



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**L'ASIMMETRIA E IL RISCHIO DI INFORTUNIO NELLA SCHERMA**

Relatore: Prof.ssa Tatiana Moro

Laureando: Alice Ilde Spinelli

N° di matricola: 2010348

Anno Accademico 2022/2023



# INDICE

## **Introduzione**

### **1. La scherma: presentazione sport e prestazioni fisiche**

1.1 Caratteristiche della scherma

1.2 Caratteristiche fisiologiche

1.2.1 Caratteristiche antropometriche

1.2.2 La forza

1.2.3 Mobilità articolare e flessibilità

1.2.4 Meccanismo aerobico e anaerobico

### **2. Analisi del rapporto tra postura e asimmetria nello sport**

2.1 Meccanismi fisiologici alla base del controllo posturale

2.2 Ruolo dell'equilibrio nella performance sportiva e nel rischio infortuni

### **3. Infortuni comuni nella pratica della scherma**

3.1 Analisi biomeccanica della posizione di guardia e dell'affondo

3.2 Infortuni comuni

3.2.1 Localizzazione degli infortuni

3.2.2 Principali tipologie di infortunio

### **4. Proposte operative per il recupero motorio**

4.1 Proposte di trattamento e prevenzione dell'asimmetria

4.2 Il recupero motorio post infortunio nella scherma

4.2.1 Le fasi del recupero motorio

## **Conclusioni**

## **Bibliografia**



## **Introduzione**

La scherma è uno degli sport asimmetrici per eccellenza. Gli atleti di scherma si sottopongono fin da bambini ad allenamenti che coinvolgono soprattutto il lato del corpo dominante, proprio per natura dello sport. Con il passare del tempo e la crescita del livello dell'atleta, gli allenamenti saranno più frequenti e intensi e si creeranno negli schermatori una serie di compensi messi in atto dal corpo in risposta alla crescita asimmetrica del lato dominante del corpo. L'uso eccessivo e ripetitivo delle stesse articolazioni e degli stessi muscoli, senza un adeguato programma di preparazione atletica che preveda l'utilizzo di entrambi i lati del corpo senza distinzioni, può portare a infortuni più o meno gravi che nella scherma colpiscono prevalentemente gli arti inferiori. Risulta quindi necessario al fine della salute e del benessere dell'atleta, oltre che di una migliore performance, la creazione di programmi di allenamento che migliorino o mantengano la differenza fisiologica tra i lati del corpo dello schermatore, riducendo il rischio di infortuni. Tramite lo studio delle caratteristiche antropometriche e fisiologiche dell'atleta di scherma, delle caratteristiche dello sport, del modello prestativo e della biomeccanica, è possibile determinare quali siano le metodologie di allenamento più appropriate da sottoporre ad uno schermatore. Infine, perché l'allenamento risulti completamente efficace è importante rendere l'atleta consapevole di ciascuna metodologia di allenamento, in modo che svolga gli esercizi conoscendone l'utilità e spingendolo a conoscere se stesso, il proprio corpo e i propri limiti per dare sempre il massimo senza tralasciare nessun particolare dell'allenamento.



# 1 LA SCHERMA: PRESENTAZIONE DELLO SPORT E PRESTAZIONI FISICHE

## 1.1 Caratteristiche della scherma

La scherma è uno sport individuale di combattimento con armi e situazionale, entrato a fare parte dei Giochi Olimpici ad Atene nel 1896. In un assalto di scherma, i due tiratori si affrontano corpo a corpo, con l'obiettivo di toccare l'avversario mediante l'utilizzo della propria arma. Negli assalti di eliminazione diretta, viene nominato vincitore lo schermatore che per primo raggiunge le 15 stoccate, oppure colui che alla fine del tempo (3 tempi da 3 minuti ciascuno) si trova in vantaggio. L'assalto si svolge su una pedana lunga 14 metri e larga 1,5 metri, lungo la quale i tiratori si muovono avanti e indietro con l'obbligo di non voltare mai le spalle all'avversario, pena l'ammonizione (Sitoweb Federazione Italiana Scherma).

Le armi utilizzate sono di 3 tipi: spada, fioretto e sciabola.

La **spada** è l'arma che discende direttamente dai duelli del passato, il bersaglio valido corrisponde all'intero corpo dell'avversario e si può colpire unicamente di punta, con possibilità di assegnazione di un punto a ciascun tiratore quando le due punte arrivano a bersaglio entro un intervallo di tempo pari a 40-50 millisecondi (*colpo doppio*): l'incontro di spada è caratterizzato da un lungo tempo di studio dell'avversario, con lo scopo di trovare i punti deboli e costruire una strategia utile a fare punto senza subirlo, per questo è l'arma in cui maturità ed esperienza sono fattori determinanti per il successo.

Il **fioretto** ha come bersaglio il tronco dell'avversario, delimitato da un giubbetto elettrico di colore grigio, e può colpire solo di punta, ma a differenza della spada, il fioretto si basa sulle regole della *convenzione*, secondo le quali il punto è assegnato al tiratore in attacco, non è quindi prevista la possibilità del colpo doppio: il fioretto è considerata l'arma più indicata per iniziare i bambini, perché molto leggera e semplice da maneggiare.

La **sciabola**, a differenza delle due armi precedenti, può colpire un bersaglio che comprende tutta la parte superiore del corpo, con esclusione quindi delle gambe, di punta, di taglio (parte inferiore della lama) o di controtaglio (parte superiore della lama): queste modalità di utilizzo della sciabola la rendono l'arma più veloce ed esplosiva, in aggiunta al fatto che anche alla sciabola sono applicate le regole della convenzione (<https://federscherma.it/le-armi/>).

## **1.2 Caratteristiche fisiologiche e prestazionali**

Una competizione di scherma può durare fino a 9-11 ore, delle quali però il tempo effettivo di assalti è pari a solo il 18% (Iglesias Y., 1998). All'interno di un assalto, gli schermatori arrivano facilmente a sviluppare alti livelli di intensità, in quanto le azioni che si susseguono sono molto brevi ed estremamente rapide (Roi Bianchedi 2008): tra l'avvio dell'azione da parte dell'arbitro e la successiva interruzione, i tiratori possono muoversi sulla pedana provando a colpire l'avversario anche più volte.

### **1.2.2 Caratteristiche antropometriche**

La scherma è uno sport asimmetrico in quanto gli schermatori utilizzano principalmente il lato del corpo dominante. L'area della sezione trasversale del muscolo (*cross-sectional area*, CSA) risulta essere sempre significativamente diversa tra i muscoli di braccio, avambraccio (**Tabella 1**), coscia e polpaccio del lato dominante e quelli del lato non dominante (Tsolakis 2006). Inoltre, Nystrom J. et al. hanno riscontrato una maggiore CSA dei muscoli di entrambe le gambe in un gruppo di schermatori rispetto ad un gruppo di studenti e uno di body builders.

	Dominant (cm <sup>2</sup> ) [mean ± SD]	Non-dominant (cm <sup>2</sup> ) [mean ± SD]	Difference (%)
Men's foil	53.9 ± 4.8	47.6 ± 4.3	-12*
Women's foil	37.7 ± 3.6	33.6 ± 4.0	-11*
Men's épée	58.3 ± 3.9	51.8 ± 3.5	-12*
Women's épée	36.6 ± 2.0	32.2 ± 2.5	-10*

\* p < 0.05.

Tabella 1 CSA dei muscoli dell'avanbraccio dominante e non dominante di schermatori preso da Roi GS, Bianchedi D. The science of fencing: implications for performance and injury prevention. Sports Med. 2008;38(6):465-81. doi: 10.2165/00007256-200838060-00003. PMID: 18489194.

### 1.2.3 La forza

La posizione tipica della scherma viene chiamata "posizione di guardia". Nella posizione di guardia spiegata nel libro "Quaderni della scuola dello sport – Quaderni di scherma" a cura di Marco Arpino e Mario Gulinelli - che riporta lo studio "Trattato della scuola centrale dello sport del maestro Giuseppe Mangiarotti" - i piedi si trovano su due linee perpendicolari, il piede anteriore, quello dell'arto dominante, è rivolto verso l'avversario, il piede posteriore si trova ad una distanza che viene definita di un piede e mezzo dal tallone del piede anteriore ed è posto lungo una linea immaginaria perpendicolare al piede dominante. Entrambe le articolazioni del ginocchio sono piegate a formare un angolo al ginocchio di circa 30° (Nystrom J.1990 ). Il busto è eretto e il peso distribuito su entrambi gli arti inferiori. L'arto superiore anteriore, quello dominante, è armato e flessò al gomito e mantiene l'arma rivolta verso l'avversario. L'arto posteriore, definito "non armato", è utilizzato dallo schermitore per mantenere l'equilibrio e conferire una maggior spinta durante l'esecuzione dell'affondo, viene mantenuto lungo il fianco posteriore leggermente flessò.

Considerando la posizione di guardia, così come è stata spiegata, il tipico molleggio sugli arti inferiori e i continui cambi di direzione eseguiti durante un assalto di scherma, appare chiara la differenza di CSA tra arti dominanti e no, di cui si è parlato in precedenza. Tale asimmetria antropometrica,

comporta che la forza espressa dai diversi arti risulti essere differente, sebbene sia necessario distinguere tra la forza statica e la forza dinamica. Secondo diversi autori (Lavoie JM.1995, Margonato V, Roi GS, Cerizza C, et al.,1994, Nystrom J. 1990), la forza isometrica degli arti inferiori non risulta essere significativamente diversa, in quanto sia l'arto dominante che quello non dominante assumono circa la medesima posizione (Nystrom J. 1990). Per quanto riguarda gli arti superiori, e in particolare le mani, mediante l'*handgrip test* è stata riscontrata una differenza di forza del 10% tra le due mani. Tuttavia, la resistenza alla forza sembra non avere valori significativamente diversi tra una mano e l'altra (Nystrom J. 1990). Si può quindi affermare che la forza dell'*handgrip* sia influenzata dal continuo utilizzo dell'arto in attività asimmetriche ad intensità submassimali. Gli arti inferiori presentano, invece, una significativa differenza per quanto riguarda la forza dinamica, misurata attraverso il picco di forza massimo con la macchina isocinetica, la quale considera sia i muscoli estensori che quelli flessori del ginocchio. La differenza sembra sia dovuta al diverso ruolo degli arti sia nel mantenimento della posizione di guardia che nella propulsione del movimento (Chen, 2017): i muscoli estensori del ginocchio anteriore (quello dominante) producono forza per decelerare il corpo durante l'affondo, mediante la contrazione eccentrica, mentre gli estensori del ginocchio posteriore eseguendo una contrazione concentrica generano la forza propulsiva dell'affondo (Roi GS, Mognoni P.1987).

#### **1.2.4 Mobilità articolare e flessibilità**

L'affondo schermistico è il gesto tecnico più utilizzato nella scherma come azione di attacco: il successo di un affondo è determinato dalla velocità e dalla forza esplosiva generata dagli arti inferiori (Roi-Bianchedi 2008, Chen 2017, Turner 2013). Secondo quanto riportato da Turner et al., la velocità, come componente determinante il successo di un attacco di scherma, è direttamente correlata alla capacità del muscolo di compiere il ciclo di allungamento-accorciamento. La capacità di allungamento del muscolo è

regolata dalla stimolazione dei fusi neuromuscolari presenti nelle fibre del muscolo: più i fusi neuromuscolari sono sensibili alla variazione di lunghezza del muscolo e del tono muscolare, più rapida sarà la successione di eventi del ciclo allungamento-accorciamento, maggiore sarà il numero di fibre coinvolte e quindi la forza espressa dal muscolo (Weineck, 2009). Appare chiaro quindi, che per rendere vincente un affondo sia necessario sviluppare tutte le componenti mediante metodologie differenti perché l'allenamento sia completamente efficace. Tra le componenti, la sensibilità dei fusi neuromuscolari può essere migliorata attraverso l'allenamento della mobilità articolare. Quest'ultima dipende dal grado di flessibilità dei muscoli che intervengono sull'articolazione, ovvero dalla capacità del muscolo di allungarsi senza subire traumi (Alter, 2004; Knudson, Magnusson, McHugh, 2000; Behm, 2018). Secondo quanto riportato sopra, si può concludere che la mobilità articolare e la flessibilità siano componenti importanti e determinanti per il successo di uno schermitore, e per questo motivo risultano indispensabili nei programmi di allenamento.

#### **1.2.4.1 Ruolo della mobilità articolare in ambito di infortuni e recupero**

È stato dimostrato come la mobilità articolare sia di particolare importanza per lo sviluppo dei fattori fisici di prestazione. Tuttavia, la mobilità articolare in letteratura è oggetto di discussione negli ultimi anni per quanto riguarda il ruolo nell'ambito della prevenzione degli infortuni e di recupero. Infatti, sono numerosi gli studi che sostengono l'efficacia dell'allenamento della mobilità articolare per prevenire gli infortuni: se ottimale, questo porterebbe ad un miglioramento dell'elasticità, della capacità di allungamento e di rilassamento delle strutture muscolo-tendinee, con conseguente miglioramento della tollerabilità del carico e della prevenzione degli infortuni (Wiktorsson-Möller, 1983, 349; Henricson et al., 1983, 74; Ekstrand et al. 1983, 116; Schober et al. 1990,88). La discussione nasce dal fatto che negli studi sopracitati non sono stati tenuti in considerazione diversi dettagli come: la tipologia di traumi che possono essere prevenuti, in quale momento dell'allenamento o della competizione è avvenuto il trauma, i tipi di sport, la tipologia di allungamento (passivo, dinamico ...) e se i programmi

di esercizi di allungamento fossero a lungo o a breve termine. Tuttavia, per quanto riguarda la tipologia di trauma, bisogna far notare che sono stati oggetto di studio negli articoli sopra citati, strappi muscolari e tendinei nella regione della coscia e degli adduttori: in questo senso, la letteratura considera gli esercizi di allungamento efficaci al fine della prevenzione degli infortuni (Cross, Worrel 1999). Allo stesso modo, gli studi presi in considerazione sostengono che i programmi di allenamento per la mobilità articolare possono prevenire gli infortuni che avvengono all'inizio dell'attività ma non alla fine. Inoltre, tecniche di allungamento come lo stretching, sono utili per evitare che il tono muscolare aumenti eccessivamente. Infatti, accorciamenti muscolari spesso provocati da esercizi di rapidità o forza rapida, secondo Weineck, possono essere compensati dall'esecuzione di un programma di esercizi di allungamento. È stato dimostrato inoltre che l'esecuzione regolare di stretching dopo un infortunio ai muscoli ischiocrurali permette un recupero più rapido (Malliaropoulos, 2004): sembra che in questo modo i muscoli oggetto di studio recuperino più in fretta sia la completa mobilità dell'articolazione del ginocchio che la capacità di carico.

### **1.2.1 Meccanismo aerobico e anaerobico**

Gli assalti sono caratterizzati inizialmente da momenti di studio e di preparazione, che in genere possono durare fino ad un minuto e durante i quali i due avversari mantengono un'intensità submassimale, e poi da una serie di momenti di attacco o difesa, ciascuno di breve durata e durante i quali gli schermatori raggiungono intensità molto elevate. Secondo lo studio condotto da Yang et al., il sistema energetico maggiormente coinvolto nello schermatore è quello ossidativo, seguito da quelli anaerobico alattacido e lattacido che non presentano differenze significative. La frequenza cardiaca durante un assalto di scherma è molto variabile. Può dipendere dalla fase della gara in cui si trova l'atleta: infatti, è stata registrata una frequenza cardiaca maggiore nelle fasi finali della gara e il valore più basso è stato riscontrato nel vincitore (Sardella F.1983), a dimostrazione del fatto che sia

l'allenamento aerobico che quello anaerobico sono discriminanti per il successo di uno schermatore. Inoltre, la frequenza cardiaca può variare all'interno dello stesso assalto, oppure in relazione all'avversario: in generale, la frequenza cardiaca sembra essere compresa circa tra 165 e 190 battiti/min (Li JX. 1999 ). Per quanto riguarda la concentrazione di lattato nel sangue, sembra che anche questo parametro sia soggetto a notevoli variazioni all'interno della stessa competizione di scherma. Tuttavia, è stato riscontrato che il valore maggiore di concentrazione di lattato sia stato trovato nel vincitore (Cerizza C, Roi GS. 1994). In generale, sembra che gli alti valori della concentrazione di lattato durante una competizione, a differenza che in allenamento, siano influenzati anche dal rilascio di adrenalina, che stimola la glicolisi anaerobica a produrre lattato tramite la fermentazione lattica (Hoch F. 1988).

## **2. ANALISI DEL RAPPORTO TRA POSTURA E ASIMMETRIA NELLO SPORT**

Per poter definire il rischio di infortunio nella scherma è necessario considerare le caratteristiche degli atleti che praticano questo sport, in modo da trovare dei punti comuni e arrivare a considerare tali risultati come peculiarità dello sport stesso. In particolare, un aspetto specifico della scherma è il suo essere uno sport asimmetrico. In base a quanto riportato in letteratura (Hrysomallis C. 2007), il tasso di infortunio, soprattutto negli sport asimmetrici, sembra possa essere correlato anche alla postura.

Il termine “postura” è utilizzato per indicare la posizione del corpo nello spazio e il mantenimento dell'equilibrio sia durante il movimento dinamico sia in posizione statica (Scoppa F.2000). Perché la postura sia una posizione “sana”, è necessario che si mantenga al contempo la massima stabilità, che venga consumata una quantità di energia minima e che vada a provocare il minimo stress meccanico possibile alle strutture anatomiche coinvolte (Barker V.1998). Infatti, il mantenimento della postura è dovuto a diversi fattori che mediante un lavoro sinergico permettono al soggetto di non perdere l'equilibrio: tra questi troviamo fattori anatomici, neurofisiologici, biomeccanici e psicoemotivi (Ambrosi F.2012). In particolare, i muscoli scheletrici permettono continue modifiche, anche minime, della postura, in risposta agli stimoli neuromuscolari che il sistema nervoso riceve. Le strutture anatomiche coinvolte nel controllo dell'equilibrio possono essere principali o secondarie. Tra le prime troviamo gli organi vestibolari, il cervelletto, la corteccia cerebrale e la formazione reticolare, mentre le strutture secondarie sono esterocettori, localizzati sulla pianta del piede, i recettori visivi e i propriocettori, localizzati nei tendini, nei muscoli e nelle capsule articolari (Barker V. 1998).

### **2.1 Meccanismi fisiologici alla base del controllo posturale**

Il corpo percepisce gli stimoli esterni grazie alla presenza dei recettori sensoriali, terminazioni periferiche dei neuroni afferenti. Una volta percepito lo stimolo, i recettori generano i potenziali d'azione necessari per

trasmettere le informazioni sugli stimoli alle fibre afferenti, le quali raggiungono il sistema nervoso centrale (SNC) e qui vengono elaborate. In base al tipo di stimolo, il SNC invia risposte tramite le fibre efferenti. Nel caso dei muscoli, i neuroni efferenti sono i motoneuroni, caratterizzati dalla presenza di un unico assone che dal SNC arriva al muscolo scheletrico, e sono responsabili dei movimenti. I motoneuroni stimolano la contrazione muscolare a livello della giunzione neuromuscolare, sito di contatto tra i terminali assonali e le fibre muscolari: in questo sito viene rilasciata l'acetilcolina, il neurotrasmettitore che trasmette il segnale alla placca motrice, porzione della cellula sottostante al bottone sinaptico. A livello della placca motrice viene quindi generato un potenziale di placca, il quale a sua volta genera il potenziale d'azione che si propaga in entrambe le direzioni della fibra muscolare producendo la contrazione della stessa (Sherwood L.2012). I recettori sensoriali da cui parte il processo sopra descritto e le strutture anatomiche coinvolte (vedi sopra) regolano il controllo posturale, inteso come l'insieme di tutti gli aggiustamenti della postura messi in atto dal corpo in risposta ad ogni stimolo (Barker V. 1998): questo sistema è conosciuto con il nome di sistema tonico-posturale (Scoppa F. 2002).

Secondo lo studio di Massion del 1995, la postura svolge principalmente due funzioni: per prima cosa, permette il mantenimento dell'equilibrio vincendo la forza di gravità, in secondo luogo, è alla base della percezione del mondo esterno e delle azioni che vengono svolte in riferimento a questo. Per svolgere tali funzioni, Gurfiukel per primo ha introdotto il concetto di schema posturale del corpo, ovvero una rappresentazione mentale del corpo e di esso nello spazio che in base alle informazioni raccolte dai recettori sensoriali e dagli organi di senso determina le risposte posturali: questa rappresentazione viene utilizzata per la percezione della posizione del corpo, l'orientamento nello spazio e il controllo motorio.

L'assetto del corpo umano si basa essenzialmente sulla regolazione della posizione del centro di gravità (COG) rispetto al resto del corpo: ad esempio, per iniziare il movimento della camminata, inconsciamente si

sbilancia il corpo in avanti, andando a modificare la posizione del COG (Massion 1995). Al fine di non cadere dopo lo sbilanciamento, il corpo mette in atto degli aggiustamenti, le risposte posturali, che permettono di ripristinare e mantenere l'equilibrio. Queste vengono quindi suscitate da segnali sensoriali che indicano un disturbo della postura o dell'equilibrio. Le risposte posturali possono avvenire sia consciamente che inconsciamente, a seconda del movimento che deve essere compiuto. Uno dei meccanismi più utilizzato in occasione dei movimenti volontari è quello *dell'Anticipatory Postural Adjustment (APA)*, che prevede l'insorgenza dei disturbi della postura e permette al SNC di elaborare risposte che minimizzino gli effetti del disturbo. APA interviene modificando la posizione di CG pur mantenendo l'equilibrio durante il movimento. Appare chiaro quindi, che la flessibilità e l'adattabilità del controllo posturale siano caratteristiche fondamentali per la stabilità posturale e il mantenimento dell'equilibrio sia dinamico che statico. La flessibilità del controllo posturale è indice della capacità di integrazione multisensoriale del soggetto: più è flessibile dal punto di vista posturale più la stabilità sarà mantenuta in ciascun contesto. Infatti, uno stesso input sensoriale può indurre risposte posturali diverse a seconda del contesto in cui si trova il soggetto: tanto più sarà ampia la gamma di meccanismi compensatori disponibili, in situazioni di deficit di selezione degli stimoli, minore sarà il rischio di perdita dell'equilibrio e di stabilità. Pertanto, garantire la coordinazione tra postura, equilibrio e movimento è una delle funzioni più importanti per il sistema di controllo posturale e il buon livello di queste tre componenti è una caratteristica importante nella performance sportiva (Massion 1995).

## **2.2 Ruolo dell'equilibrio nella performance sportiva e nel rischio infortuni**

L'equilibrio e la stabilità posturale sono due caratteristiche che vengono considerate sempre più fondamentali nello sport (Zemkova, 2013), soprattutto in quelli che richiedono cambi di direzione frequenti e rapidi (Esfanjani 2022): inoltre, uno scarso livello di stabilità comporta ad un aumento del rischio di infortuni (Esfanjani 2022). Secondo Chen et al., un

buon livello di equilibrio e coordinazione è associato ad oscillazioni del corpo minori, e di conseguenza un minor numero di infortuni. Negli studi presi in considerazione in questo capitolo, i test utilizzati più comunemente sono quelli che utilizzano il percorso del centro di pressione (COP) come indicatore della capacità di equilibrio, in particolare viene valutata l'oscillazione o l'area totale percorsa da COP, la massima oscillazione medio-laterale e antero-posteriore, la velocità di oscillazione e la dispersione attorno ad una posizione media. I test prevedevano che il soggetto rimanesse in equilibrio sulla gamba dominante e sulla gamba non dominante sia con gli occhi aperti che con gli occhi chiusi per un periodo di tempo precedentemente stabilito. L'oscillazione è stata utilizzata come indice di instabilità e mediante i test si è osservato che maggiore è l'instabilità, maggiore è il rischio di infortunio durante la performance sportiva. È stato dimostrato da Zemkova et al. che la stabilità può essere compromessa a causa di infortuni, ma anche che la componente di ansia o di fatica possono provocare un aumento di oscillazione, e di conseguenza, come spiegato precedentemente, un maggior rischio di infortuni: si va così a spiegare come il tasso di infortuni sia maggiore in gara che in allenamento, momento in cui l'atleta lavora su aspetti tecnici e di performance in un ambiente e in un contesto che non provoca ansia come nel caso della competizione.

Hrysomalis et al. sostengono che l'allenamento della capacità di equilibrio sviluppi i meccanismi neuromuscolari che sono alla base della contrazione contemporanea dei muscoli agonisti e antagonisti: questa co-attivazione messa in atto, fa sì che l'articolazione su cui agiscono i muscoli coinvolti sia più rigida. Ciò riduce lo spostamento del COP e quindi le oscillazioni, andando ad aumentare la stabilità articolare e riducendo l'incidenza di infortuni. Un esempio di ciò potrebbe essere il ruolo degli scarponi da sci: essi rappresentano una fissazione totale dell'articolazione della caviglia, e inducono di conseguenza l'attivazione neuromuscolare dei muscoli stabilizzatori del ginocchio migliorandone la stabilità (Gruber M. 2006). Secondo lo studio di Han et al. del 2015, inoltre, la propriocezione della

caviglia è una delle componenti più importanti per il controllo dell'equilibrio nello sport: questo perché il complesso piede-caviglia è a diretto contatto con il suolo e fornisce info essenziali per la posizione della caviglia e dei movimenti della parte superiore del corpo.

Non sono stati rintracciati studi riguardanti il ruolo dell'equilibrio nella scherma nello specifico; tuttavia, considerando la scherma come sport di combattimento, è stato dimostrato da Casales-Villaron del 2023 che nei test statici per il controllo posturale gli atleti degli sport di combattimento hanno evidenziato valori maggiori: le oscillazioni erano minori rispetto agli altri sport. Zemkova et al. ritengono tuttavia che l'equilibrio degli atleti di sport di combattimento possa essere compromesso a causa di traumi indotti dagli allenamenti specifici dello sport, e questo vale anche per la scherma. È stato dimostrato che la ripetizione costante di movimenti dinamici come saltelli e cambi di direzione, movimenti tipici degli schermatori, aumentano il rischio di infortunio agli arti inferiori. Una spiegazione di questo è probabilmente legata alle forze di reazione al suolo: l'esposizione ripetitiva di rimbalzi intensi può compromettere la stabilità dell'articolazione dovuta all'affaticamento dei muscoli stabilizzatori, in quanto la pedana e le scarpe specifiche per la scherma non assorbono le forze d'urto generate al momento del rimbalzo o dell'atterraggio durante il movimento di affondo (Chen 2017). Oltre agli infortuni, ci sono altre componenti che possono alterare la capacità di equilibrio. Tra queste troviamo l'ansia, la fatica e alcune tipologie di allenamento ad alta intensità. L'ansia può compromettere la funzionalità dei riflessi H, indicatori del funzionamento del tratto cortico-spinale e quindi del comportamento del riflesso spinale in base ai cambiamenti di stabilità. Contemporaneamente all'aumento dell'ansia, ad esempio in una competizione, è stata registrata una mancanza o una diminuzione di stabilità: i riflessi H si riducono e il sistema non funzionerà nella maniera corretta. Anche la fatica può alterare la capacità di equilibrio: l'affaticamento muscolare induce il corpo ad un minor controllo del tono muscolare e della postura e di conseguenza ad una maggiore oscillazione. Questa aumenta anche in relazione all'intensità dell'esercizio. Inoltre, è

stato dimostrato che dopo allenamenti ad alta intensità, il deterioramento dell'equilibrio risulta essere maggiore, in quanto provoca affaticamento muscolare in aggiunta all'incremento della ventilazione, fattori che influiscono sulla stabilità del soggetto (Zemkova 2013).

Alcuni studi (Tropp 1984, Hrysomallis 2007, McGuine 2000, Willems 2005) presi in considerazione da Hrysomallis nella revisione del 2007 sostengono che il tasso di infortunio può arrivare ad essere dalle 2 alle 7 volte maggiore nei soggetti che risultano avere scarse capacità di equilibrio rispetto agli altri. Inoltre, è probabile che le asimmetrie di forza, posturali e funzionali possano aumentare ulteriormente l'incidenza di lesioni agli arti inferiori (Brighenti 2022). Considerando che l'esperienza in sport asimmetrici può accentuare la differenza in termini di forza, postura e caratteristiche antropometriche tra le due gambe, è stato dimostrato in diversi studi che attività sportive di questo tipo, quindi anche la scherma, aumentano le asimmetrie anche in termini di controllo dell'equilibrio e che queste possono avere un impatto negativo sulle prestazioni (Guan 2021, Kadri 2021, Penedo 2021).

In conclusione, possiamo dire che è stato confermato dalla letteratura che la capacità di controllo dell'equilibrio nello sport è una componente fondamentale, e che va allenata sia se si ha come fine il miglioramento della performance, sia per la prevenzione degli infortuni. Tuttavia, perché sia efficace, l'allenamento di tale capacità deve essere sempre parte di un programma di allenamento più ampio che preveda lo sviluppo di tutte le altre componenti fondamentali per la performance.

### **3. INFORTUNI COMUNI NELLA PRATICA DELLA SCHERMA**

#### **3.1 Analisi biomeccanica della posizione di guardia e dell'affondo**

Prima di arrivare a descrivere quali siano gli infortuni più comuni correlabili alla pratica della scherma è necessario descrivere ulteriormente quali sono le posizioni e i movimenti fondamentali di questo sport, sulla base di quanto riportato nel libro “Quaderni della scuola dello sport – Quaderni di scherma” a cura di Marco Arpino e Mario Gulinelli - che riporta lo studio “Trattato della scuola centrale dello sport del maestro Giuseppe Mangiarotti”.

All'inizio dell'assalto gli schermatori assumono la posizione detta “in guardia” (**Figura 1**), la quale viene mantenuta fino alla fine. La guardia è caratterizzata dalla posizione dei piedi, perpendicolari tra loro. Il piede anteriore, corrispondente all'arto dominante, è rivolto con la punta verso l'avversario, quindi in avanti, con il ginocchio semi-piegato e la coscia leggermente in extrarotazione rispetto all'asse del corpo. Il piede posteriore, ovvero l'arto non dominante, è posto perpendicolarmente rispetto alla linea mediana del piede anteriore: anche in questo caso il ginocchio è semi-piegato e l'anca è semi-flessa.

Per quanto riguarda la parte superiore del corpo, la mano dell'arto dominante che impugna l'arma (mano armata) è posizionata sopra la coscia anteriore, con il gomito flesso a circa 90°, ed è anch'essa rivolta in avanti verso l'avversario, quindi con il braccio in extrarotazione. Il braccio non dominante viene mantenuto flesso lungo il busto, più o meno in linea con la coscia posteriore: il suo ruolo principale è il mantenimento dell'equilibrio durante i movimenti. Il busto si trova in posizione eretta, con le spalle poste sul piano frontale e il capo ruotato verso l'avversario, in linea con gli arti del lato dominante.

Dalla guardia, lo schermatore si muove avanti e indietro lungo la pedana mantenendo sempre la posizione. In particolare, per avanzare sarà sollevato prima il piede anteriore e successivamente quello posteriore; al

contrario, quando è necessario arretrare si solleva in ordine prima il piede posteriore e poi quello anteriore.

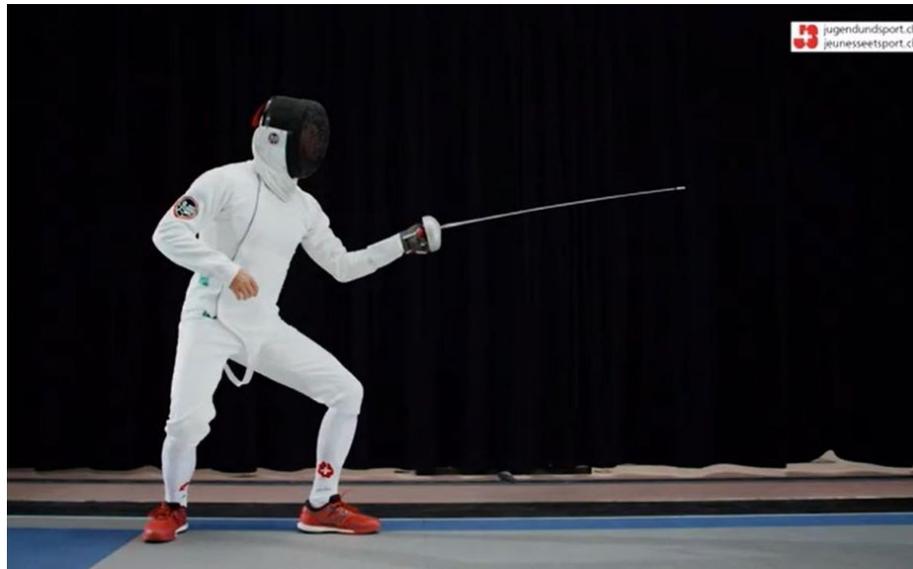


Figura 1 Posizione di guardia (<https://www.mobilesport.ch/scherma/scherma-movimenti-offensivi-ritorno-in-guardia-avantiindietro/#> )

Tuttavia, è il fondamentale dell'affondo (**Figura 2**) che risulta essere più interessante dal punto di vista biomeccanico. L'affondo è l'azione di attacco più utilizzata nella pratica della scherma e si esegue sollevando il piede anteriore da terra come per tirare un calcio in aria, mantenendo però il piede posteriore a terra. In questo modo la distanza tra i due piedi sarà maggiore rispetto a quella della posizione di guardia. Ad azione conclusa, lo schermitore avrà l'arto posteriore esteso al ginocchio e all'anca. L'arto anteriore invece, presenterà l'anca che forma un angolo retto con il femore, così come la coscia formerà un angolo retto al ginocchio e di conseguenza la gamba si troverà perpendicolare a terra esattamente sopra il piede. Gli arti superiori invece si troveranno entrambi estesi al gomito, quello dominante rivolto verso l'avversario, in avanti, mentre quello non dominante verso dietro.



Figura 2 Affondo (<https://www.mobilesport.ch/scherma/scherma-movimenti-offensivi-ritorno-in-guardia-avantiindietro/#>)

Guilhem et al., nello studio pubblicato nel 2014 nel quale considerano il movimento e l'attivazione dei muscoli degli arti inferiori, hanno dimostrato che l'arto dominante e quello non dominante hanno ruoli, modalità e tempi di attivazione differenti. In particolare, è emerso che i muscoli estensori della gamba posteriore si attivano durante le fasi propulsive del movimento, generando una contrazione concentrica che permette di spingere il piede anteriore in avanti estendendo appunto l'arto posteriore. Al contrario, i muscoli estensori della gamba anteriore vengono attivati perlopiù durante la fase frenante dell'affondo, ovvero nel momento del contatto con il suolo: in questa fase, l'accelerazione ha raggiunto lo zero e i muscoli si attivano eccentricamente per decelerare il corpo. Nello studio viene evidenziato inoltre che i muscoli estensori del ginocchio dell'arto anteriore sono in grado di generare una forza maggiore nel movimento di estensione rispetto a quelli dell'arto posteriore. È probabile che l'asimmetria rilevata, che risulta essere del 10-15% (Turner 2016), possa essere dovuta al tipo di contrazione esercitata. Infatti, è dimostrato che la contrazione eccentrica influisce maggiormente sulla relazione forza-lunghezza muscolare: dato che i muscoli della gamba anteriore generano ripetutamente contrazioni

eccentriche dovute alla pratica continua dell'affondo, è probabile che questo sia la causa dell'asimmetria di forza tra l'arto dominante e non dominante.

Diversi studi (Guilhem 2014, Brighenti 2022, Harmer 2008, Chen 2017) sostengono che questo squilibrio di forze tra i due arti è significativamente correlato al rischio di lesioni muscolo-articolari. In particolare, considerando che la maggior parte degli infortuni nella scherma derivano da un uso eccessivo delle strutture anatomiche e quanto riportato da Chen et al. nello studio del 2017, si può affermare che ciascun arto è soggetto a infortuni diversi in base al ruolo biomeccanico che esso esercita. Dato il ruolo dei muscoli della coscia anteriore nella fase di frenata nell'affondo e le continue contrazioni eccentriche generate da questi, è probabile che questo gruppo muscolare sia maggiormente soggetto a infortuni come stiramento o strappo rispetto ai muscoli della coscia posteriore, in quanto più soggetto a elongazione delle fibre muscolari.

### **3.2 Infortuni comuni**

Come visto precedentemente, appare chiaro come l'asimmetria che caratterizza la scherma influisce sia a livello di prestazione sportiva sia per quanto riguarda gli infortuni. Secondo quanto riportato in diversi studi (Harmer 2008, Park 2016), il tasso di infortunio nella scherma è molto basso rispetto ad altri sport (0,3/1000 secondo Harmer et al.). È necessario chiarire tuttavia, che i dati raccolti dallo studio di Harmer e colleghi considerano esclusivamente gli infortuni che causano un'interruzione degli allenamenti e delle gare nella scherma, mentre nello studio di Park viene specificato che gli schermatori sono più soggetti a numerosi infortuni minori piuttosto che a lesioni più gravi che costringono gli atleti ad un periodo più lungo di sospensione dell'attività. Sulla base di questo, Park e colleghi sostengono che la maggior parte degli infortuni che si verificano nella scherma sono causati da: tecnica insufficiente, scarse prestazioni fisiche, riscaldamento inadeguato, sovraccarico e *overtraining*.

È interessante notare come le cause elencate sono correlate a fattori intrinseci dell'atleta e che quindi è possibile ridurre il tasso di infortunio

prevenendo tali situazioni. Tuttavia, tra le condizioni sopra riportate sembra, secondo Park, che la più comune sia il sovrallenamento, seguita da un riscaldamento insufficiente.

### **3.2.1 Localizzazione degli infortuni**

Per quanto riguarda le zone del corpo più soggette ad infortuni, numerosi studi (Harmer 2008, Park 2016, Chen 2017, Turner 2016) affermano che la maggior parte di questi avviene agli arti inferiori (63%) e in particolare a ginocchio (19,6%), coscia (15,2%) e caviglia (13,0%) come viene evidenziato dalla **Figura 3**.

Harmer et al. hanno riscontrato che nella scherma si verificano soprattutto infortuni tipici di sport che prevedono azioni di *start-stop* e cambi di direzione frequenti e rapidi, a conferma del fatto che la regione più colpita è quella degli arti inferiori.

Dato quanto affermato in precedenza, è possibile correlare il tasso di infortunio agli arti inferiori alla posizione di guardia tipica della scherma e ai movimenti che gli schermatori compiono. La posizione di guardia porta le strutture anatomiche degli arti inferiori a subire un forte stress che viene spesso sottovalutato o non trattato adeguatamente (Park 2016). Inoltre, anche l'asimmetria di cui sopra è risultata essere causa dell'aumento di incidenza di infortuni nella scherma, così come la stabilità articolare e posturale. Date le numerose variabili che possono indurre all'infortunio nella scherma, appare chiara la necessità di allenamenti il più possibile adeguati alle esigenze degli atleti.

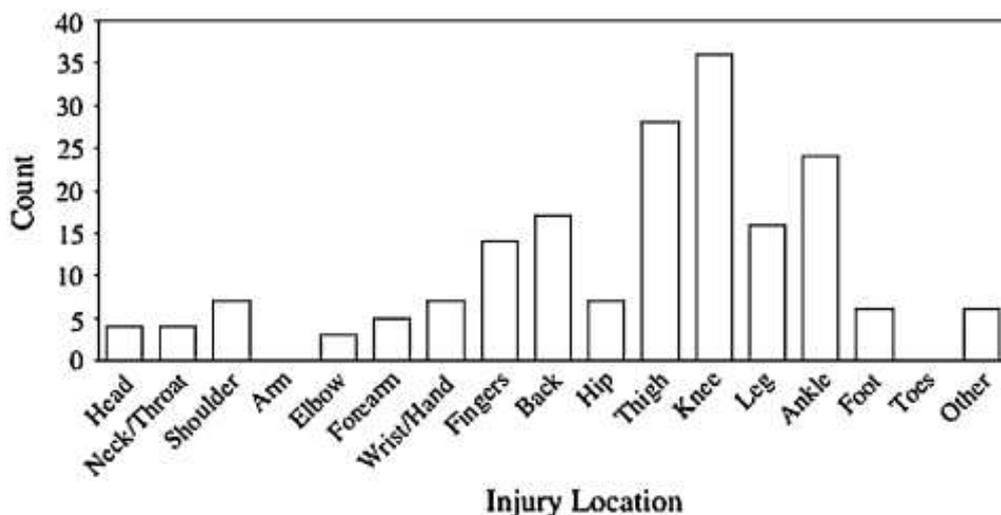


Figura 3 Distribuzione degli infortuni per zona (Harmer 2008).

In diversi articoli, inoltre, è stata verificata la differenza dell'incidenza di infortunio tra le tre armi della scherma. Secondo quanto riportato da Harmer et al., la specialità con il tasso di infortunio maggiore è la sciabola (62%), seguita da fioretto (27%) e spada (25%) circa in ugual misura. Questa differenza può essere causata dal diverso ritmo e velocità tra le tre armi. La sciabola, infatti, è caratterizzata da movimenti energici e molto rapidi che vanno a sollecitare maggiormente le strutture anatomiche. In particolare, nello studio di Thompson et al. del 2022, per quanto riguarda la sciabola sono stati registrati infortuni alle ginocchia, ma la differenza tra quello dominante e quello non dominante non è significativa (in entrambe le ginocchia circa il 35%). Inoltre, a differenza degli studi nominati in precedenza, Thompson e colleghi rilevano un numero significativo di casi di infortuni all'anca: in questo caso, sembra che gli sciabolatori siano maggiormente soggetti a questo tipo di infortunio soprattutto all'anca non dominante (80%) piuttosto che a quella dominante (33%). Quello di Thompson è l'unico studio che rileva infortuni di questo tipo, tuttavia essendo il dato molto elevato, sarebbe interessante svolgere ulteriori ricerche a riguardo.

### 3.2.2 Principali tipologie di infortunio

In generale, per quanto riguarda le tipologie di infortunio, Harmer et al. sostengono che le lesioni più comuni sono gli stiramenti e le distorsioni di I o II grado, seguiti dagli strappi e dalle distorsioni di III grado (**Figura 4**). Gli stiramenti e gli strappi sono spesso localizzati a livello della coscia anteriore: ciò può essere dovuto al fatto che si tratta di muscoli estensori che sono coinvolti nella decelerazione del corpo durante l'affondo tramite contrazione eccentrica: questo rende il gruppo muscolare più sensibile a un'eccessiva elongazione delle fibre. Le lesioni muscolari di questo tipo sono state rilevate a livello di quadricipite e spesso in concomitanza con un dolore femoro-rotuleo, probabilmente aggravato dalla costante posizione di stress indotta dalla guardia. Sempre a livello dell'articolazione del ginocchio, si sono riscontrate diverse lesioni al legamento crociato, sia anteriore che posteriore, al menisco e al collaterale (Murgu 2006). Inoltre, Guilhem et al. affermano che la ripetizione in modo eccessivo e in particolari condizioni di movimenti dalla posizione di guardia e dell'affondo può causare anche la sindrome compartimentale degli adduttori, la sindrome di Cockett e osteoartrite. È necessario chiarire, tuttavia, che la maggior parte degli atleti che ha affermato di avere avuto un infortunio al ginocchio si riferiva a dolore generico, probabilmente legato a infiammazioni dovute a sovraccarico (Thompson 2022): questa tipologia di infortunio non ha compromesso la stagione degli atleti interessati. Al contrario, infortuni più gravi, come quelli riportati precedentemente, ha costretto gli schermatori al ritiro dalla competizione e a un periodo di recupero lontano dalle pedane di diversa durata, da 2-3 settimane fino a 6 mesi. Il periodo di interruzione dell'attività sportiva è stato superiore ai 6 mesi per il 20-43% degli infortuni riportati da Thompson e colleghi.

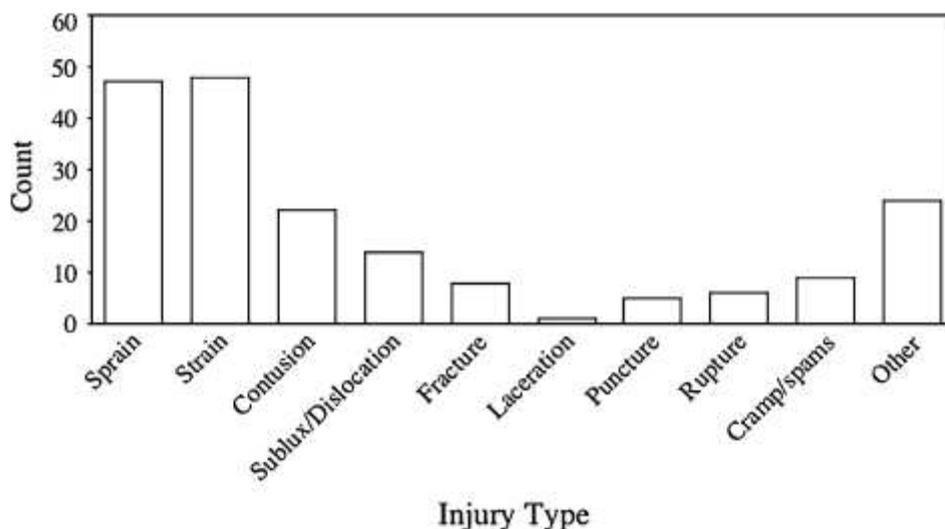


Figura 4 Distribuzione degli infortuni per tipologia (Harmer 2008).

La seconda tipologia di infortunio per frequenza risulta essere la distorsione della caviglia (12,5%, Harmer 2008). La lesione dei legamenti della caviglia può essere di I, II o III grado, e in base a questo può avere tempi di recupero molto differenti. Le distorsioni della caviglia sono state riscontrate soprattutto sull'arto posteriore. Tale dato può essere spiegato considerando i numerosi e repentini cambi di direzione tipici della scherma, i quali comportano perdita di equilibrio seguita da cadute o scivolamenti: è per questo motivo che la capacità di equilibrio sembra essere determinante nella pratica della scherma. Le lesioni alla caviglia sono spesso correlate a un'alterazione della propriocezione e della capacità di equilibrio (Han 2015). È interessante notare che la distorsione alla caviglia può essere sia la conseguenza di una perdita di equilibrio che la causa di questa. Infatti, appare chiaro che una scarsa capacità di equilibrio può causare un appoggio errato del piede e portare a una caduta, ma allo stesso tempo lesioni ripetute alla caviglia e una mancata o non adeguata riabilitazione di questa possono provocare un deterioramento della capacità di equilibrio. Nella maggior parte degli schermatori che hanno riportato infortuni alla caviglia, le distorsioni in questione erano multiple e bilaterali: questo mette in chiaro il motivo per cui la lesione di questa articolazione è così debilitante e incidente per l'atleta di scherma (Park 2016). Wenning et al. nello studio

del 2020 affermano che in presenza di deficit meccanici alla caviglia è stato riscontrato anche un ridotto deficit di forza. Pertanto, è in queste condizioni che si verifica un aumento del movimento di supinazione del piede. Il deficit di forza limita i meccanismi di aggiustamento che il corpo mette in atto inconsciamente per compensare il deficit, impedendo quindi di prevenire un movimento errato ma anzi andando a facilitare una posizione più incline alla lesione.

## **4. PROPOSTE OPERATIVE PER IL RECUPERO MOTORIO**

Un programma di recupero motorio deve tenere conto di diversi fattori imprescindibili: caratteristiche del soggetto, caratteristiche dello sport praticato, tipologia di infortunio, gravità dell'infortunio. In base a queste variabili sarà possibile stilare un programma di recupero il più possibile soggettivo per l'atleta infortunato.

### **4.1 Proposte di trattamento e prevenzione dell'asimmetria**

Nel precedente capitolo si è visto come l'asimmetria sia all'origine delle principali cause di infortunio in uno sport come la scherma; è necessario, pertanto, mettere in evidenza quelle che possono essere delle proposte operative per la riduzione dell'asimmetria nell'attività sportiva e di conseguenza del tasso di infortunio.

Si è visto che nelle posizioni fondamentali della scherma (guardia e affondo) l'arto inferiore posteriore e quello inferiore anteriore svolgono funzioni diverse, con il primo coinvolto nella fase propulsiva e il secondo in quella frenante. Di conseguenza, i muscoli implicati nell'una e nell'altra funzione esercitano tipi di contrazioni differenti, le quali a seguito di continue ripetizioni degli stessi movimenti, porteranno a uno sviluppo del muscolo specifico (Chen 2017). Il fatto che i valori di forza esercitati dall'uno e dall'altro degli arti inferiori siano diversi risulta una delle componenti fondamentali che contribuiscono alla performance e quindi è determinante per il successo dell'atleta di scherma. Tuttavia, è importante che la differenza tra gli arti non sia eccessiva, in quanto questo comporterebbe l'aumento del rischio di infortunio. Negli sport asimmetrici è considerata fisiologica una differenza di forza fino al 15% (Impellizzeri 2007): questo valore consente all'atleta di diminuire l'incidenza degli aggiustamenti messi in atto dal corpo per compensare tale differenza, pur mantenendo valori differenti di forza. Quindi, dato che l'asimmetria esistente negli atleti di scherma è dovuta al diverso ruolo che gli arti svolgono durante la pratica di questo sport, si può affermare che questa, nel corretto range di valori, sia funzionale all'attività agonistica.

Per evitare squilibri muscolari eccessivi, Weineck 2009 propone l'utilizzo di allenamenti di compensazione atti a prevenire la comparsa di asimmetrie: così facendo, la differenza tra un lato e l'altro del corpo rientra nei valori corretti e si garantisce la salute muscolare dell'atleta. Generalmente, gli allenamenti compensatori (*cross-training*) prevedono interventi di potenziamento su tutte le strutture anatomiche dell'atleta che risultano sottosviluppate rispetto a quelle maggiormente implicate durante l'attività sportiva, di solito si tratta dei muscoli antagonisti a quelli principalmente coinvolti in ciascuno sport (Weineck 2009).

Per quanto riguarda la scherma, quindi, possono essere considerate come zone del corpo meno utilizzate:

- l'arto superiore posteriore;
- i muscoli flessori di entrambe le cosce;
- i muscoli estensori della coscia posteriore.

Questi ultimi in realtà non risultano essere meno utilizzati, in quanto sono fondamentali per la fase propulsiva dell'affondo, ma possono esercitare valori di forza inferiori agli analoghi muscoli dell'arto anteriore per il tipo di contrazione eseguita – concentrica -, la quale genera in ogni caso una forza minore di quella eccentrica esercitata dagli estensori della coscia anteriore. Per ciascuna di queste zone è necessario un programma di allenamento *ad hoc* in base al deficit rilevato. Ad esempio, se il tipo di deficit presente riguarda la forza espressa dal muscolo, come può essere per il braccio posteriore nella scherma (Roi Bianchedi 2008), allora il programma di compensazione deve prevedere esercizi di rinforzo specifico per questa zona. Svolgendo regolarmente gli allenamenti di compensazione, è possibile andare a riequilibrare l'asimmetria presente tra diversi lati del corpo, diminuendo di conseguenza il rischio infortunio nello sport.

## 4.2 Il recupero motorio post infortunio nella scherma

Dopo aver spiegato quali sono i principali infortuni nella scherma, ovvero nelle zone di caviglia e ginocchio, sono stati presi in considerazione articoli scientifici che si riferissero in particolare a questi.

Per stilare un programma di recupero motorio post infortunio nella scherma è necessario avere ben chiare quali sono le capacità richieste a un atleta di scherma. Per farlo, in letteratura si fa riferimento alle caratteristiche che rendono efficace un affondo e in generale i movimenti tipici dell'azione schermistica, ovvero la velocità, la lunghezza e l'equilibrio (Roi-Bianchedi 2008, Chen 2017, Turner 2013).

La velocità dell'affondo dipende dalla capacità dell'atleta di esprimere forza esplosiva, che, come si è visto in precedenza, è la tipologia di forza più utilizzata nella scherma (vedi capitolo 1): gli atleti devono essere in grado di esprimere la maggior quantità di forza nel minor tempo possibile per svolgere un attacco, per muoversi lungo la pedana e per effettuare i numerosi cambi di direzione. In questo senso, per recuperare dopo un infortunio gli schermatori dovranno eseguire esercizi di rinforzo muscolare con obiettivo il recupero della capacità di espressione della forza esplosiva degli arti inferiori. Sia la velocità che la lunghezza dell'affondo sono condizionate dalla capacità del muscolo di essere allungato senza subire un danno, ovvero dalla sua flessibilità, la quale influisce sulla capacità delle articolazioni di consentire un movimento nel completo *range of motion* (ROM), cioè la mobilità. Il recupero di mobilità articolare e flessibilità è la prima tappa del processo di recupero motorio.

In ultimo, è stato spiegato nei capitoli precedenti quanto l'equilibrio abbia un ruolo fondamentale nella pratica della scherma. Data la natura asimmetrica dello sport, è stato dimostrato che questo aspetto è un fattore negativo per quanto riguarda la performance, in quanto altera l'equilibrio del soggetto. Inoltre, sono diversi gli studi che hanno rilevato una correlazione tra le scarse capacità di equilibrio e l'alto tasso di infortunio (Hrysomallis 2007).

A prescindere dall'infortunio che si deve trattare, il recupero motorio prevede il raggiungimento di una serie di obiettivi, una volta conseguiti i quali il soggetto è messo nelle condizioni di riprendere l'attività agonistica. All'inizio di ogni percorso di recupero motorio è necessario svolgere dei test per valutare lo stato del soggetto. Una volta stabilita la condizione fisica di partenza dell'atleta si potrà avviare il programma vero e proprio. È necessario precisare che il programma potrà essere efficace solo se si presta attenzione a particolari come la presenza di dolore o fastidi particolari del soggetto: pertanto, risulta fondamentale per un recupero efficace il feedback con l'atleta, in modo da poter valutare gli effettivi progressi.

#### **4.2.1 Le fasi del recupero motorio**

Il primo obiettivo da raggiungere nel programma di rieducazione motoria è il recupero del completo *range of motion* (ROM): una volta che il dolore e il gonfiore scompaiono, l'atleta dovrà eseguire degli esercizi atti al recupero della mobilità articolare (Kerkhoffs 2003). Per farlo, al soggetto verranno proposti esercizi di stretching leggero e passivo con l'aiuto di elastici o di un operatore esterno. Lo stretching permette di aumentare l'escursione articolare agendo sulle strutture muscolo-tendinee: utilizzare lo stretching passivo è utile nelle prime fasi del recupero perché permette di raggiungere un ROM ottimale pur senza andare ad attivare i muscoli dell'articolazione. Ogni esercizio deve essere svolto in modo controllato e lento e con un numero di ripetizioni elevato (Prentice 2015). Una volta che l'atleta riesce a muovere l'articolazione con un'escursione sufficiente e senza dolore si può passare alla fase successiva (Osborne 2003).

Per quanto riguarda il recupero della forza, questo sarà mirato ai muscoli stabilizzatori dell'articolazione: allenando questi, aumenterà la stabilità dell'articolazione e si potrà a mano a mano continuare ad inserire carichi maggiori (Hrysomallis 2007). Infatti, secondo Halabchi et al. nello studio del 2020, la prima parte del rinforzo muscolare prevede l'esecuzione di esercizi in isometria a catena aperta e a carico naturale, per poi passare ad esercizi a catena chiusa mantenendo il carico naturale, fino ad arrivare ad

aggiungere il carico esterno. Nella progressione, l'atleta ricomincia poi a svolgere esercizi isotonici, anche in questo caso prima a catena aperta e poi chiusa, prima a carico naturale e successivamente con sovraccarichi. Tuttavia, è necessario che anche gli esercizi seguano una progressione in base al tipo di attivazione dei muscoli. Infatti, all'inizio della fase di recupero con esercizi isotonici, è consigliato focalizzarsi sulle contrazioni concentriche piuttosto che su quelle eccentriche: queste ultime esercitano una forza maggiore sul muscolo e per questo sono più adatte all'ultima fase del programma, quando la forza muscolare è quasi ripristinata (Wolfe 2001). Anche in questo caso, è consigliato svolgere gli esercizi a ripetizioni elevate.

Un'altra componente fondamentale del recupero motorio è l'equilibrio: gli esercizi di propriocezione promuovono i meccanismi neuromuscolari della contrazione contemporanea dei muscoli agonisti e antagonisti, andando a migliorare la stabilità articolare e il controllo posturale (Hrysomallis 2007). Tali esercizi saranno svolti dapprima da seduti, successivamente in posizione eretta e in conclusione con modalità dinamiche, seguendo in ogni caso la progressione da catena cinetica aperta a catena cinetica chiusa (Osborne 2003). Generalmente, negli esercizi di propriocezione vengono utilizzate superfici differenti e attrezzi che possono disturbare il controllo dell'equilibrio del soggetto come cuscini, tavolette propriocettive, *waterball* e altri strumenti che richiedono un maggior controllo della stabilità. Esercizi di questo tipo possono essere utilizzati durante tutto il processo di recupero, e anche in questo caso devono essere proposti secondo una specifica progressione che prevede inizialmente esercizi statici, fino ad arrivare ad esercizi dinamici (Reider 2014). Il fatto che coinvolga sia la componente neurologica che quella muscolare, rende la propriocezione un'attività tanto utile quanto stancante ed è per questo che bisogna prestare attenzione al volume di allenamento a cui l'atleta viene sottoposto.

Ciò che è stato appena spiegato si riferisce a un generico programma di recupero motorio post infortunio. Tuttavia, quello che differenzia un programma rieducativo da un altro è la componente sport-specifica. Infatti, è fondamentale che nel corso di tutto il percorso l'atleta sia costantemente

sollecitato a svolgere movimenti più simili possibili a quelli tipici dell'attività sportiva che svolge, sempre compatibilmente con le fasi e i progressi del programma. Gli esercizi sport specifici facilitano il recupero della forza dinamica e dell'equilibrio nella modalità in cui sono richiesti da una specifica attività (Osborne 2003). Inoltre, questo tipo di esercizi eseguiti nelle fasi finali del recupero consentono di fornire all'atleta la preparazione adeguata e specifica sia a livello fisiologico che biomeccanico in vista del successivo ritorno in pedana. Infatti, per essere pronto a tornare a gareggiare in sicurezza e non rischiare di infortunarsi ulteriormente, l'atleta deve essere in condizioni ottimali sotto tutti i punti di vista: per questo il programma di recupero motorio deve essere personalizzato, monitorato e meticoloso in ogni fase. Il rischio di infortunarsi subito dopo il ritorno in attività è maggiore negli sport asimmetrici come la scherma in quanto è accentuata la lateralizzazione dei movimenti: questo rende il corretto e pieno recupero post infortunio nella scherma tanto fondamentale quanto delicato e complesso (Brighenti 2022).

## CONCLUSIONI

L'obiettivo di questo lavoro di tesi era analizzare in che misura e in quali modalità la componente asimmetrica che caratterizza la scherma influisce sul rischio di infortunio durante la pratica di questo sport. Prendendo in considerazione le diverse caratteristiche della scherma e degli atleti che la praticano, è stata svolta un'attenta ricerca bibliografica dalla quale è emerso che il tasso di infortunio in questo sport è direttamente correlato a scarsi valori di capacità di controllo posturale ed equilibrio, oltre che ad alti valori di asimmetria tra gli arti, soprattutto in termini di forza. Questi deficit risultano essere determinanti anche per quanto riguarda il successo dello schermatore: i valori maggiori della capacità di equilibrio sono stati registrati in atleti di élite di diverse nazionalità. Inoltre, analizzando quali sono gli infortuni più comuni tra gli schermatori, è emerso che le zone più colpite sono la coscia e la caviglia, e che le tipologie di infortuni possono essere molto diverse tra loro e riguardare in modo prevalente stiramenti o strappi muscolari e distorsioni della caviglia.

Si è concluso che le cause principali di infortunio nella scherma possono effettivamente essere correlate al controllo posturale e all'asimmetria, in particolare considerando la posizione di guardia, l'affondo e i movimenti ripetitivi messi in atto dagli schermatori durante l'assalto. Infatti, è risultato avere grande rilevanza, sia per quanto riguarda la differenziazione degli infortuni che la performance, lo specifico ruolo di ciascun arto durante le azioni schermistiche.

Pertanto, sono state suggerite alcune proposte operative sia per il trattamento dell'asimmetria che per il recupero motorio per quelli che sono i principali infortuni nella scherma. In particolare, per quanto riguarda l'asimmetria è stato suggerito un programma di compensazione di tutte le strutture anatomiche che risultano essere meno utilizzate, mentre è stata avanzata l'ipotesi di un programma di recupero post infortunio che prevede diverse tappe finalizzate al *return to play*.

Dalla consultazione degli articoli scientifici utilizzati per la stesura di questa tesi, è stato notato che in genere la scherma viene trattata senza differenziazione tra le tre specialità (spada, fioretto, sciabola), e solo raramente gli studi svolti prestano attenzioni alle peculiari caratteristiche di queste. Sarebbe quindi interessante svolgere ulteriori analisi in merito agli infortuni specifici di ciascuna arma.

## BIBLIOGRAFIA

- <https://federscherma.it/statuti-e-regolamenti/>
- Ambrosi F. Fondamenti di Posturologia. Ed. 2012.
- Barker V. Postura, Posizione e Movimento. Ed. Mediterranee, 1998.
- Brighenti, A.; Noé, F.; Stella, F.; Schena, F.; Mouroto, L. Warm-Up Improves Balance Control Differently in the Dominant and Non-Dominant Leg in Young Sportsmen According to Their Experience in Asymmetric or Symmetric Sports. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 4562. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084562>.
- Cerizza C, Roi GS. Aspetti fisiologici dell'attività sportiva di base, le caratteristiche fondamentali del giovane schermidore. In: Lodetti G, Ravasini C, editors. *Sport & educazione giovanile*. Milan: Ghedini Editore, 1994: 89-96.
- Chaouachi A, Brughelli M, Levin G, Boudhina NB, Cronin J, Chamari K. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *J Sports Sci.* 2009 Jan 15;27(2):151-7. doi: 10.1080/02640410802448731. PMID: 19051095.
- Chen TL, Wong DW, Wang Y, Ren S, Yan F, Zhang M. Biomechanics of fencing sport: A scoping review. *PLoS One.* 2017 Feb 10;12(2):e0171578. doi: 10.1371/journal.pone.0171578. PMID: 28187164; PMCID: PMC5302478.
- Esfanjani, Mina, 2022. "Analyzing the issues of asymmetry in the strength of fencers bodies and the effectiveness of combining Aerobics with Fencing on their muscles by a new sport AeroFencing:," *Technium Education and Humanities, Technium Science*, vol. 2(2), pages 12-21.
- Gruber M, Bruhn S, Gollhofer A. Adattamenti specifici del controllo neuromuscolare e della rigidità dell'articolazione del ginocchio in seguito all'allenamento sensomotorio. *Int J Sport Med.* 2006;27(8):636–41.

- Guan, Y.; Bredin, S.; Jiang, Q.; Jaaunton, J.; Li, Y.; Wu, N.; Wu, L.; Warburton, D. L'effetto della fatica sull'asimmetria tra gli arti inferiori nelle prestazioni funzionali negli atleti di taekwondo bambini d'élite. *J. Ortop. Surg. Ris.*2021,16, 33.
- Guilhem, G., Giroux, C., Couturier, A., Chollet, D., & Rabita, G. (2014). Mechanical and muscular coordination patterns during a high-level fencing assault. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(2), 341–350.
- Gurfiukel VS: The mechanism of postural regulation in man. *Soviet Scientific Reviews F Phys Gen Biol* 1994, 7:59-89.
- 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. *Biomed Res Int.* 2015;2015:842804. doi: 10.1155/2015/842804. Epub 2015 Oct 25. PMID: 26583139; PMCID: PMC4637080.
- Hoch F, Werle E, Weicker H. Sympathoadrenergic regulation in elite fencers in training and competition. *Int J Sports Med* 1988; 9: 141-5.
- Hrysomallis C, McLaughlin P, Goodman C. Equilibrio e infortuni nei calciatori australiani d'élite. *Int J Sport Med.* Epub 2007 marzo 20.
- Hrysomallis C. Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Med.* 2007;37(6):547-56. doi: 10.2165/00007256-200737060-00007. PMID: 17503879.
- Iglesias i Reig, X. (1998). Valoració funcional específica en l'esgrima.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M.(2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(11), 2044–2050.
- Kadri, MA; NOé,F.; Maitre, J.; Maffulli, N.; Paillard, T. Effetti della dominanza degli arti sull'equilibrio posturale negli sportivi che praticano sport simmetrici e asimmetrici: uno studio pilota. *Simmetria*2021,13, 2199.

- Kerkhoffs GM, Struijs PA, Marti RK, Blankevoort L, Assendelft WJ, van Dijk CN. Functional treatments for acute ruptures of the lateral ankle ligament: a systematic review. *Acta Orthop Scand* 2003; 74: 69-77.
- Lavoie JM, Leger L, Pitre R, et al. Compétitions d'escrime : epee. Analyse des durées et distances de déplacement. *Med du sport* 1995; 59: 279-83.
- Li JX, So RCH, Yuan YWI, et al. Muscle strain and cardiovascular stress in fencing competition. *Proceedings of the 5th IOC World Congress on Sport Sciences*; 1999 Oct 31-Nov 5; Sydney: 222.
- Margonato V, Roi GS, Cerizza C, et al., Maximal isometric force and muscle cross-sectional area of the forearm in fencers. *J Sport Sci* 1994; 12: 567-72.
- Massion J. Postural control system. *Curr Opin Neurobiol.* 1994 Dec;4(6):877-87. doi: 10.1016/0959-4388(94)90137-6. PMID: 7888772.
- McGuine TA, Greene JJ, Best T, et al. Equilibrio come predittore di infortuni alla caviglia nei giocatori di basket delle scuole superiori. *Clin J Sport Med* 2000 ottobre; 10 (4): 239-44.
- Murgu, A. I., & Buschbacher, R. (2006). Fencing. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 17(3), 725–viii.
- Nystrom J, Lindvall O, Ceci R, et al. Physiological and morphological characteristics of world class fencers. 1990 *Int J Sports Med*.
- Osborne MD, Rizzo TD Jr. Prevention and treatment of ankle sprain in athletes. *Sports Med* 2003; 33: 1145-1150.
- Park, K. J., & Brian Byung, S. (2017). Injuries in elite Korean fencers: an epidemiological study. *British journal of sports medicine*, 51(4), 220–225.
- Penedo, T.; Polastri, PF; Rodrigues, ST; Santinelli, FB; Costa, CE; Imaizumi, LFI; Barbieri, RA; Barbieri, FA La strategia motoria durante il controllo posturale non dipende dall'affaticamento muscolare

articolare, ma l'affaticamento muscolare aumenta l'asimmetria posturale. PLoS UNO2021, 16, e0247395.

- Prentice WE. Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training. SLACK Incorporated, 2015.
- Reider B, Davies G, Provencher MT. Orthopaedic rehabilitation of the athlete: Getting back in the game. Elsevier Health Sciences, 2014.
- Roi GS, Bianchedi D. The science of fencing: implications for performance and injury prevention. Sports Med. 2008;38(6):465-81. doi: 10.2165/00007256-200838060-00003. PMID: 18489194.
- Roi GS, Mognoni P. Lo spadista modello. SdS 1987; 9: 51-7.
- Sardella F. Risultanze delle ricerche effettuate su schermidori impegnati in esercitazioni di gara nel corso degli allenamenti premondiali 1982. Scherma 1983; XXV Suppl. 6: 2-5.
- Scoppa F. Posturology: from nonlinear dynamics to transdisciplinarity. Otoneurologia 2000.
- Scoppa F. Posturology: the neurophysiological model, the biomechanical model, the model psychosomatic. Otoneurologia 2002; 9: 3-13.
- Sherwood L., Fondamenti di fisiologia umana, Ed. Piccin, 2012.
- Thompson, K., Chang, G., Alaia, M., Jazrawi, L., & Gonzalez-Lomas, G. (2022). Lower extremity injuries in U.S. national fencing team members and U.S. fencing Olympians. The Physician and sportsmedicine, 50(3), 212–217.
- Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Stabilometria nell'instabilità funzionale della caviglia e il suo valore nel prevedere le lesioni. Med Esercizio di Sci Sport 1984; 16(1): 64-6.
- Tsolakis CH, Bogdanis GC, Vagenas G. Anthropometric profile and limb asymmetries in young male and female fencers. J Hum Mov Stud 2006; 50: 201-16.

- Tsolakis CH, Katsikas CH. Long term effects of a combined physical conditioning and fencing training program on neuromuscular performance in elite fencers. *Int J Fitness* 2006; 2 (1): 35-42.
- Turner, Anthony MSc, CSCS\*D1; Miller, Stuart BSc (Hons)1; Stewart, Perry MSc1; Cree, Jon MSc1; Ingram, Rhys MSc2; Dimitriou, Lygeri PhD1; Moody, Jeremy PhD3; Kilduff, Liam PhD4. Strength and Conditioning for Fencing. *Strength and Conditioning Journal* 35(1):p 1-9, February 2013. | DOI: 10.1519/SSC.0b013e31826e7283.
- Villarón-Casales C, Aladro-Gonzalvo AR, Gámez-Payá J, Pardo-Ibáñez A, Domínguez-Navarro F, Gallego D, Alarcón-Jimenez J. Static Postural Control during Single-Leg Stance in Endurance, Team and Combat Athletes from the Spanish National Sport Technification Program. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Feb 28;20(5):4292. doi: 10.3390/ijerph20054292. PMID: 36901298; PMCID: PMC10001565.
- Weineck, L'allenamento ottimale, Ed. Calzetti Mariucci, 2009 pg 382-383.
- Weineck, L'allenamento ottimale, Ed. Calzetti Mariucci, 2009 pg 537-538.
- WillemsTM, Witvrouw E, Delbaere K, et al. Fattori di rischio intrinseci per distorsioni della caviglia in inversione in soggetti di sesso maschile. *Am J Sports Med* 2005 marzo; 33 (3): 415-23.
- Wolfe MW, Uhl TL, Mattacola CG, McCluskey LC. Management of ankle sprains. *Am Fam Physician* 2001; 63: 93-104.
- Yang. *Int J Sports Physiol Perform* 2022; 17:943-950.
- Zemková E. Sport-specific balance. *Sports Med*. 2014 May;44(5):579-90. doi: 10.1007/s40279-013-0130-1. PMID: 24293269.