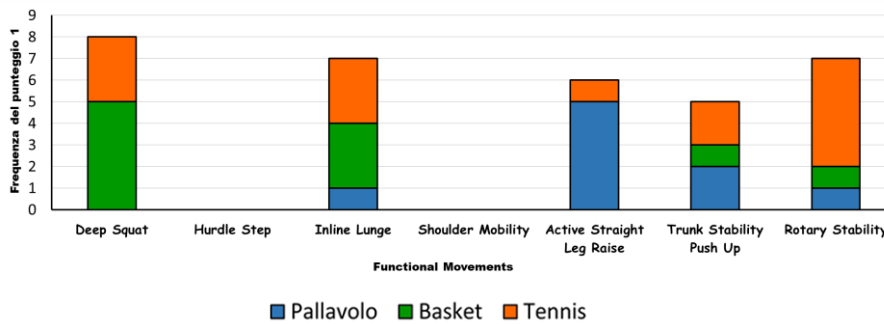


Grafico 5: frequenza del punteggio 1 per ogni FM

Gli otto atleti che hanno ottenuto solo un punto nel Deep Squat non sono riusciti ad eseguire nel modo corretto tale FM neppure con la tavola sotto i talloni. Per questo motivo è stato ipotizzato un deficit di mobilità non soltanto a livello dell'articolazione della caviglia, bensì anche a livello dell'articolazione del ginocchio. Inoltre, osservando l'esecuzione dell'Inline Lunge, è stata ipotizzata anche una scarsa flessibilità del muscolo quadricipite femorale, la quale non ha permesso di arrivare a toccare la tavola con il ginocchio, limitando fortemente il movimento. Viceversa, un possibile deficit di mobilità dell'anca è stato in parte escluso, in quanto osservando l'esecuzione dell'Hurdle Step non sono apparse particolari problematiche in tal senso. Inoltre, osservando gli ottimi risultati del Shoulder Mobility, è stato escluso un deficit di mobilità a livello di spalle, regione scapolare e colonna vertebrale, il quale, se viceversa fosse presente, causerebbe difficoltà durante il Deep Squat, in quanto non permetterebbe di mantenere il bastone in allineamento verticale con i piedi. In linea generale, quindi, è stata riscontrata una scarsa mobilità a livello di caviglie e ginocchia e una ridotta flessibilità del quadricipite femorale. Tali condizioni non hanno permesso il raggiungimento della massima accosciata (femore sotto il parallelo), favorendo un'eccessiva flessione del tronco sul piano sagittale (tronco non parallelo alla tibia) e un leggero valgismo. Partendo dalle suddette considerazioni, si è cercato di migliorare la mobilità articolare e la flessibilità muscolare proponendo le due esercitazioni (Figura 12, Figura 13). I due gruppi di atleti hanno svolto tali esercitazioni seguendo i criteri descritti nel protocollo sperimentale, rispettando volumi e frequenza di allenamento per tutte le sei settimane. Al termine di tale periodo, per verificare se le due proposte di allenamento sono state efficaci, è stato chiesto ai due gruppi di eseguire nuovamente il Deep Squat, tramite le modalità con cui era stato svolto la prima volta. Nel gruppo che ha svolto il "reverse nordic curl modificato" i punteggi ottenuti nella seconda valutazione sono aumentati in due atleti su quattro, mentre nel gruppo che ha svolto lo "stretch and mobility on box" i punteggi sono aumentati in tre atleti su quattro (Tabella 2). Nello specifico gli atleti sono passati da un punteggio di uno a un punteggio di due, mostrando un notevole miglioramento nella mobilità delle ginocchia e nella flessibilità del quadricipite femorale, riuscendo quindi ad eseguire il movimento in modo corretto con la tavola sotto i talloni.

Gli atleti che hanno raggiunto il punteggio due hanno successivamente provato ad eseguire il movimento senza la tavola sotto i talloni, in modo tale da verificare l'eventuale raggiungimento di un punteggio pari a tre. Tuttavia, la maggior parte degli atleti non sono riusciti a scendere sotto il parallelo con il femore e i pochi che ci sono riusciti hanno compensato il movimento con un leggero valgismo o con un'eccessiva inclinazione del tronco.

Tabella 2: punteggi finali pre e post-training del Deep Squat negli atleti che hanno eseguito il "reverse nordic curl modificato" (A) e punteggi finali pre e post-training del Deep Squat negli atleti che hanno eseguito lo "stretch and mobility on box" (B)

Atleti	Pre-Training	Post-Training
N.1	1	1
N.2	1	2
N.3	1	2
N.4	1	1
Media	1	1,50
std	0	0,58
t-test	0,18	

A

Atleti	Pre-Training	Post-Training
N.1	1	2
N.2	1	1
N.3	1	2
N.4	1	2
Media	1	1,75
std	0	0,50
t-test	0,06	

B

Nonostante l'analisi statistica tramite t-test non abbia dimostrato una differenza statisticamente significativa ( $p\text{-value} = 0,18$  nel primo gruppo e  $p\text{-value} = 0,06$  nel secondo gruppo) entrambe le esercitazioni sono risultate piuttosto efficaci (Tabella 2). In particolare la seconda esercitazione ha permesso a tre atleti su quattro di migliorare il loro movimento correggendo i deficit emersi nella prima valutazione. La mobilità del ginocchio e la flessibilità del quadricipite femorale sono sensibilmente aumentate (Grafico 6).

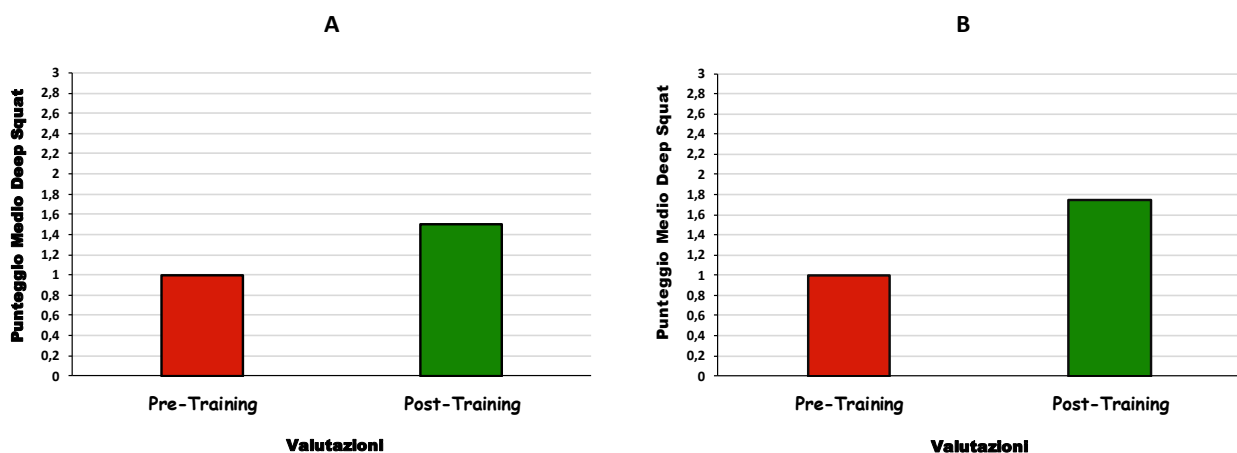


Grafico 6: punteggi finali medi pre e post-training del Deep Squat nel gruppo che ha eseguito il "reverse nordic curl modificato" (A) e punteggi finali medi pre e post-training del Deep Squat nel gruppo che ha eseguito lo "stretch and mobility on box" (B)

## 4 Conclusioni

Il protocollo FMS è stato spesso utilizzato per prevenire gli infortuni, concentrando la valutazione su un'unica disciplina sportiva o su singoli atleti. Inoltre non è mai stata dimostrata l'efficacia di eventuali esercizi correttivi su giovani atleti. In questo studio sono stati scelti tre sport non completamente differenti tra loro; infatti, pallavolo basket e tennis presentano alcuni aspetti in comune, tra cui il forte coinvolgimento tecnico degli arti superiori e il focus principale sulla palla. Ciò ha permesso di ottenere risultati validi e non frutto di modelli prestativi completamente differenti. Tramite questo studio è stato possibile definire la pallavolo come la disciplina più completa da un punto di vista di movimenti funzionali. Infatti, i risultati hanno dimostrato una buona mobilità delle articolazioni principali, soprattutto a livello scapolo-omeroale, dove tuttavia hanno ottenuto un ottimo punteggio anche il basket e il tennis. Questi ultimi, viceversa, hanno dimostrato delle carenze rispetto alla pallavolo in diversi FM, tra cui il Deep Squat e l'Inline Lunge. Nel primo il problema principale è stato il raggiungimento della massima accosciata a causa di una scarsa mobilità articolare a livello di caviglie e ginocchia, accompagnata da una limitata flessibilità del quadricipite femorale. Nel secondo caso, invece, il tennis e il basket hanno dimostrato una buona stabilità rotazionale, grazie anche ai frequenti cambi di senso e direzione durante la performance sportiva. Tuttavia, una scarsa mobilità della caviglia non ha permesso loro di eseguire correttamente tale FM. L'unico punto debole della pallavolo è stato l'ASLR a causa di una ridotta flessibilità degli ischio-crurali, la quale non ha permesso alla metà dei pallavolisti analizzati di raggiungere con il malleolo la rotula controlaterale, ottenendo così solo un punto. Inoltre, in tutti i tre sport, nei test in cui era necessaria una discreta forza per contribuire alla perfetta esecuzione del movimento, la leggera carenza di quest'ultima ha influito negativamente sui punteggi finali. Tale aspetto è stato sin da subito considerato accettabile, in quanto, la fase sensibile della forza, in cui è possibile massimizzare il suo sviluppo, si presenta principalmente dopo i quattordici anni. Tuttavia, vista l'esigua rilevanza che l'espressione di forza ha nel protocollo FMS, l'età scelta non è stato ritenuto un parametro limitante, viceversa è stato considerato un criterio fondamentale per individuare, a livello giovanile, le principali differenze e i relativi punti deboli di ciascuno dei tre sport. Infatti, in letteratura, non solo non sono stati confrontati sport tra loro tramite questo protocollo, ma non sono stati neppure analizzati atleti così giovani. In realtà, correggere i movimenti funzionali sin dalla giovane età permette successivamente di esprimere ottime capacità condizionali, necessarie per ottimizzare la performance. Inoltre, permette di correggere eventuali eccessive asimmetrie.

In questo studio sono emerse particolari asimmetrie nella mobilità scapolo-omerale. Nel Shoulder Mobility, infatti, la pallavolo ha registrato un punteggio più alto con la spalla dominante rispetto a quella non dominante. Inoltre, tale asimmetria, è risultata superiore anche a quella del tennis, considerato spesso come uno sport fortemente asimmetrico. Infine, questo studio ha permesso di individuare due esercitazioni efficaci nel miglioramento del Deep Squat. In particolare, specialmente la seconda proposta di allenamento, ha permesso di correggere nel 75% degli atleti, l'esecuzione del movimento. La flessibilità del quadricipite femorale e la mobilità articolare di caviglie e ginocchia sono nettamente migliorate, permettendo una perfetta esecuzione con la tavola sotto i talloni. Studi futuri potrebbero valutare giovani atleti di altre discipline sportive, le quali potrebbero essere confrontate tra loro basandosi sui dati ottenuti in questo studio. Inoltre, sarebbe interessante individuare e dimostrare l'efficacia di esercizi correttivi su giovani atleti negli altri sei movimenti funzionali.

## 5 Referenze

1. Cook, G. (2010). *Functional Movement Systems*. Aptos, CA: On Target Publications.
2. Priscila dos Santos Bunn, Allan Inoue Rodrigues, Elirez Bezerra da Silva, The association between the functional movement screen outcome and the incidence of musculoskeletal injuries: A systematic review with meta-analysis, *Physical Therapy in Sport*, Volume 35, 2019, Pages 146-158, ISSN 1466-853X.
3. Zarei M, Soltanirad S, Kazemi A, Hoogenboom BJ, Hosseinzadeh M. Composite functional movement screen score predicts injuries in youth volleyball players: a prospective cohort study. *Sci Rep*. 2022 Nov 23;12(1):20207. doi: 10.1038/s41598-022-24508-8. PMID: 36418436; PMCID: PMC9684421.
4. Shimoura K, Nakayama Y, Tashiro Y, Hotta T, Suzuki Y, Tasaka S, Matsushita T, Matsubara K, Kawagoe M, Sonoda T, Yokota Y, Aoyama T. Association Between Functional Movement Screen Scores and Injuries in Male College Basketball Players. *J Sport Rehabil*. 2019 Oct 18;29(5):621-625. doi: 10.1123/jsr.2017-0351. PMID: 31094624.
5. Minick KI, Kiesel KB, Burton L, Taylor A, Plisky P, Butler RJ. Interrater reliability of the functional movement screen. *J Strength Cond Res*. 2010 Feb;24(2):479-86. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c09c04. PMID: 20072050.
6. Teyhen DS, Shaffer SW, Lorenson CL, Halfpap JP, Donofry DF, Walker MJ, Dugan JL, Childs JD. The Functional Movement Screen: a reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012 Jun;42(6):530-40. doi: 10.2519/jospt.2012.3838. Epub 2012 May 14. PMID: 22585621.
7. Liao, T., Zheng, W., & Meng, Y. (2017). Application of Functional Movement Screen to the Evaluation of Youth's Physical Health. In: Salmon P., Macquet AC. (eds) *Advances in Human Factors in Sports and Outdoor Recreation*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 496. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41953-4\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41953-4_17)

8. Scudamore EM, Stevens SL, Fuller DK, Coons JM, Morgan DW. Use of Functional Movement Screen Scores to Predict Dynamic Balance in Physically Active Men and Women. *J Strength Cond Res.* 2019 Jul;33(7):1848-1854. doi: 10.1519/JSC.0000000000002829. PMID: 30216249.
9. Lee M, Youm C, Noh B, Park H. Low composite functional movement screen score associated with decline of gait stability in young adults. *PeerJ.* 2021 Apr 30;9: e11356. doi: 10.7717/peerj.11356. PMID: 33987024; PMCID: PMC8092110.
10. Fitton Davies K, Sacko RS, Lyons MA, Duncan MJ. Association between Functional Movement Screen Scores and Athletic Performance in Adolescents: A Systematic Review. *Sports (Basel).* 2022 Feb 22;10(3):28. doi: 10.3390/sports10030028. PMID: 35324637; PMCID: PMC8954950.
11. Liang YP, Kuo YL, Hsu HC, Hsia YY, Hsu YW, Tsai YJ. Collegiate baseball players with more optimal functional movement patterns demonstrate better athletic performance in speed and agility. *J Sports Sci.* 2019 Mar;37(5):544-552. doi: 10.1080/02640414.2018.1514711. Epub 2018 Sep 6. PMID: 30188249.
12. Majewska J, Kołodziej-Lackorzyńska G, Cyran-Grzebyk B, Szymczyk D, Kołodziej K, Wądołkowski P. Effects of Core Stability Training on Functional Movement Patterns in Tennis Players. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Nov 30;19(23):16033. doi: 10.3390/ijerph192316033. PMID: 36498108; PMCID: PMC9740142.