



# Università degli Studi di Padova

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA  
PRESIDENTE: *Ch.ma Prof.ssa Veronica Macchi*

## TESI DI LAUREA

EFFETTI DELLA VIBRAZIONE MUSCOLARE FOCALE SU ATLETI  
RITORNATI ALLO SPORT DOPO RICOSTRUZIONE DEL  
LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE

(Effects of Focal Muscle Vibration on Athletes who returned to Sport after  
Anterior Cruciate Ligament Reconstruction)

RELATORE: Prof. Giorgio Granzotto  
Correlatore: Dott. Giorgio Vendramin

LAUREANDO: Mattia Alba

Anno Accademico 2022/2023

# INDICE

<b>RIASSUNTO</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITOLO 1 – IL LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE</b> .....	<b>3</b>
1.1 Anatomia e funzione, meccanismi di lesione ed epidemiologia .....	3
1.2 Ritorno allo sport.....	5
<b>CAPITOLO 2- LA VIBRAZIONE MUSCOLARE FOCALE</b> .....	<b>8</b>
2.1 Definizione e meccanismo d’azione della Vibrazione Focale.....	8
2.2 Repeated Muscle Vibration o Vibrazione muscolare focale ripetuta e il Crosystem .....	9
2.3 Utilizzi in ambito clinico e razionale terapeutico .....	11
<b>CAPITOLO 3 - MATERIALI E METODI</b> .....	<b>14</b>
3.1 Criteri per il reclutamento dei soggetti.....	14
3.2 Valutazioni .....	14
3.3 Trattamento .....	20
<b>CAPITOLO 4 - RISULTATI</b> .....	<b>21</b>
4.1 ACL-RSI.....	22
4.2 Tampa Scale .....	23
4.3 KOOS.....	23
4.4 Hop Test .....	24
4.5 Y Balance Test .....	28
4.6 Agility T-Test .....	29
4.7 Correlazioni.....	30
<b>DISCUSSIONE</b> .....	<b>33</b>
5.1 Limiti dello studio.....	37
<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>41</b>
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>45</b>

## RIASSUNTO

**Background:** Numerosi atleti che ritornano allo sport dopo ricostruzione del legamento crociato anteriore presentano deficit a livello propriocettivo e di controllo motorio, sensazioni differenti rispetto al ginocchio controlaterale e un'inadeguata prontezza dal punto di vista psicologico. Questi elementi, strettamente collegati fra loro, sembrano influenzare notevolmente la performance sportiva ed incrementare il rischio di recidiva. Un trattamento ancora poco conosciuto, che sembra agire direttamente su questi aspetti, è la Vibrazione Muscolare Focale. Quest'ultima infatti è in grado, attraverso l'attivazione dei fusi neuromuscolari e degli organi tendinei di Golgi, di selezionare le afferenze inviate al SNC, modificare l'eccitabilità di determinate aree dell'encefalo e ottenere conseguentemente una risposta da parte di quest'ultimo. Tale processo sembra favorire un miglioramento del controllo motorio, una miglior gestione dei reclutamenti muscolari all'interno del gesto funzionale e un incremento degli aspetti riguardanti la propriocettività, la coordinazione e la stabilità del distretto coinvolto.

**Obiettivo:** Osservare gli effetti generati da un ciclo di Vibrazione Muscolare Focale su atleti ritornati allo sport dopo intervento di ricostruzione del legamento crociato anteriore, in particolar modo per quanto riguarda la performance sportiva, la kinesiofobia e le sensazioni percepite a livello del ginocchio.

**Materiali e metodi:** I soggetti reclutati sono stati sottoposti al trattamento, effettuato tramite l'apparecchiatura Crosystem (NEMOCO srl, Italia), per 3 sedute da 30 minuti ciascuna, in 3 giorni consecutivi. La vibrazione era caratterizzata da una frequenza fissa (100 Hz) e da una bassa ampiezza (0,2-0,5 mm). Essa è stata applicata a livello del quadricipite dell'arto operato ed è stato richiesto di mantenere una lieve contrazione isometrica di quest'ultimo durante tutto il trattamento. Gli atleti sono stati valutati prima di effettuare il ciclo di vibrazione e successivamente a distanza di 15, 45 e 90 gg dalla fine di quest'ultimo. La performance sportiva è stata analizzata attraverso una batteria di test quali gli Hop Test, l'Y Balance Test e l'Agility T-Test. Gli aspetti psicologici e le sensazioni percepite sono stati invece misurati tramite l'ACL-RSI, la Tampa Scale e la KOOS.

**Risultati:** I criteri di inclusione ed esclusione hanno portato all'individuazione di 6 soggetti che, dopo essere stati informati, hanno dato il loro consenso. I valori medi dell'ACL-RSI, della Tampa Scale e della KOOS sono migliorati in tutte le rivalutazioni, in particolar modo dopo 15 e 90 gg. Anche per quanto riguarda la performance dell'arto operato, confrontata a quello controlaterale, gli Hop Test e l'Y Balance Test hanno mostrato un incremento dei valori medi nelle 3 rivalutazioni, soprattutto a medio e lungo termine. Considerando l'Agility T-Test invece, i miglioramenti si sono verificati solo

a distanza di 45 e 90 gg dalla fine del trattamento. Dall'analisi dei dati, la maggior età dell'atleta sembra aver limitato leggermente gli incrementi dei punteggi, mentre sembra esserci una lieve correlazione positiva con un maggior numero di ore di allenamento settimanali e una maggior distanza dalla data dell'intervento chirurgico. La tipologia di graft utilizzato e il lato dell'arto operato non sembrano evidenziare particolari differenze, se non un incremento percentuale medio dei valori leggermente maggiore nei soggetti operati al ginocchio dx e in coloro la cui sostituzione del legamento è avvenuta tramite tendine rotuleo.

**Conclusioni:** La Vibrazione Focale sembra poter avere un ruolo nel miglioramento delle sensazioni percepite a livello del ginocchio e della performance sportiva, in particolar modo per quanto riguarda il controllo motorio e la stabilità del ginocchio in attività di salto, cambi di direzione o nel mantenimento dell'equilibrio monopodalico. Parallelamente sembra incrementare la consapevolezza, la sicurezza e la prontezza psicologica da parte dell'atleta. In considerazione dei risultati ottenuti e dei limiti comunque presenti nello studio, si rendono necessarie ulteriori indagini per valutare l'efficacia di questo trattamento in atleti con esiti di ricostruzione del legamento crociato anteriore, includendo sicuramente almeno un gruppo di controllo e aumentando il campione.

## ABSTRACT

**Background:** Many of the athletes returning to sport after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction have deficits in proprioceptive and motor control level, different sensations compared to the controlateral knee and inadequate psychological readiness. These elements, closely linked to each other, seem to significantly influence sports performance and increase the risk of recurrence. The Focal Muscle Vibration is a little known treatment, which seems to act directly on these aspects. Indeed, through the activation of the neuromuscular spindles and Golgi tendon organs, this treatment can select the affiliations sent to the CNS, change the excitability of certain areas of the brain and obtain a response from it. This process seems to facilitate an improvement of the motor control, a better management of muscle recruitment within the functional gesture, and an increase of the aspects concerning the proprioceptivity, the coordination and the stability of the structure involved.

**Objective:** To observe the effects generated by a cycle of Focal Muscle Vibration on athletes who returned to sport after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, especially with regard to sports performance, kinesiophobia and the sensations felt at knee level.

**Materials and methods:** The recruited subjects underwent the treatment, carried out using the Crosystem equipment (NEMOCO srl, Italy), for 3 sessions of 30 minutes each, on 3 consecutive days. The vibration was characterized by a fixed frequency (100 Hz) and low amplitude (0,2-0,5 mm). It was applied at the level of the quadriceps of the operated limb and the subjects were required to maintain a slight isometric contraction of the leg throughout the treatment. The athletes were evaluated before carrying out the vibration cycle and subsequently 15, 45 and 90 days after the end of the cycle. Sports performance was analyzed through a battery of tests such as the Hop Test, the Y Balance Test and the Agility T-Test. The psychological aspects and perceived sensations were instead measured using the ACL-RSI, the Tampa Scale and the KOOS.

**Results:** The inclusion and exclusion criteria led to the identification of 6 subjects who, after being informed, gave their consent. The average values of the ACL-RSI, Tampa Scale and KOOS improved in all reevaluations, especially after 15 and 90 days. Also regarding the performance of the operated limb, compared to the controlateral one, the Hop Tests and the Y Balance Test showed an increase in the average values in the 3 reevaluations, especially in the medium and long term. Considering the Agility T-Test, however, the improvements occurred only 45 and 90 days after the end of the treatment. From the analysis of the data, the greater age of the athlete seems to have slightly limited the increases in scores. Meanwhile, there seems to be a slight positive correlation with a greater number of hours of training per week and a greater distance from the data of surgery. The type of

graft used and the side of the operated limb do not seem to highlight any particular differences, other than a slightly greater average percentage increase in values in subjects operated on the right knee and in those whose ligament replacement took place via patellar tendon.

**Conclusions:** Focal Vibration seems able to play a role in improving the sensations perceived at the knee level and sports performance, in particular with regard to motor control and stability of the knee in jumping activities, changes of direction or in maintaining monopodal balance. At the same time, the athlete's awareness, safety and psychological readiness seem to increase. Considering the results obtained and the limitations of the study, further investigation is necessary to evaluate the effectiveness, of this treatment in athletes with outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, certainly including at least a control group and increasing the sample.

## **INTRODUZIONE**

La lesione del legamento crociato anteriore è uno degli infortuni che ad oggi si verifica con maggior frequenza all'interno dell'ambito sportivo, soprattutto in attività che richiedono salti e cambi di direzione. Il trattamento principalmente utilizzato, sulla base della stabilità dinamica che presenta il ginocchio, è l'intervento di ricostruzione chirurgica, a cui segue un programma riabilitativo finalizzato al ritorno alla pratica sportiva.

La problematica principale che si può evidenziare in questa tipologia di pazienti è che, nonostante lo sviluppo delle diverse tecniche chirurgiche e riabilitative, il numero degli atleti che ritornano a praticare il loro sport allo stesso livello del pre-infortunio è ancora molto basso. Questo sembra dovuto in particolare alla presenza, molto spesso, di deficit dal punto di vista propriocettivo e del controllo motorio, di kinesiophobia o di paura del re-injury, e di sensazioni differenti percepite a livello del ginocchio. Tali aspetti sono strettamente collegati fra loro e, oltre che ad essere dei veri e propri fattori di rischio per una seconda lesione, influenzano negativamente la performance sportiva dell'atleta stesso.

Un particolare trattamento ancora oggi non molto conosciuto all'interno del mondo riabilitativo, che agisce direttamente su questi elementi, è la Vibrazione Focale. Essa consiste in una stimolazione propriocettiva che, tramite alcuni recettori presenti a livello muscolare, permette di andare a selezionare le afferenze e la frequenza dei potenziali d'azione inviata al Sistema Nervoso Centrale. Vengono così indotte delle modificazioni a livello dell'eccitabilità di alcune aree della corteccia cerebrale e della rete deputata al controllo motorio, che permettono una miglior gestione dei reclutamenti muscolari all'interno del gesto svolto, una miglior coordinazione e stabilità, e un incremento della propriocettività e funzionalità del soggetto.

Per far sì che questi effetti vengano mantenuti nel tempo, è stato sviluppato il protocollo di repeated Muscle Vibration (rMV). Esso consiste nell'applicazione di una vibrazione a frequenza fissa (100 Hz) e a bassa ampiezza (0,2-0,5 mm), in un determinato punto a livello muscolare, per 3 sedute effettuate in 3 giorni consecutivi. Ognuna di queste è composta da 3 fasi di trattamento da 10 minuti ciascuna, intervallate da una breve pausa di circa 1 minuto. Durante la stimolazione vibratoria, al paziente viene richiesto di mantenere una lieve contrazione isometrica del gruppo muscolare preso in considerazione. Una delle diverse

apparecchiature che permette l'esecuzione di questa tipologia di trattamento, e quella presa in considerazione per questo studio, è il Crosystem (NEMOCO srl, Italia).

In letteratura, è presente già uno studio in cui viene applicato questo protocollo su soggetti con esiti di ricostruzione del legamento crociato anteriore (1). Esso infatti, eseguito a 1 mese di distanza dall'intervento, ha portato un incremento maggiore rispetto al gruppo di controllo dell'equilibrio monopodalico sull'arto operato e del momento torcente dei muscoli estensori di ginocchio.

Vista la potenzialità di questa tipologia di trattamento, il ruolo che sembra poter aver per il miglioramento dei diversi aspetti molto spesso deficitari in questi pazienti e la ridotta letteratura scientifica inerente a quest'ambito, l'obiettivo di questo studio è quello di rilevare gli effetti generati da un ciclo di trattamento di Vibrazione Muscolare Focale in atleti ritornati allo sport dopo ricostruzione del legamento crociato anteriore. In particolar modo verranno valutate la performance sportiva nei suoi diversi aspetti, le sensazioni riferite a livello del ginocchio e la kinesiophobia.

I primi due capitoli introduttivi saranno incentrati sul fornire un background inerente alla lesione del legamento, alle problematiche spesso presenti al momento del ritorno allo sport, al meccanismo d'azione della Vibrazione Focale e alle modalità ed ambiti d'utilizzo di quest'ultima. I successivi capitoli, invece, illustreranno il lavoro pratico svolto presso il centro "Puzzle della Vita" di Onigo di Pederobba (TV), finalizzato al raggiungimento dell'obiettivo prefissato dallo studio.



# **CAPITOLO 1 – IL LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE**

## **1.1 Anatomia e funzione, meccanismi di lesione ed epidemiologia**

Il legamento crociato anteriore (LCA) è una struttura connettivale che origina dall'area intercondiloidea tibiale e che, decorrendo posteriormente, superiormente e lateralmente, si inserisce sulla porzione postero-mediale del condilo femorale laterale. È composto da due fasci: il fascio anteromediale e quello posterolaterale, il primo è teso maggiormente in flessione di ginocchio mentre il secondo in estensione. Ha infine una lunghezza che varia da 31 a 38 mm e una larghezza di 10-12 mm (2).

La funzione principale del legamento è quella di limitare un'eccessiva traslazione anteriore della tibia rispetto al femore. Ad estensione completa di ginocchio, esso assorbe circa il 75% del carico di traslazione anteriore, mentre l'85% quando il ginocchio presenta una flessione compresa tra i 30 e i 90 gradi (2). Agisce inoltre come stabilizzatore contro la rotazione interna della tibia e contro il valgismo del ginocchio. Rilevante è infine il ruolo propriocettivo e di controllo neuromuscolare dell'articolazione che possiede grazie alla presenza di meccanocettori, soprattutto in prossimità delle inserzioni ossee (3).

La lesione del legamento crociato anteriore è uno degli infortuni più frequenti in ambito sportivo soprattutto in attività che richiedono salti e cambi di direzione. In base al meccanismo di lesione, esse si possono classificare in due categorie:

-Lesioni da contatto: a loro volte suddivise in dirette, se il trauma interessa direttamente il ginocchio, indirette, se invece il trauma avviene su altre parti del corpo.

-Lesioni senza contatto (70-80% dei casi): non avvengono in seguito a un trauma diretto ma durante movimenti di salto, atterraggio, cambi di direzione, decelerazioni e arresti improvvisi della corsa.

Il gesto motorio che provoca la lesione del legamento è solitamente composto da movimenti che si verificano su diversi piani nello spazio. Spesso, essa può essere causata da un'iperestensione del ginocchio, uno stress in valgo o in varo associati ad un movimento rotatorio della tibia sul piano trasversale. Come pattern di lesione frequente è rilevabile inoltre un'eccessiva traslazione della tibia quando il ginocchio si trova in una posizione di lieve flessione o associata ad uno stress in valgismo. Vi è infine il movimento definito "da

manuale”, che consiste in una traslazione anteriore della tibia associata ad intrarotazione di quest’ultima, valgismo e leggera flessione di ginocchio (5).

La lesione del legamento crociato anteriore è un infortunio che si verifica sempre più frequentemente nella popolazione, soprattutto tra gli sportivi, con un’incidenza di 68,6 casi ogni 100.000 soggetti l’anno (6). Essa varia a seconda del genere e, negli atleti, è influenzata inoltre dalla tipologia di sport praticato. Uno studio (7) mostra come i tassi di incidenza si aggirino rispettivamente a:

- 12,9/100.000 atleti negli sport di collisione (es. football americano, rugby, hockey su ghiaccio);
- 15,1/100.000 atleti negli sport di contatto (es. calcio, basket);
- 4,8/100.000 atleti negli sport a contatto limitato (es. pallavolo, baseball);
- 2,5/100.000 atleti negli sport senza contatto (es. sci alpino, danza);
- 26,2/100.000 atleti negli sport che prevedono atterraggi rotazionali ad alto impatto e la presenza di un oggetto fisso con cui interagiscono (es. corsa ad ostacoli, ginnastica artistica).

In generale, il numero assoluto di lesioni del legamento è maggiore negli uomini, ma la popolazione femminile presenta dei tassi di incidenza più alti negli sport di contatto, 18,8/100.000 per le donne, contro 8,7/100.000 per gli uomini, e negli sport come la corsa ad ostacoli e la ginnastica artistica, in cui la differenza è ancora più significativa e vede un tasso di incidenza di 48,0/100.000 nelle donne e di 17,5/100.000 negli uomini (7).

Dopo la lesione del legamento, sulla base della stabilità dinamica che presenta il ginocchio, ogni soggetto può essere classificato in coper o noncoper potenziale (8). Il primo mostrerà una stabilità e funzionalità sufficiente a livello del ginocchio tale da avere buone possibilità di ritornare ai livelli precedenti di attività sportiva, grazie ad un trattamento di tipo conservativo. Il secondo invece, a causa della presenza di instabilità dovuta alla lesione, necessiterà di un intervento di tipo chirurgico. Quest’ultimo è l’approccio maggiormente utilizzato e viene indicato o meno considerando anche diversi fattori tra cui l’età, l’occupazione, il profilo e le diverse necessità funzionali del paziente, soprattutto dal punto di vista sportivo. Uno studio afferma come in Italia, tra il 2001 e il 2015, sono stati eseguiti 248.234 interventi di ricostruzione del LCA, ovvero all’incirca 32 operazioni ogni 100.000

abitanti. I soggetti maggiormente sottoposti all'intervento hanno un'età compresa tra 20-24 anni e il rapporto tra popolazione maschile e femminile è di circa 4,54 (9). Diverse stime riferiscono come questi numeri siano destinati a crescere a causa sia di un aumento dell'incidenza della lesione stessa che di un incremento del numero delle recidive.

## **1.2 Ritorno allo sport**

Dopo l'intervento di ricostruzione del legamento crociato anteriore, l'atleta sarà accompagnato dalle diverse figure professionali nello svolgimento di un programma riabilitativo finalizzato al ritorno alla pratica sportiva. Le proposte terapeutiche saranno mirate al recupero della forza, della resistenza e della potenza muscolare, della mobilità dell'articolazione, del controllo motorio e delle diverse abilità, anche sport specifiche, deficitarie a causa dell'infortunio e del conseguente intervento chirurgico.

Nella fase di ritorno allo sport sono molteplici i fattori e i criteri da tenere in considerazione per capire se l'atleta è veramente pronto e per ridurre il più possibile il rischio di recidiva (5) (10) (11):

- **Tempo:** lo studio di Beischer S. et al. (2020) (12) mostra come un ritorno alla pratica sportiva prima che siano trascorsi 9 mesi dall'intervento porta con sé un rischio 7 volte superiore di subire una seconda lesione del legamento rispetto a chi attende maggiormente.
- **Forza muscolare:** va valutata nelle sue diverse componenti di forza massima, esplosiva e reattiva, in particolare del quadricipite. Il rapporto in percentuale tra la performance del lato operato rispetto al controlaterale dovrebbe superare l'85-90% (Limb Symmetry Index), a seconda della tipologia di test (11).
- **Esame clinico:** presenza o meno di dolore, versamento, articolari limitati o lassità legamentosa.
- **Criteri funzionali:** hop test, endurance hop test, test di equilibrio, di velocità, di agilità, cambi di direzione, accelerazioni e decelerazioni, simulazioni di gioco sport specifiche.
- **Aspetti legati alla persona:** valutazione dei diversi fattori psicologici, in particolare la presenza o meno di kinesiophobia, e della prontezza dal punto di vista mentale dell'atleta. Lo studio di Paterno M. V. et al. (2018) (13) mette in luce l'importanza del considerare anche questi elementi, poiché la paura auto-riferita riguardo la propria condizione clinica e sulla

possibilità di un re-infortunio, ad esempio, si è dimostrata essere un importante fattore di rischio di recidiva nei 24 mesi successivi al ritorno allo sport, oltre che essere un elemento influente in modo negativo nella performance sportiva stessa.

Rilevante è sottolineare come all'interno degli articoli scientifici analizzati dallo studio di Burgi C. R. et al. (2019) (11) ben il 42% di essi utilizza il tempo come unico criterio per valutare il ritorno allo sport degli atleti. Questo, presente molto spesso anche in ambito clinico, non permette di analizzare la prontezza del paziente alla pratica sportiva in tutti i suoi aspetti e crea conseguentemente un aumento del rischio di recidiva.

La paura riguardo la possibilità di una seconda lesione, le sensazioni diverse percepite a livello del ginocchio da parte dell'atleta e, molto spesso, la presenza di un deficit propriocettivo o di controllo motorio, non permettono di poter garantire le stesse prestazioni precedenti all'infortunio o, addirittura, finiscono per indurre i soggetti ad abbandonare la pratica sportiva. Lo studio di Ardern C. L. et al. (2014) (14) ha mostrato come, analizzando un campione di 7556 atleti con esiti di ricostruzione del legamento crociato anteriore, l'81% sia tornato a praticare una qualsiasi tipologia di attività sportiva ma, solo il 65% ha raggiunto lo stesso livello pre-infortunio. Rilevante inoltre è la percentuale di atleti che sono ritornati a praticare il proprio sport a livello agonistico, che appare essere solo del 55%. Tra i fattori che sembrano favorire il ritorno allo sport al livello precedente alla lesione possiamo trovare una simmetria tra la performance dei due arti inferiori negli Hop test e una risposta positiva dell'atleta dal punto di vista psicologico. Quest'ultimo aspetto viene spesso posto in secondo piano all'interno del percorso riabilitativo e molti studi stanno evidenziando la presenza di una correlazione tra i diversi fattori psicologici e la funzionalità del ginocchio stesso (15). Conseguentemente, il soggetto che presenta scarsa fiducia nella propria condizione clinica, kinesiophobia o paura del re-injury, avrà delle ripercussioni negative nella performance sportiva e sarà maggiormente esposto al rischio di una nuova lesione.

La problematica del re-injury, nonostante lo sviluppo delle diverse tecniche chirurgiche e riabilitative, è presente ancora con numeri importanti tra i soggetti con esiti di ricostruzione del legamento crociato anteriore. Una revisione sistematica del 2016 (16) mostra come, in media, circa il 15% di questi pazienti subisce una seconda lesione, che diventano il 20% se vengono considerati solamente gli atleti ritornati allo sport. Nel dettaglio, il 7% incorre in una

recidiva, mentre l'8% va incontro ad una lesione del legamento controlaterale. Le percentuali inoltre aumentano se si fa riferimento ad un campione con un'età minore di 25 anni. Questi dati mostrano come la problematica del re-infortunio sia ancora molto presente tra questi soggetti, soprattutto per quanto riguarda i giovani atleti.

È chiaro quindi come sia necessaria un'adeguata valutazione dell'atleta nei diversi ambiti per il ritorno allo sport. Fondamentale è agire per il miglioramento del controllo motorio, della propriocettività, della funzionalità del ginocchio all'interno delle situazioni sport specifiche e a livello degli aspetti psicologici dell'atleta. Questo per far sì che il soggetto sia maggiormente consapevole della propria condizione clinica, abbia maggior controllo del proprio corpo e di conseguenza possa garantire lo stesso livello di performance sportiva precedente all'infortunio, con un rischio di recidiva il più ridotto possibile.

## **CAPITOLO 2- LA VIBRAZIONE MUSCOLARE FOCALE**

### **2.1 Definizione e meccanismo d'azione della Vibrazione Focale**

Per vibrazione si intende un'oscillazione meccanica di un corpo attorno ad un punto, detto di equilibrio (17). Essa viene descritta in termini di ampiezza, che consiste nel massimo spostamento del corpo dal punto di equilibrio, e di frequenza, definita come il numero di oscillazioni effettuate in un'unità di tempo.

In riabilitazione vengono utilizzate principalmente due tipologie di vibrazione:

- la Whole Body Vibration o Vibrazione Globale (WBV), che si estende a tutto il corpo, solitamente partendo dai piedi, non permettendo però il trattamento di un singolo muscolo. La sua efficacia è ancora dibattuta e alcuni autori riportano che l'esposizione a questo tipo di vibrazione possa essere addirittura potenzialmente dannosa (18).
- la Focal Vibration o Vibrazione Focale (FV), applicata invece a singoli muscoli o gruppi muscolari, che quindi garantisce una maggior selettività di trattamento e sicurezza per il paziente.

I fusi neuromuscolari e gli organi tendinei di Golgi (OTG) sono due tipologie di recettori presenti a livello muscolare e tendineo. I primi sono innervati da fibre sensitive Ia, dette primarie, con una velocità di conduzione compresa tra 72 e 120 m/s, e da fibre di tipo II, dette secondarie, con una velocità di conduzione compresa tra 24 e 72 m/s (18). Le fibre nervose degli OTG sono invece denominate di tipo Ib e possiedono la stessa velocità di conduzione delle fibre Ia dei fusi neuromuscolari. Questi recettori hanno la funzione di verificare la velocità e il grado dell'allungamento o dell'accorciamento delle fibre muscolari (fusi neuromuscolari) e di rilevare il grado di tensione sviluppato dalle singole unità motrici (OTG) (18).

La Vibrazione Focale va ad agire direttamente su questi recettori, in particolare a livello delle terminazioni primarie dei fusi neuromuscolari. Essa infatti, ad ampiezze e frequenze adeguate, è capace di attivare afferenze fusali primarie, secondarie o gli OTG, in modo differenziato in base alle caratteristiche dello stimolo (18) (19). Una volta attivati, questi recettori generano, a loro volta, frequenze di potenziali d'azione che rimangono strettamente correlate alla frequenza di vibrazione applicata, permettendo così di "guidare" le afferenze

dirette al Sistema Nervoso Centrale (SNC) (fenomeno del “driving”) (18) (19). Questo fenomeno permette quindi, attraverso la semplice applicazione di vibrazioni ad una determinata frequenza ed ampiezza, di andare a selezionare le afferenze attivate e di stabilire la frequenza dei potenziali d’azione inviata al SNC, questo consente di avere conseguentemente una risposta correlata da parte di quest’ultimo (18).

È stato dimostrato infatti, come questo tipo di stimolazione propriocettiva vada a generare delle modificazioni a livello dell’eccitabilità della corteccia cerebrale sensitiva e motoria (20). In particolare vengono attivati meccanismi inibitori intracorticali per quanto riguarda le aree che governano il muscolo trattato, mentre meccanismi facilitatori per le aree relative al muscolo antagonista. Questo effetto però, è stato rilevato solamente se il trattamento fosse stato effettuato in presenza di una contrazione attiva del muscolo target da parte del paziente, ipotizzando quindi delle modulazioni indotte da meccanismi di tipo associativo (21). Dal punto di vista pratico, un aumento dell’inibizione a livello dei circuiti intracorticali della corteccia motoria primaria, favorirebbe l’individuazione dei muscoli corretti da utilizzare nel gesto motorio e ridurrebbe le co-contrazioni indesiderate (18). In generale, quindi, si vengono a creare dei cambiamenti neuroplastici della rete addetta al controllo motorio che permettono di ottenere risultati in termini propriocettivi e funzionali.

Per far sì che questi effetti, dati dalla risposta alla stimolazione, vengano mantenuti in modo persistente, diversi studi hanno dimostrato la necessità di:

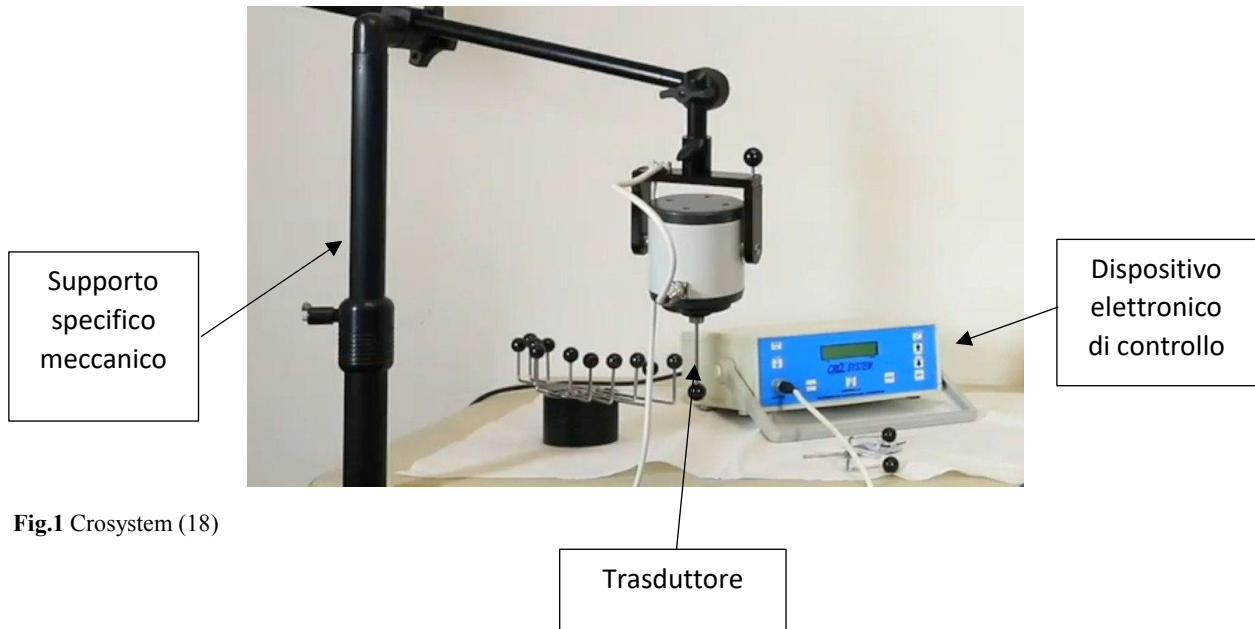
- applicare un’unica frequenza compresa tra i 70 e i 120 Hz;
- effettuare una stimolazione vibratoria protratta per almeno 10 minuti (18).

## **2.2 Repeated Muscle Vibration o Vibrazione muscolare focale ripetuta e il Crosystem**

Sulla base delle caratteristiche della stimolazione vibratoria dimostratesi maggiormente efficaci per il mantenimento dei risultati acquisiti, è stato creato un protocollo di trattamento definito Repeated Muscle Vibration (rMV). Esso consiste nell’applicazione di una vibrazione a frequenza fissa (100 Hz), a bassa ampiezza (0,2-0,5 mm), per un ciclo di tre sedute in tre giorni consecutivi. Ognuna di esse ha una durata di 30 minuti ed è suddivisa in tre fasi da 10 minuti di trattamento, intervallate da una breve pausa di circa 1 minuto.

Durante l'applicazione della stimolazione, al paziente viene richiesto di mantenere una lieve contrazione isometrica del gruppo muscolare considerato. Questo, sia per favorire una miglior propagazione della vibrazione, sia per portare l'attenzione del soggetto al trattamento in corso, inducendo così i diversi meccanismi di tipo associativo che stanno alla base delle modificazioni a livello dell'eccitabilità delle aree interessate del SNC (21).

Il Crosystem (NEMOCO srl., Italia) (Fig.1) è una delle diverse apparecchiature presenti in ambito riabilitativo che permettono lo svolgimento di questo tipo di trattamento. Essa è costituita da un dispositivo elettronico di controllo, uno specifico supporto e un trasduttore elettromeccanico. Il dispositivo permette di generare una serie di micro allungamenti-accorciamenti (0,2-0,5 mm) a livello muscolare grazie al trasduttore, andando a stimolare così i recettori presenti e conseguentemente il SNC. La frequenza della vibrazione è fissa (100 Hz) mentre l'intensità è regolabile su una scala di 30 livelli a seconda della necessità. Il supporto meccanico, essendo rigido e avendo la possibilità di essere ben ancorato al terreno, permette di ridurre la dispersione dell'energia ed impedire quindi la distorsione della frequenza vibratoria.



**Fig.1** Crosystem (18)

Non sono presenti né correnti elettriche né campi magnetici, perciò il trattamento può essere effettuato anche in presenza di protesi, stimolatori cardiaci, pompe o altri dispositivi elettromagnetici.



### **2.3 Utilizzi in ambito clinico e razionale terapeutico**

Attraverso un'analisi della letteratura scientifica nei diversi motori di ricerca e il confronto con un fisioterapista esperto in questa tipologia di trattamento e nell'utilizzo di questa particolare apparecchiatura, si può delineare come siano molteplici e differenti gli ambiti di applicazione della Vibrazione Muscolare Focale.

È stato dimostrato, ad esempio, come essa possa essere efficace per l'ottimizzazione del tono muscolare e il miglioramento della funzionalità, in particolare dell'arto superiore plegico, in pazienti con esiti di ictus (22) (23) (24). Si è visto inoltre come il trattamento vibratorio, aggiunto alle proposte tradizionali, ha permesso un miglior recupero in termini di percezione e consapevolezza dello spazio in soggetti con eminegligenza spaziale (25) (26). Sempre in ambito neurologico, alcuni autori hanno applicato questa forma di trattamento in patologie quali il Parkinson, in cui il ciclo di Vibrazione Focale ha consentito un miglioramento del pattern del cammino rispetto al gruppo di controllo, soprattutto a livello di velocità e di lunghezza del passo (27), e la Charcot-Marie-Tooth in cui sono stati ottenuti risultati in termini d'incremento dell'equilibrio, in particolare per tutto l'aspetto che riguarda la propriocettività (28).

Vista l'assenza di effetti avversi in seguito al trattamento e la sua potenzialità, negli anni quest'apparecchiatura è stata applicata sempre di più anche all'interno del mondo dell'età evolutiva. Lo studio di Celletti C. e Camerota F. (2011) (29) ha mostrato come un ciclo di trattamento di Vibrazione Muscolare Focale, applicato a livello del tricipite surale di bambini con esiti di Paralisi Cerebrale Infantile (PCI), abbia portato sia ad una riduzione del tono muscolare che ad un incremento del ROM della caviglia. Anche il case report di Camerota F. et al. (2011) (30) su un bambino di 5 anni con un quadro di tetraparesi spastica, sostiene l'efficacia di questa tipologia di trattamento. In particolare esso evidenzia il possibile ruolo che la Vibrazione Focale possa avere per il miglioramento del pattern del cammino in questa tipologia di pazienti, sia per quanto riguarda i parametri spazio-temporali che per la cinematica delle diverse articolazioni interessate.

Gli effetti dati dalla stimolazione vibratoria possono avere un forte impatto sulla qualità di vita e sulla sicurezza anche per la popolazione geriatrica. Diversi autori mostrano infatti come attraverso il protocollo di repeated Muscle Vibration si possono ottenere miglioramenti per

quanto riguarda l'equilibrio, la stabilità posturale e la mobilità, riducendo così il rischio di caduta (31) (32). Uno studio su soggetti anziani con artrosi a livello del ginocchio, dimostra inoltre come il trattamento sembra poter garantire un miglioramento della funzionalità anche in presenza di una patologia degenerativa come quest'ultima (33).

Anche all'interno dell'ambito ortopedico e nel mondo sportivo, la Vibrazione Focale ha dimostrato di poter avere un ruolo importante per la gestione e il trattamento dei pazienti. Quest'ultima infatti, in uno studio effettuato su una squadra di pallavoliste (35), ha permesso sia di migliorare la potenza esplosiva e reattiva degli arti inferiori, che di ridurre la lassità a livello delle ginocchia. Alcuni autori hanno constatato inoltre che vi sono delle modificazioni positive anche in termini di forza e resistenza della muscolatura interessata (36) (37). Questo induce a pensare che tale forma di trattamento possa avere un ruolo significativo nell'ottimizzazione della preparazione fisica e dei programmi di allenamento, andando a migliorare conseguentemente la performance degli atleti.

Rilevante per questo studio è sicuramente la pubblicazione di Brunetti O. et al. (2006) (1) in cui il trattamento vibratorio viene effettuato su soggetti con esiti di ricostruzione del legamento crociato anteriore (LCA). Sono stati reclutati infatti 30 uomini suddivisi successivamente in due gruppi: un gruppo in cui è stato applicato il protocollo di repeated Muscle Vibration a distanza di 1 mese dall'intervento, uno che ha ricevuto invece il trattamento placebo con le stesse modalità e tempistiche. La vibrazione è stata applicata a livello del quadricipite, distalmente, ed entrambi i gruppi hanno comunque eseguito un programma di fisioterapia convenzionale. I soggetti sono stati valutati in termini di attività elettromiografica e momento torcente dei muscoli estensori di ginocchio, articolarietà di quest'ultimo, lassità legamentosa ed equilibrio monopodalico, sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi. Queste valutazioni sono avvenute prima dell'inizio del trattamento e a distanza di 1, 10, 90 e 270 giorni dalla fine della stimolazione vibratoria. I risultati che sono emersi dimostrano come il gruppo a cui è stata applicata la Vibrazione Muscolare Focale, rispetto al gruppo di controllo, ha ottenuto un maggior incremento dell'equilibrio monopodalico, in particolar modo ad occhi chiusi, e del momento torcente dei muscoli estensori di ginocchio. Gli effetti si sono verificati sia subito dopo il trattamento che nelle successive rivalutazioni, evidenziando come questa tipologia di stimolazione permetta di ottimizzare il controllo

motorio esercitato dal SNC, in particolar modo grazie ad un miglioramento dell'elaborazione dei segnali afferenti, soprattutto propriocettivi.

Complessivamente quindi gli utilizzi in ambito clinico della Vibrazione Focale sono finalizzati a:

- l'ottimizzazione del tono muscolare;
- il miglioramento della coordinazione motoria e della stabilità;
- l'incremento della forza e della resistenza muscolare,
- il miglioramento della percezione e della sensibilità propriocettiva
- l'aumento della funzionalità del soggetto nei diversi ambiti della vita quotidiana.

Date le recenti evidenze scientifiche che dimostrano la potenzialità e gli effetti di questo trattamento, sembra che quest'ultimo possa avere un ruolo importante all'interno del percorso riabilitativo anche di atleti con esiti di ricostruzione del legamento crociato anteriore. Questo perché esso va ad agire direttamente su aspetti quali il controllo motorio, la propriocettività, la stabilità dell'articolazione e l'elaborazione delle informazioni sensoriali afferenti, tutti elementi molto spesso deficitari anche in soggetti che ritornano alla pratica sportiva. Rilevante è inoltre il ruolo che può avere attraverso le modificazioni indotte a livello delle aree dell'encefalo che, a causa della lesione, come dimostra lo studio di Grooms D. R. et al. (2017) (38), risentono di cambiamenti neuroplastici dovuti dalla perdita di meccanoettori presenti direttamente nel legamento e di compensazioni nella gestione del controllo neuromuscolare. Sono necessari però ulteriori studi per approfondire gli effetti prodotti dalla Vibrazione Focale, come viene riportato anche dalle recenti linee guida Aspetar (2023) (39), per stabilire la possibilità o meno di introdurre questo trattamento tra le proposte terapeutiche funzionali.

## CAPITOLO 3 - MATERIALI E METODI

L'obiettivo di questo studio è quello di osservare quindi gli effetti generati da un ciclo di trattamento di Vibrazione Muscolare Focale su atleti ritornati allo sport dopo intervento di ricostruzione del legamento crociato anteriore, in particolar modo per quanto riguarda la performance sportiva, la kinesiofobia e le sensazioni percepite a livello del ginocchio, che sembrano essere gli elementi più rilevanti in questa fase riabilitativa.

La ricerca si è svolta tra i mesi di gennaio ed ottobre 2023, effettuando le diverse valutazioni e i trattamenti presso il centro “Puzzle della Vita” di Onigo di Pederobba (TV).

### 3.1 Criteri per il reclutamento dei soggetti

I soggetti adatti per questa indagine sono stati ricercati e reclutati principalmente attraverso i social media, tenendo in considerazione i seguenti criteri di inclusione ed esclusione.

<b>Criteri di inclusione</b>	<b>Criteri di esclusione</b>
Effettuato intervento chirurgico di ricostruzione del legamento crociato anteriore	Trattamento di tipo conservativo dopo lesione del legamento crociato anteriore
Prima lesione del legamento	Recidiva
Distanza dall'intervento chirurgico compresa tra 12 e 24 mesi	Distanza dall'intervento chirurgico < 12 mesi o > 24 mesi
Età compresa tra 18 e 35 anni	Età < 18 anni o > 35 anni
Ritornato/a a praticare una qualsiasi attività sportiva	Non ritornato/a alla pratica sportiva
Atleta non professionista	Atleta professionista
Riferite sensazioni differenti a livello del ginocchio rispetto al pre-infortunio o al controlaterale	Nessuna sensazione differente riferita a livello del ginocchio rispetto al pre-infortunio o al controlaterale
Riferita una componente kinesiofobica e di paura del re-injury	Nessuna componente kinesiofobica e di paura del re-injury riferita

### 3.2 Valutazioni

Il protocollo prevedeva l'esecuzione di una valutazione iniziale, il ciclo di trattamento di Vibrazione Muscolare Focale e, successivamente, tre rivalutazioni a distanza di 15, 45 e 90 gg dalla fine di quest'ultimo. Esse si sono incentrate sull'analisi della performance sportiva

tramite la batteria degli Hop Test (5), l'Y Balance Test e l'Agility T-Test. Sono state indagate inoltre le sensazioni riferite dal paziente e i diversi aspetti psicologici, in particolare riguardanti la kinesiophobia, attraverso alcune scale di valutazione quali l'ACL-RSI, la Tampa Scale e la KOOS.

- ACL-RSI (Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport after Injury Scale) (All.1)

È una scala di valutazione compilabile direttamente dal paziente e viene utilizzata specialmente per l'analisi della prontezza dal punto di vista mentale dell'atleta, al momento del ritorno allo sport dopo lesione del legamento crociato anteriore. (40) Vengono indagate principalmente le sensazioni e le emozioni del soggetto riguardo la possibilità di garantire le stesse performance sportive, la paura di un nuovo infortunio e il timore nel praticare il proprio sport. È composta da 12 domande a cui il paziente deve rispondere indicando un punteggio variabile da 0 a 100 in base alle proprie percezioni, dove 0 corrisponde ad una risposta psicologica estremamente negativa, mentre 100 ad una estremamente positiva. Il risultato finale è dato dalla media di tutti i punteggi ed è espresso in percentuale, in cui maggiore è il valore, migliore sarà la prontezza psicologica del paziente. Lo studio di Gokeler A. et al (2017) (41) sostiene che sia necessario un punteggio > 56% per il ritorno allo sport.

- TAMPA SCALE (All.2)

È un questionario finalizzato alla valutazione delle convinzioni del soggetto riguardo il dolore e la paura al movimento in relazione a quest'ultimo (42). La versione italiana più recente, quella utilizzata anche per questo studio, è composta da 13 domande: 6 rivolte all'analisi del rapporto presente, secondo il paziente, tra evitamento dell'attività e dolore; 7 che indagano invece il pensiero del soggetto sulla correlazione tra dolore e danno fisico. È possibile indicare un punteggio che varia da 1 a 4 per ogni domanda, a seconda di quanto il paziente si trovi d'accordo con l'affermazione considerata:

1. Completo disaccordo 2. Parziale disaccordo 3. Parziale accordo 4. Completo accordo

Il punteggio finale è dato dalla somma dei diversi valori e può variare quindi da un minimo di 13, che indica l'assenza di kinesiophobia, ad un massimo di 52, in cui il soggetto mostrerà un'importante paura al movimento. Lo studio di Paterno et al. (2018) (12) evidenzia come un

punteggio  $\geq 17$  sia correlato ad una ridotta qualità della performance sportiva e come un valore  $\geq 19$  porti con sé un maggior rischio di recidiva.

- KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) (All.3)

È un questionario compilabile direttamente dal paziente volto a rilevare i sintomi e le diverse sensazioni riferite a livello del ginocchio (43). È composto da 42 domande suddivise in 5 sotto-scale: 7 item che indagano la sintomatologia, 5 riferiti al dolore, 17 inerenti alle diverse funzioni ed attività della vita quotidiana, 5 legati all'attività sportiva e gli ultimi 4 che analizzano la qualità di vita in relazione al ginocchio. Ai diversi quesiti il soggetto dovrà rispondere indicando un punteggio da 0 a 4, in cui 0 corrisponde all'assenza di disturbi o impedimenti, mentre 4 indica la presenza di importanti problemi o di un'elevata difficoltà. I risultati di ogni sotto-scala vengono calcolati separatamente per analizzare le singole componenti in modo specifico, attraverso la formula:

$$100 - \frac{(\text{punteggio ottenuto} \times 100)}{\text{punteggio massimo}} = \text{punteggio in \% della sotto - scala}$$

Dal risultato, minore sarà il punteggio in % della sotto-scala, maggiore sarà il grado di disabilità dovuta al ginocchio.

I diversi questionari sono stati compilati dai soggetti reclutati ad ogni valutazione, prima di effettuare i test funzionali.

- HOP TEST (44)

-Single Hop Test: il paziente deve saltare il più lontano possibile con un solo arto inferiore. Viene successivamente misurata la distanza tra la linea di partenza e il tallone.

-Triple Hop Test: il soggetto deve saltare il più distante possibile con un solo arto inferiore, effettuando 3 salti consecutivi. Anche qui, come nel Single Hop Test, viene considerata la distanza tra la linea di partenza e il tallone.

-Crossover Hop Test: l'atleta deve eseguire 3 salti monopodali consecutivi cercando di raggiungere la maggior distanza possibile, che verrà misurata successivamente iniziando dalla linea di partenza e arrivando al tallone. Ad ogni salto però, a differenza del Triple Hop Test, esso deve oltrepassare una linea mediana perpendicolare alla linea di partenza.

-6 Meter Timed Hop Test: il paziente deve percorrere una distanza di 6 metri nel minor tempo possibile, saltando con un solo arto inferiore.

-Medial Side Triple Hop Test: il soggetto deve effettuare 3 salti consecutivi con lo stesso arto inferiore, mantenendo il piede perpendicolare alla direzione del salto. L'obiettivo è quello di raggiungere la maggior distanza possibile, misurata dalla linea di partenza al margine mediale del piede.

-Medial Rotation Hop Test: l'atleta, posizionato con il piede parallelo alla linea di partenza, deve eseguire un salto monopodalico ruotando di 90° in fase di volo e atterrando quindi con il piede perpendicolare alla posizione iniziale. La distanza verrà misurata dalla linea di partenza alle dita del piede atterrato.

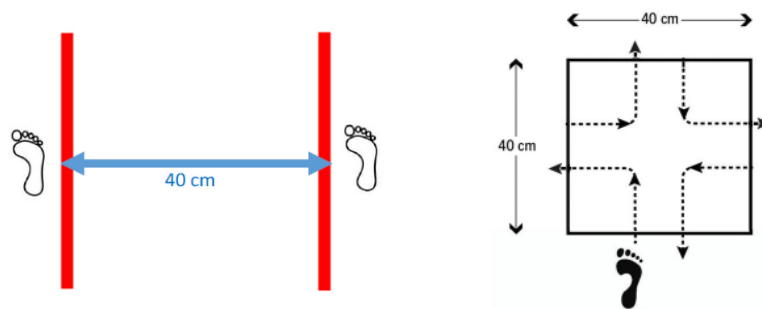


**Fig.2** Single Hop test, Triple Hop Test, Crossover Hop Test, 6m Timed Hop Test, Medial Side Triple Hop Test, Medial Rotation Hop Test. (47)

-Side Hop Test: vengono posizionate sul pavimento due strisce di nastro parallele tra loro ad una distanza di 40 cm. Il paziente deve effettuare il maggior numero di salti da un lato all'altro in 30 s, con un solo arto inferiore e senza toccare le linee. Il tocco del nastro viene considerato come salto non valido e non viene aggiunto nel conteggio. Se più del 25% dei salti vengono valutati come errori, la prova viene considerata nulla e va ripetuta. Per questo studio gli atleti sono stati videoregistrati durante l'esecuzione del test e il conteggio dei salti validi è stato effettuato in un secondo momento.

-Square Hop Test: con il nastro viene disegnato sul pavimento un quadrato dai lati di 40 cm. In questo studio i soggetti reclutati dovevano eseguire il maggior numero di salti possibili in 30 s, con un solo arto inferiore e seguendo lo schema riportato in figura (Fig.3). I salti considerati errori, a causa del tocco del nastro con il piede, non sono stati aggiunti al punteggio

finale. Anche qui, come per il Side Hop Test, per il conteggio complessivo è stato utilizzato il sistema della videoregistrazione.



**Fig.3** Side Hop Test, Square Hop Test (48) (49)

Diversi studi mostrano come, al momento del ritorno allo sport dopo intervento di ricostruzione del legamento crociato anteriore, un punteggio negli Hop Test inferiore al 90% della performance effettuata con l'arto controlaterale aumenterebbe il rischio di recidiva per l'atleta (44).

I molteplici test di salto sono stati eseguiti sia con l'arto operato che con il controlaterale, effettuando 3 misurazioni ciascuno, per tenere poi in considerazione la media di quest'ultimi. Per quanto riguarda invece il Side hop test e lo Square hop test, visto il grado di impegno richiesto dal punto di vista fisico, è stata eseguita una sola performance per arto, evitando così di andare a condizionare i risultati delle altre prove (All.4).

#### • Y BALANCE TEST

È un test finalizzato alla valutazione dell'equilibrio e della stabilità dinamica dell'arto inferiore (45). Per la sua esecuzione è necessario disegnare sul pavimento, attraverso del nastro, una figura a forma di Y. All'atleta viene richiesto di rimanere stabile con l'arto in appoggio e di raggiungere, con l'arto controlaterale, il punto più distante possibile in ognuna delle tre direzioni evidenziate dalle linee: anteriore, posteromediale e posterolaterale. La distanza viene misurata partendo dal centro della figura e arrivando al punto in cui il piede del paziente è entrato in contatto con il suolo. Alcuni autori hanno mostrato come un'asimmetria maggiore del 10% tra i due arti porti con sé un rischio di infortunio 3,5 volte superiore (45). In questo studio, ai soggetti reclutati è stato richiesto di eseguire il test con entrambi gli arti inferiori, effettuando 3 prove per ognuna delle direzioni tracciate.



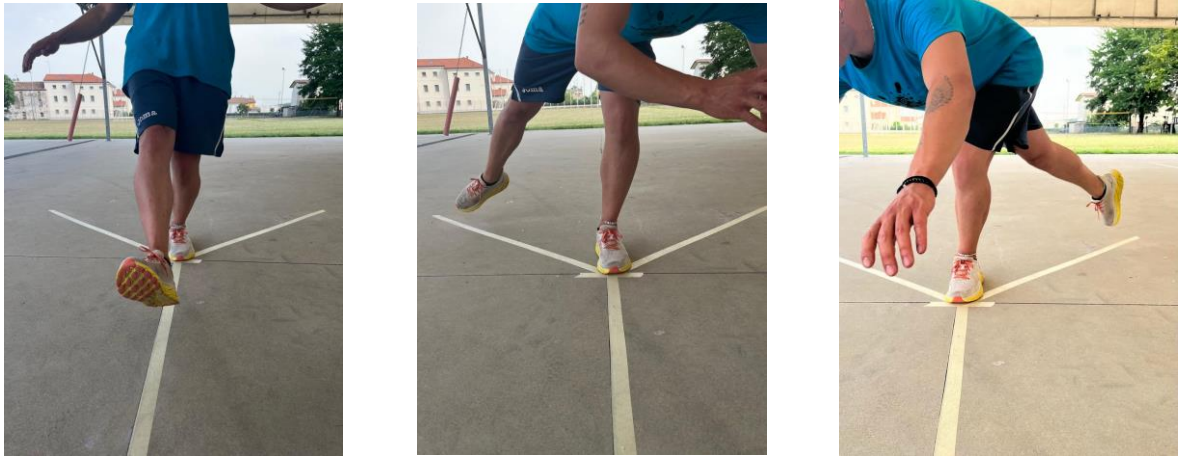


Fig.4 Foto effettuate durante l'esecuzione dell'Y Balance Test da parte di uno degli atleti reclutati

• AGILITY T-TEST

È un test finalizzato alla valutazione della velocità e del controllo motorio dell'atleta durante movimenti di accelerazione, decelerazione e cambi di direzione (46). Il soggetto deve percorrere il tracciato, dato da 4 coni posizionati come in figura, nel più breve tempo possibile. È previsto un primo tratto di corsa in avanti, successivamente degli spostamenti laterali e infine una corsa all'indietro.

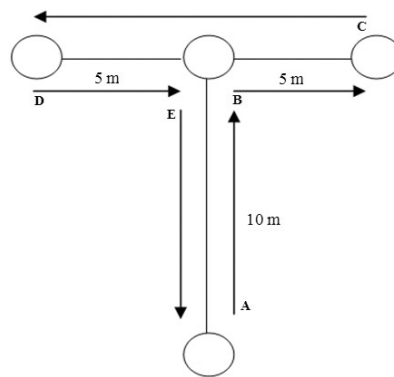


Fig.5 Agility T-test (50)

I valori di riferimento, basati su soggetti sani, sono racchiusi nella tabella sottostante (Tab.2) e possono essere tenuti in considerazione per la gestione e il monitoraggio della performance anche in questa tipologia di atleti.

	<b>Uomini</b>	<b>Donne</b>
<b>Eccellente</b>	< 9,50 s	< 10,50 s
<b>Buono</b>	9,51 - 10,50 s	10,51 - 11,50 s
<b>Sufficiente</b>	10,51 - 11,50 s	11,51 - 12,50 s
<b>Scarso</b>	> 11,50 s	> 12,50 s

Come per il Side Hop Test e lo Square Hop Test, vista la richiesta dal punto di vista fisico della performance e la possibilità di andare a condizionare il punteggio delle altre prove, esso è stato eseguito una sola volta ad ogni valutazione.

### 3.3 Trattamento

La Vibrazione Focale, tramite l'apparecchiatura Crosystem (NEMOCO srl., Italia), è stata applicata a tutti i soggetti reclutati, seguendo il protocollo di repeated Muscle Vibration (rMV). Essi infatti sono stati sottoposti al trattamento per 3 sedute, da 30 minuti ciascuna, in 3 giorni consecutivi. Ognuna di queste, a sua volta, è stata suddivisa in 3 fasi da 10 minuti di stimolazione, intervallate da una breve pausa di circa 1 minuto. La vibrazione applicata era caratterizzata da una frequenza fissa, di 100 Hz, una bassa ampiezza, compresa tra 0,2-0,5 mm, e da un'intensità di 10, sulla scala di 30 livelli selezionabili sul dispositivo elettronico di controllo. Il trasduttore è stato posizionato perpendicolarmente al ventre muscolare, a livello del quadricipite dell'arto operato, distalmente, vicino all'inserzione del retto femorale e dei vasti mediale, intermedio e laterale (Fig.6) (37).

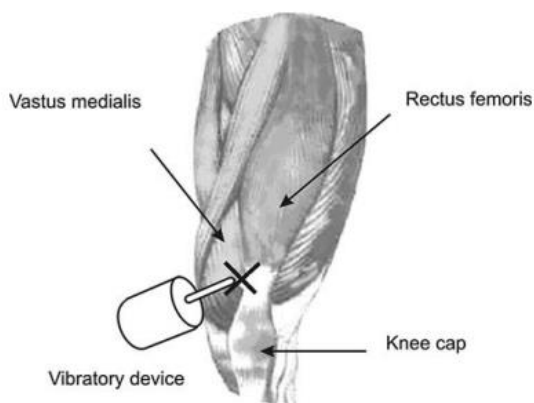


Fig.6 Punto di applicazione del trasduttore (1)

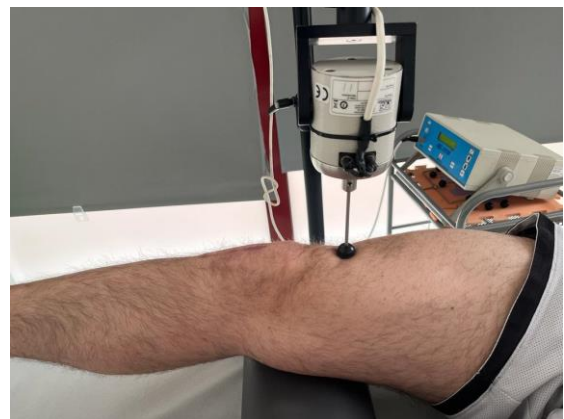


Fig.7 Foto eseguita durante l'applicazione del Crosystem

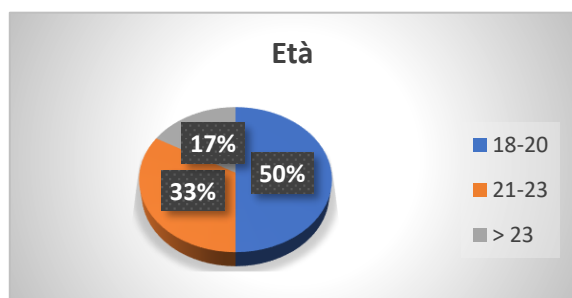
Durante l'applicazione della vibrazione, al soggetto è stato richiesto di mantenere una contrazione isometrica del muscolo quadricipite, all'incirca al 50% della massima forza volontaria.

## CAPITOLO 4 - RISULTATI

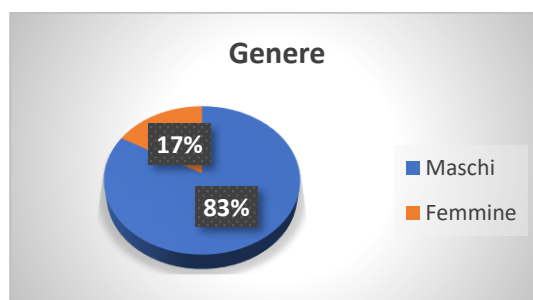
I diversi criteri di inclusione ed esclusione hanno portato all'individuazione di 6 soggetti, i quali, dopo essere stati informati adeguatamente riguardo la programmazione dello studio, il trattamento e la gestione dei dati personali, hanno accettato la proposta e firmato il loro consenso. Le caratteristiche rilevanti dei diversi pazienti sono state raccolte tramite intervista e racchiuse nelle tabelle sottostanti.

	<b>Genere</b>	<b>Età</b>	<b>Ginocchio operato</b>	<b>Tempo trascorso dall'intervento</b>	<b>Tipologia di graft utilizzato (tendine)</b>
<b>Atleta 1</b>	M	18	DX	13 mesi	Rotuleo
<b>Atleta 2</b>	M	23	SX	14 mesi	Rotuleo
<b>Atleta 3</b>	M	20	SX	21 mesi	Rotuleo
<b>Atleta 4</b>	M	20	DX	18 mesi	Rotuleo
<b>Atleta 5</b>	M	35	SX	15 mesi	Gracile/Semitendinoso
<b>Atleta 6</b>	F	22	SX	20 mesi	Gracile/Semitendinoso

	<b>Attività sportiva praticata</b>	<b>Numero di allenamenti e partite/competizioni</b>
<b>Atleta 1</b>	Calcio	1,5 h al gg per 3 gg/settimana + partita
<b>Atleta 2</b>	Calcio	1,5 h al gg per 3 gg/settimana + partita
<b>Atleta 3</b>	Calcio	2 h al gg per 3 gg/settimana + partita
<b>Atleta 4</b>	Fitness	2 h al gg per 3 gg/settimana
<b>Atleta 5</b>	Football Americano	2 h al gg per 2 gg/settimana + partita
<b>Atleta 6</b>	Karate	1,5h al gg per 5gg/settimana + 2 gare al mese (in media)

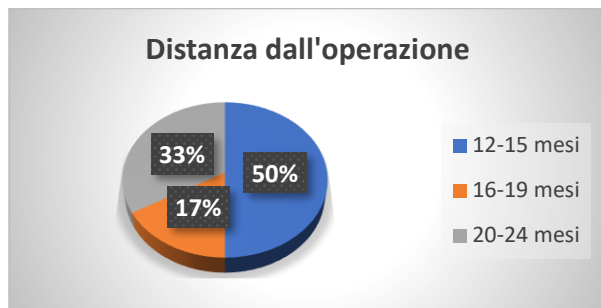


**Graf.1** Descrizione in % età pazienti reclutati

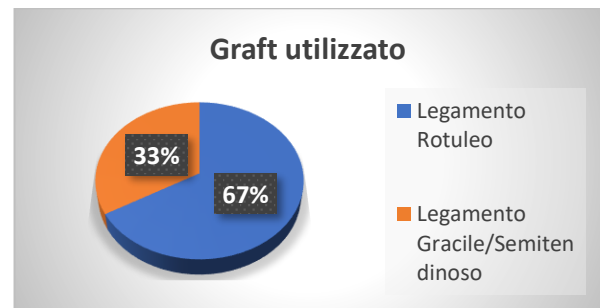


**Graf.2** Descrizione in % genere pazienti reclutati

Età media: 23 anni (range da 18 a 35 anni)



**Graf.3** Descrizione in % distanza dall'operazione dei pazienti reclutati



**Graf.4** Descrizione in % graft utilizzato nei pazienti reclutati

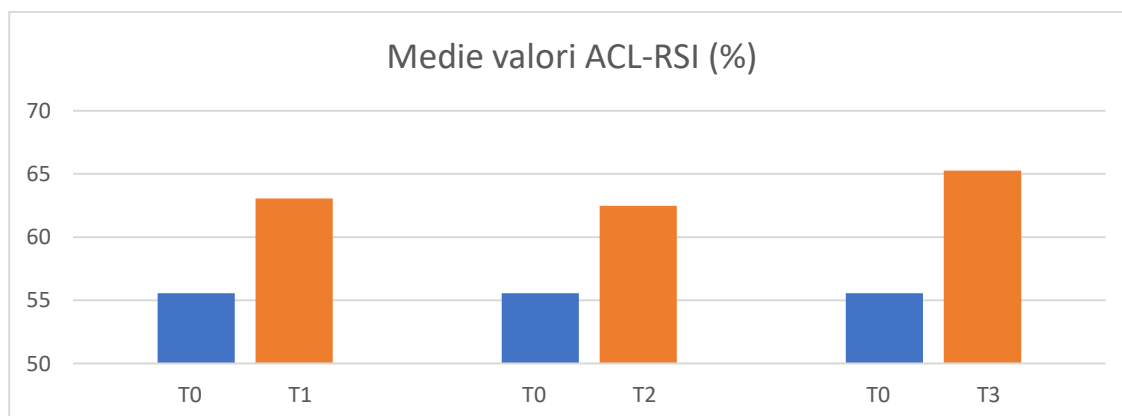
Distanza dall'operazione media: 16,83 mesi (range da 13 a 21 mesi).

Tutti i soggetti reclutati hanno eseguito il trattamento e le diverse rivalutazioni secondo le tempistiche e le modalità prefissate, non rilevando inoltre alcun tipo di effetto collaterale.

#### 4.1 ACL-RSI

I valori medi ottenuti nelle diverse valutazioni e gli incrementi medi in punti percentuali rispetto a T0 sono stati rispettivamente:

	Media punteggio	Incremento medio in punti percentuali rispetto a T0
<b>T0</b>	55,55%	-
<b>T1</b>	63,07%	+ 7,52%
<b>T2</b>	62,48%	+ 6,93%
<b>T3</b>	65,27%	+ 9,72%

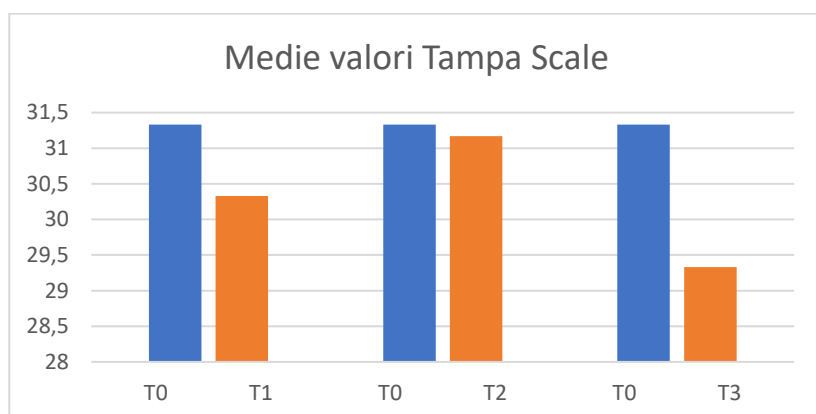


**Graf.5** Medie valori ACL-RSI nelle rivalutazioni confrontate a T0

## 4.2 Tampa Scale

Sulla tabella sottostante sono riportati i punteggi medi ottenuti nelle varie valutazioni e i miglioramenti medi dei valori rispetto alla valutazione iniziale. È bene ricordare che in questa scala di valutazione minore è il punteggio ottenuto, migliore sarà l'aspetto riguardante la kinesiophobia del soggetto.

	<b>Media punteggio</b>	<b>Miglioramento medio punteggi rispetto a T0</b>
<b>T0</b>	31,33	-
<b>T1</b>	30,33	- 1
<b>T2</b>	31,17	- 0,16
<b>T3</b>	29,33	- 2

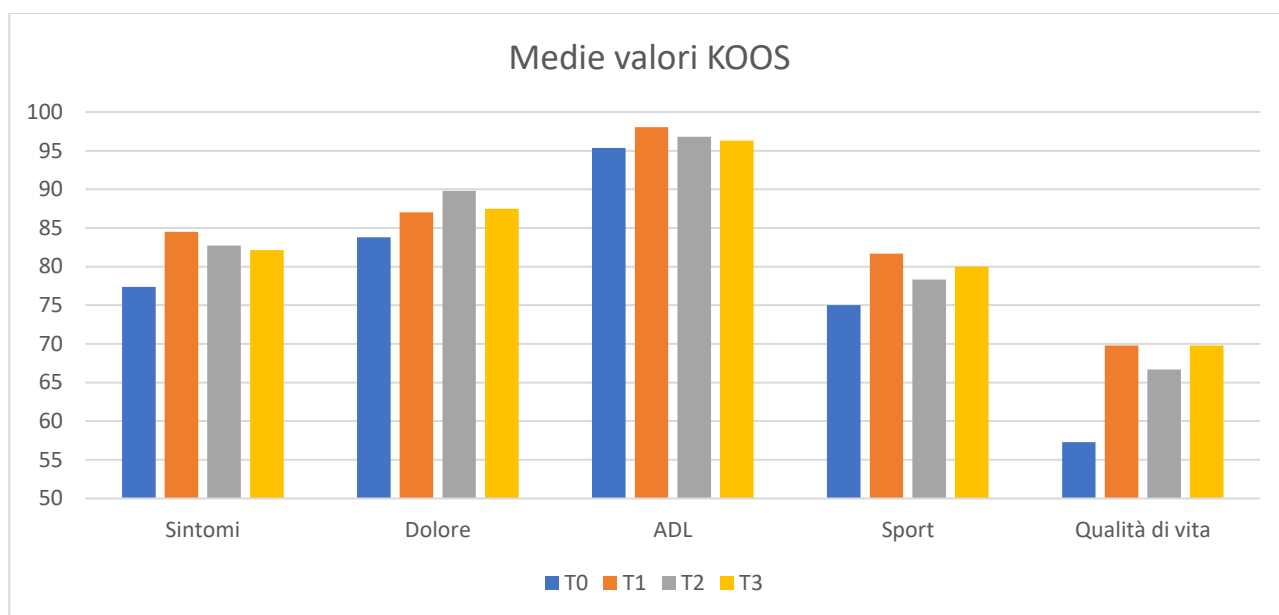


**Graf.6** Medie valori Tampa Scale nelle rivalutazioni confrontate a T0

## 4.3 KOOS

I valori medi e gli incrementi dei punteggi ottenuti sono stati calcolati e riportati considerando singolarmente ogni sotto-scala.

	<b>Medie punteggi</b>				
	<b>SINTOMI</b>	<b>DOLORE</b>	<b>ADL</b>	<b>SPORT</b>	<b>Q. DI VITA</b>
<b>T0</b>	77,38%	83,80%	95,35%	75,00%	57,29%
<b>T1</b>	84,52%	87,04%	98,04%	81,67%	69,79%
<b>T2</b>	82,74%	89,81%	96,82%	78,33%	66,67%
<b>T3</b>	82,14%	87,50%	96,33%	80,00%	69,79%



**Graf.7** Medie valori KOOS nelle diverse valutazioni per ogni sotto-scala

	<b>Incrementi medi in punti percentuale rispetto a T0</b>				
	<b>SINTOMI</b>	<b>DOLORE</b>	<b>ADL</b>	<b>SPORT</b>	<b>Q. DI VITA</b>
<b>T1</b>	+ 7,14%	+ 3,24%	+ 2,69%	+ 6,67%	+ 12,50%
<b>T2</b>	+ 5,36%	+ 6,01%	+ 1,47%	+ 3,33%	+ 9,38%
<b>T3</b>	+ 4,76%	+ 3,70%	+ 0,98%	+ 5,00%	+ 12,50%

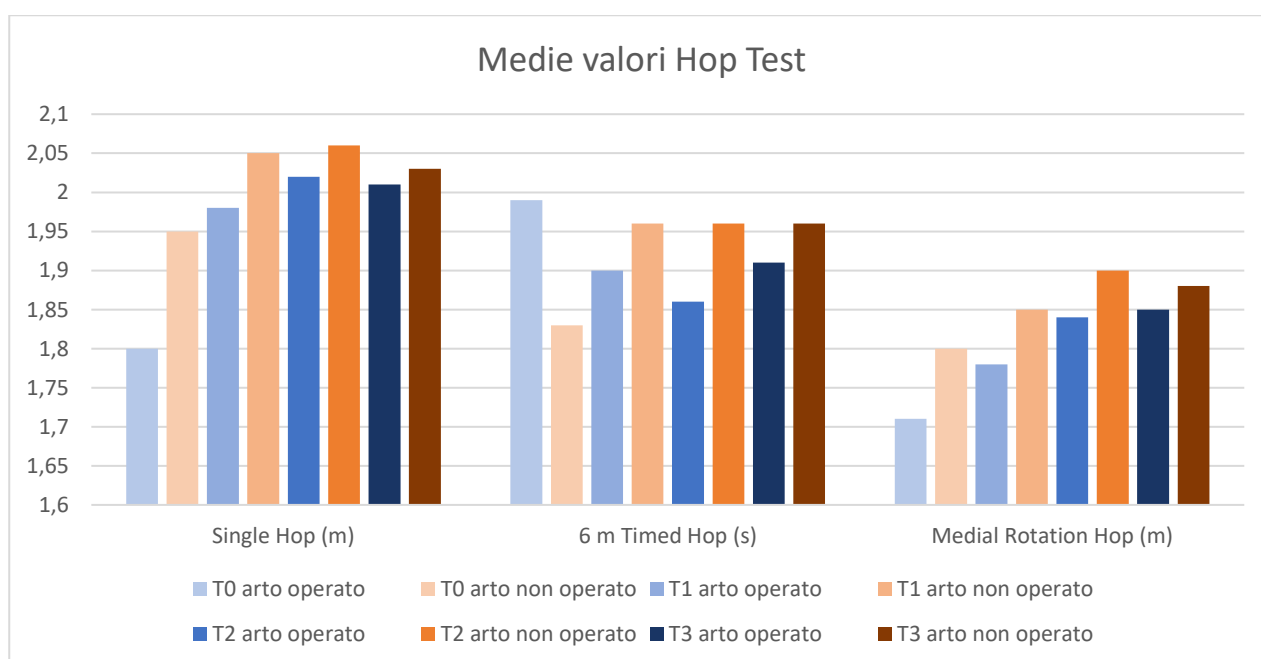
#### 4.4 Hop Test

I valori medi dei singoli test e gli incrementi in percentuale, calcolati confrontando successivamente i punteggi delle rivalutazioni a quelli iniziali, sono i seguenti:

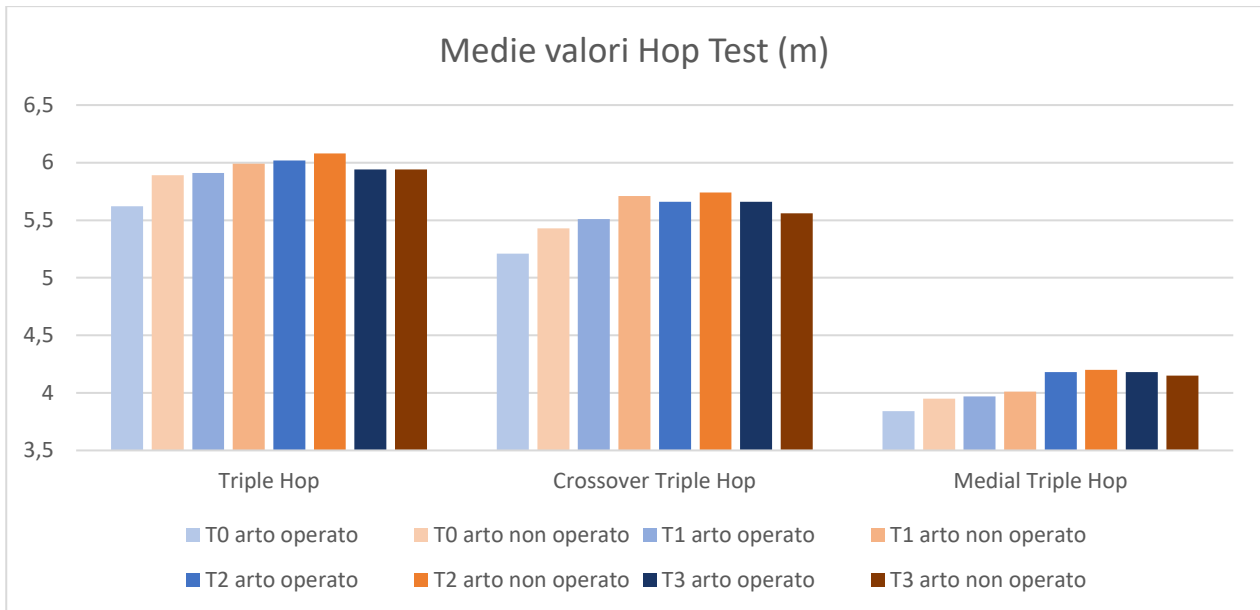
	<b>Medie punteggi</b>					
	<b>SINGLE HOP</b>		<b>6 M TIMED HOP</b>		<b>MEDIAL ROTATION HOP</b>	
	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>
<b>T0</b>	1,80 m	1,95 m	1,99 s	1,83 s	1,71 m	1,80 m
<b>T1</b>	1,98 m	2,05 m	1,90 s	1,96 s	1,78 m	1,85 m
<b>T2</b>	2,02 m	2,06 m	1,86 s	1,96 s	1,84 m	1,90 m
<b>T3</b>	2,01 m	2,03 m	1,91 s	1,96 s	1,85 m	1,88 m

	Medie punteggi					
	TRIPLE HOP		CROSSOVER TRIPLE HOP		MEDIAL TRIPLE HOP	
	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO
<b>T0</b>	5,62 m	5,89 m	5,21 m	5,43 m	3,84 m	3,95 m
<b>T1</b>	5,91 m	5,99 m	5,51 m	5,71 m	3,97 m	4,01m
<b>T2</b>	6,02 m	6,08 m	5,66 m	5,74 m	4,18 m	4,20 m
<b>T3</b>	5,94 m	5,94 m	5,66 m	5,56 m	4,18 m	4,15 m

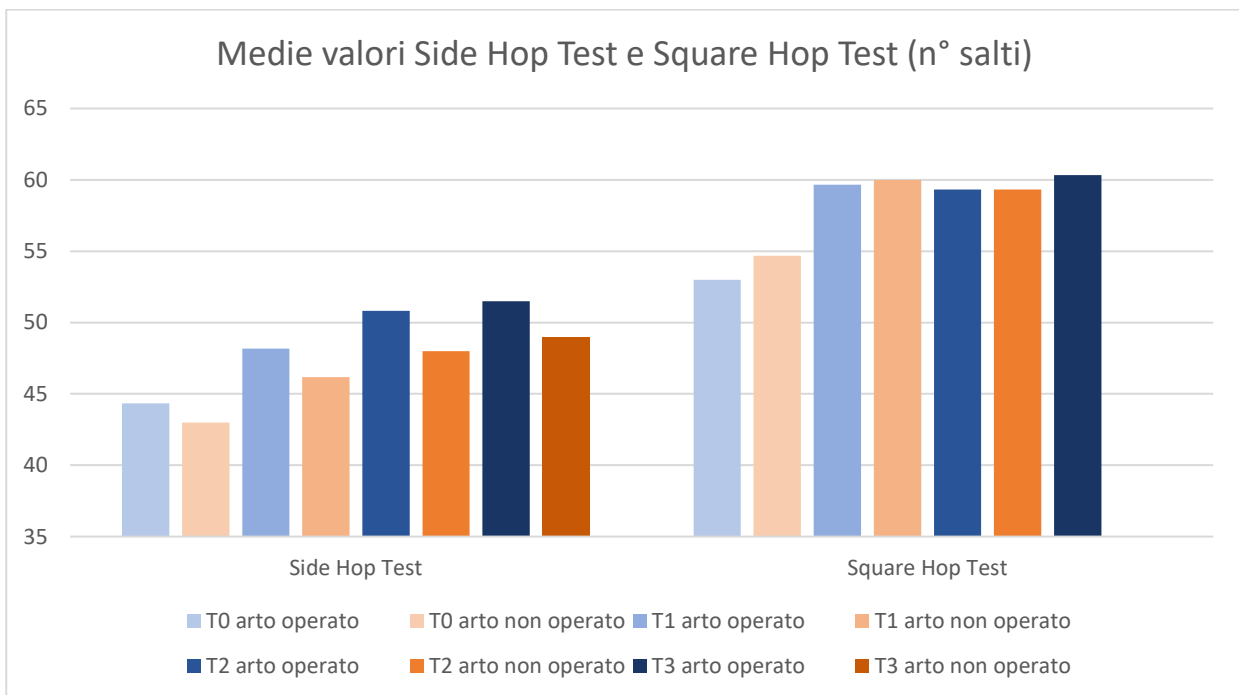
	Medie punteggi			
	SIDE HOP		SQUARE HOP	
	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO
<b>T0</b>	44,33	43	53	54,67
<b>T1</b>	48,17	46,17	59,67	60
<b>T2</b>	50,83	48	59,33	59,33
<b>T3</b>	51,50	49	60,33	58,17



**Graf.8** Medie valori Single Hop Test, 6 m Timed Hop Test, Medial Rotation Hop Test per ogni valutazione confrontando l'arto operato con il controlaterale



**Graf.9** Medie valori Triple Hop Test, Crossover Triple Hop Test, Medial Triple Hop Test per ogni valutazione confrontando l'arto operato con il controlaterale



**Graf.10** Medie valori Side Hop Test e Square Hop Test per ogni valutazione confrontando l'arto operato con il controlaterale

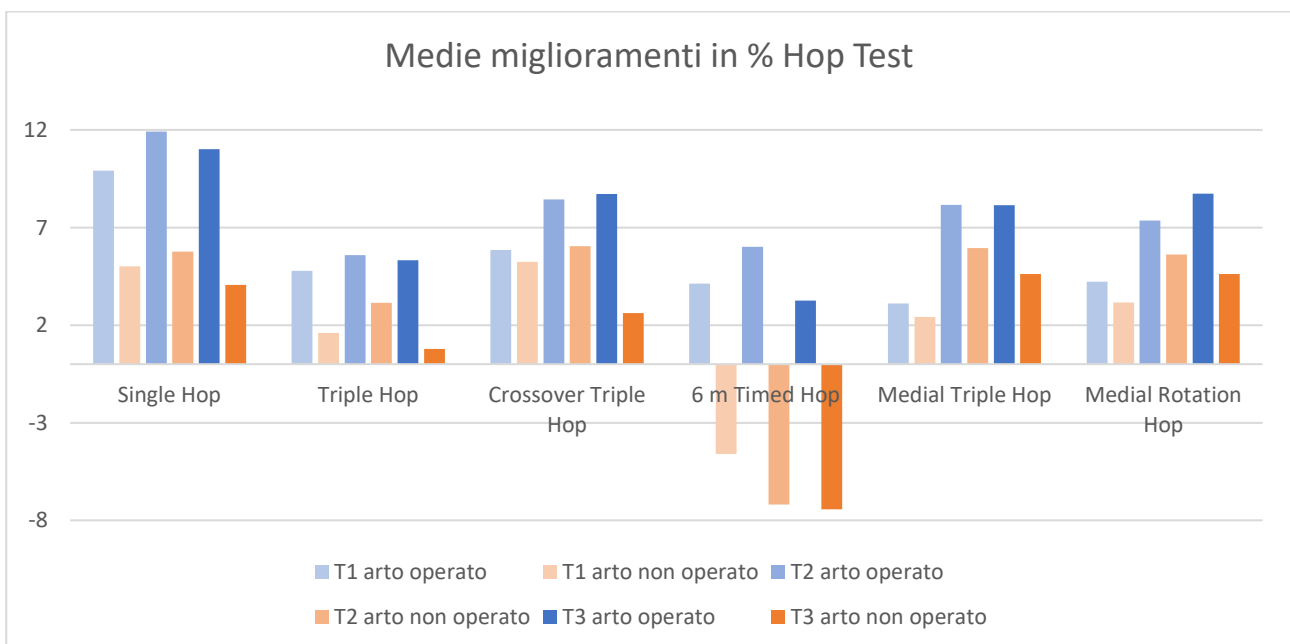
	<b>Incrementi percentuali medi rispetto a T0</b>					
	<b>SINGLE HOP</b>		<b>6 M TIMED HOP</b>		<b>MEDIAL ROTATION HOP</b>	
	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>
<b>T1</b>	+ 9,91%	+ 5,01%	+ 4,12%	- 4,60%	+ 4,22%	+ 3,16%



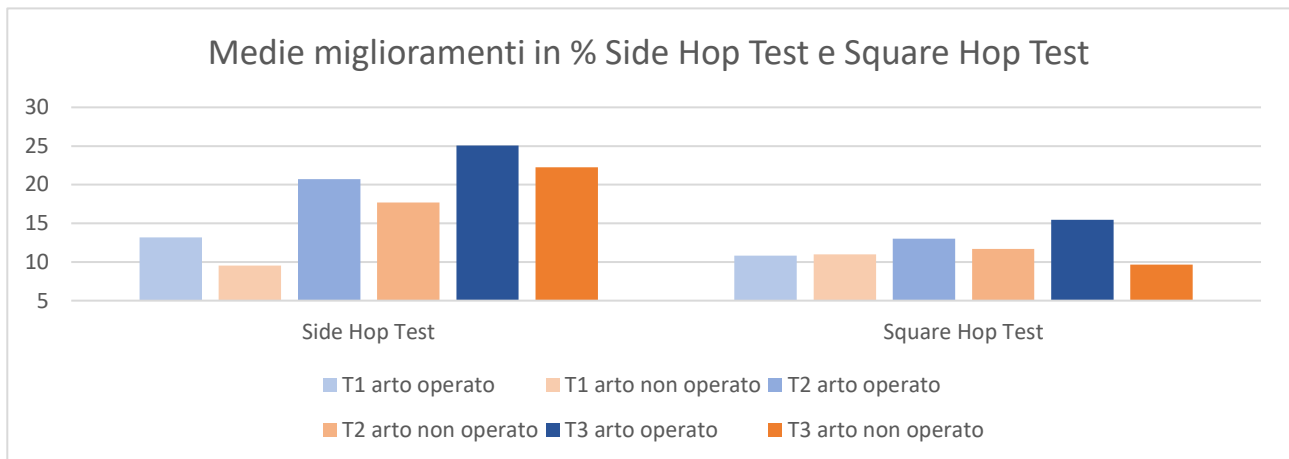
<b>T2</b>	+ 11,92%	+ 5,76%	+ 6,01%	- 7,19%	+ 7,36%	+ 5,62%
<b>T3</b>	+ 11,01%	+ 4,06%	+ 3,26%	- 7,44%	+ 8,73%	+ 4,61%

Incrementi percentuali medi rispetto a T0						
	TRIPLE HOP		CROSSOVER TRIPLE HOP		MEDIAL TRIPLE HOP	
	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO
	<b>T1</b>	+ 4,79%	+ 1,60%	+ 5,85%	+ 5,24%	+ 3,11%
<b>T2</b>	+ 5,58%	+ 3,14%	+ 8,44%	+ 6,05%	+ 8,16%	+ 5,94%
<b>T3</b>	+ 5,33%	+ 0,78%	+ 8,71%	+ 2,62%	+ 8,15%	+ 4,62%

Incrementi percentuali medi rispetto a T0				
	SIDE HOP		SQUARE HOP	
	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO	ARTO OPERATO	ARTO NON OPERATO
<b>T1</b>	+ 13,20%	+ 9,53%	+ 10,82%	+ 10,98%
<b>T2</b>	+ 20,72%	+ 17,69%	+ 13,01%	+ 11,70%
<b>T3</b>	+ 25,07%	+ 22,23%	+ 15,44%	+ 9,67%



**Graf.11** Medie incrementi % valori Hop Test per ogni valutazione confrontando l'arto operato con il controlaterale

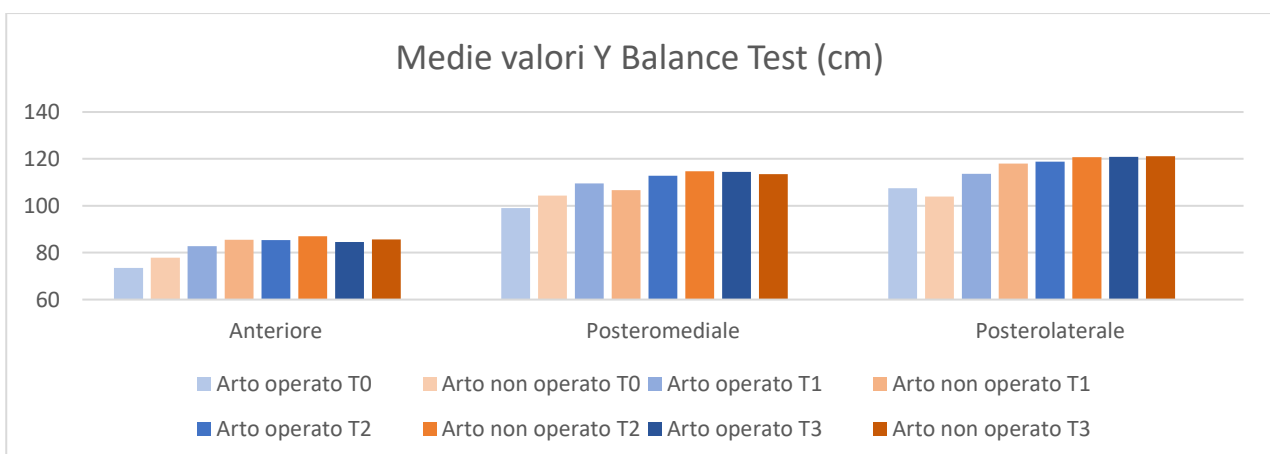


**Graf.12** Medie incrementi % valori Side Hop Test e Square Hop Test per ogni valutazione confrontando l'arto operato con il controlaterale

#### 4.5 Y Balance Test

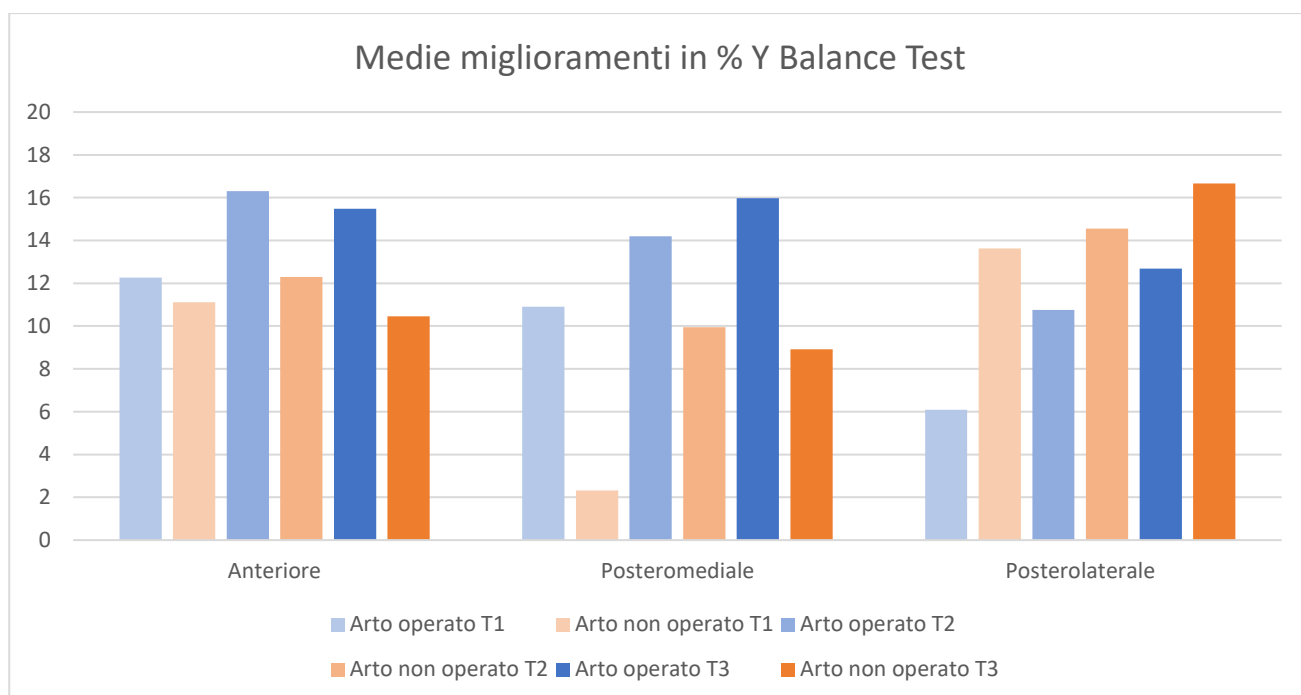
Le tabelle sottostanti racchiudono i valori medi e i miglioramenti percentuali per ognuna delle tre direzioni sullo spazio che caratterizzano lo svolgimento di questo test: anteriore, posteromediale e posterolaterale.

	<b>Medie punteggi</b>					
	<b>ANTERIORE</b>		<b>POSTEROMEDIALE</b>		<b>POSTEROLATERALE</b>	
	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>
<b>T0</b>	73,50 cm	77,83 cm	99,00m	104,33 cm	107,50 cm	104,00 cm
<b>T1</b>	82,83 cm	85,50 cm	109,50 cm	106,67 cm	113,67 cm	118,00 cm
<b>T2</b>	85,33 cm	87,00 cm	112,83 cm	114,67 cm	118,83 cm	120,67 cm
<b>T3</b>	84,50 cm	85,67 cm	114,50 cm	113,5 cm	120,83 cm	121,17 cm



**Graf.13** Medie valori per ogni direzione dell'Y Balance Test ad ogni valutazione confrontando l'arto operato con il controlaterale

	<b>Incrementi percentuali medi rispetto a T0</b>					
	<b>ANTERIORE</b>		<b>POSTEROMEDIALE</b>		<b>POSTEROLATERALE</b>	
	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>	<b>ARTO OPERATO</b>	<b>ARTO NON OPERATO</b>
<b>T1</b>	+ 12,26%	+ 11,11%	+ 10,91%	+ 2,32%	+ 6,09%	+ 13,62%
<b>T2</b>	+ 16,30%	+ 12,29%	+ 14,19%	+ 9,95%	+ 10,76%	+ 14,56%
<b>T3</b>	+ 15,48%	+ 10,46%	+ 15,97%	+ 8,91%	+ 12,68%	+ 16,66%

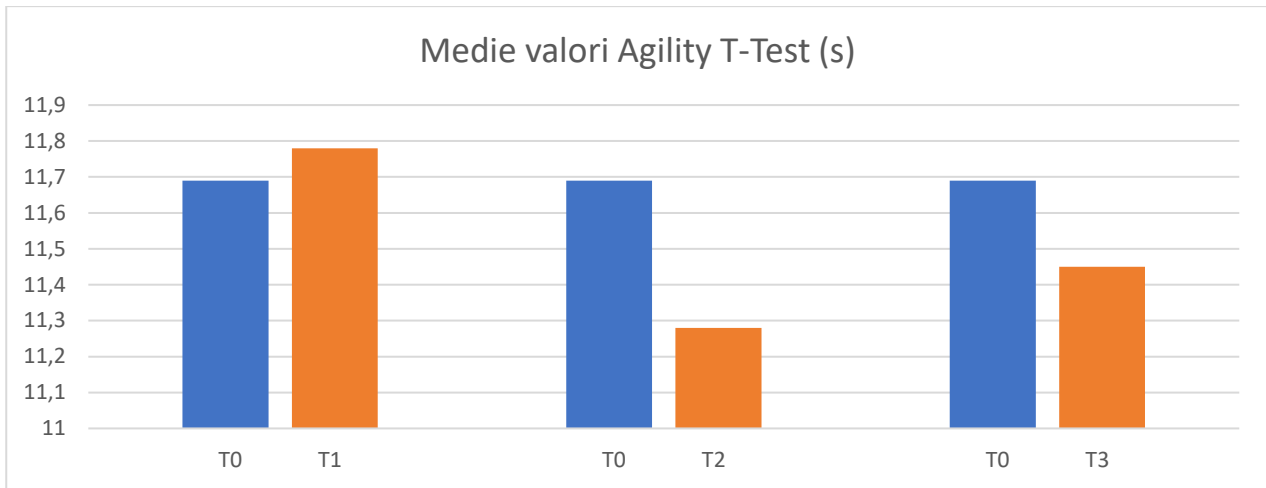


**Graf.14** Medie incrementi % valori per ogni direzione dell'Y Balance Test ad ogni valutazione confrontando l'arto operato con il controlaterale

#### 4.6 Agility T-Test

Il tempo medio effettuato dai soggetti reclutati nelle diverse valutazioni e gli incrementi percentuali medi rispetto a T0 sono stati rispettivamente:

	<b>Media tempo</b>	<b>Incremento percentuale medio rispetto a T0</b>
<b>T0</b>	11,69 s	-
<b>T1</b>	11,78 s	- 4,58 %
<b>T2</b>	11,28 s	+ 3,87%
<b>T3</b>	11,45 s	+ 2,08%



**Graf.15** Medie valori Agility T-Test nelle rivalutazioni confrontate a T0

#### 4.7 Correlazioni

Tenendo in considerazione degli incrementi in termini percentuali ottenuti dagli atleti nei vari test, è stata svolta successivamente un'analisi di confronto tra quest'ultimi e le caratteristiche dei pazienti, per individuare la presenza di eventuali correlazioni. Per quanto riguarda le variabili di tipo qualitativo, come la tipologia di legamento e il lato dell'arto operato, è stata svolta semplicemente una comparazione tra le medie degli incrementi percentuali rilevati nei diversi test. Per quanto riguarda invece le variabili quantitative, come l'età, le ore di allenamento settimanali effettuate e la distanza dall'operazione, sono stati calcolati gli indici di correlazione attraverso la formula:

$$Correl(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

#### • MIGLIORAMENTI - ETA'

TEST	INDICE DI CORRELAZIONE MEDIO
Single Hop Test	- 0,712
Triple Hop Test	- 0,355
Crossover Triple Hop Test	- 0,603
6 m Timed Hop Test	+ 0,219
Medial Triple Hop Test	- 0,797
Medial Rotation Test	- 0,361
Side Hop Test	+ 0,060
Square Hop Test	+ 0,501
Y Balance Test	- 0,051
Agility T-Test	- 0,300

Indice di correlazione medio (età-miglioramenti) = - 0,240

• MIGLIORAMENTI - ORE DI ALLENAMENTO SETTIMANALI

TEST	INDICE DI CORRELAZIONE MEDIO
Single Hop Test	+ 0,272
Triple Hop Test	+ 0,102
Crossover Triple Hop Test	+ 0,607
6 m Timed Hop Test	- 0,340
Medial Triple Hop Test	- 0,456
Medial Rotation Test	+ 0,572
Side Hop Test	+ 0,086
Square Hop Test	+ 0,147
Y Balance Test	+ 0,326
Agility T-Test	+ 0,432

Indice di correlazione medio (ore di allenamento settimanali-miglioramenti) = + 0,175

• MIGLIORAMENTI - DISTANZA DALL'OPERAZIONE

TEST	INDICE DI CORRELAZIONE MEDIO
Single Hop Test	- 0,087
Triple Hop Test	- 0,095
Crossover Triple Hop Test	+ 0,677
6 m Timed Hop Test	- 0,230
Medial Triple Hop Test	- 0,410
Medial Rotation Test	+ 0,357
Side Hop Test	+ 0,315
Square Hop Test	+ 0,107
Y Balance Test	+ 0,375
Agility T-Test	+ 0,142

Indice di correlazione medio (distanza dall'operazione-miglioramenti) = + 0,115

• MIGLIORAMENTI - TIPOLOGIA DI GRAFT UTILIZZATO

TEST	INCREMENTI PERCENTUALI MEDI	
	Tendine Rotuleo	Tendine Gracile/Semitendinoso
Single Hop Test	+ 12,52%	+ 7,81%
Triple Hop Test	+ 6,46%	+ 2,78%
Crossover Triple Hop Test	+ 9,07%	+ 4,85%
6 m Timed Hop Test	+ 5,71%	+ 1,96%
Medial Triple Hop Test	+ 10,66%	- 11,47%
Medial Rotation Test	+ 8,25%	+ 3,80%
Side Hop Test	+ 13,87%	+ 31,25%

Square Hop Test	+ 11,71%	+ 15,84%
Y Balance Test	+ 12,02%	+ 14,16%
Agility T-Test	+ 1,92%	+ 1,01%

Incremento percentuale medio della performance motoria:

- Tendine rotuleo = + 9,22%

- Tendine gracile/semitendinoso = + 7,20%

• MIGLIORAMENTI - TIPOLOGIA DI GRAFT UTILIZZATO

TEST	INCREMENTI PERCENTUALI MEDI	
	Ginocchio sx	Ginocchio dx
Single Hop Test	+ 10,41%	+ 12,03%
Triple Hop Test	+ 2,88%	+ 9,94%
Crossover Triple Hop Test	+ 8,46%	+ 6,07%
6 m Timed Hop Test	+ 3,15%	+ 7,08%
Medial Triple Hop Test	+ 5,34%	+ 8,74%
Medial Rotation Test	+ 6,19%	+ 7,93%
Side Hop Test	+ 18,30%	+ 22,40%
Square Hop Test	+ 11,75%	+ 15,78%
Y Balance Test	+ 14,17%	+ 9,88%
Agility T-Test	+ 0,57%	+ 4,02%

Incremento percentuale medio della performance motoria:

- Ginocchio sx = + 8,12%

- Ginocchio dx = + 10,39%

## **DISCUSSIONE**

Per quanto riguarda le scale di valutazione applicate ai soggetti, inerenti agli aspetti psicologici, alle sensazioni percepite e alla kinesiophobia, in linea generale sembrano essersi verificati dei miglioramenti dei punteggi.

I valori medi dell'ACL-RSI sono infatti aumentati in tutte e tre le rivalutazioni, in particolar modo a distanza di 90 gg. Il trattamento potrebbe aver influito sulle percezioni del soggetto, sul controllo dell'articolazione e sulla sua stabilità, producendo conseguentemente una maggior sicurezza da parte di quest'ultimo durante la pratica sportiva. Gli item che hanno mostrato infatti un incremento più significativo dei valori sono incentrati sul timore di un nuovo infortunio e sulla possibilità di garantire le stesse performance precedenti alla lesione.

Gli stessi elementi possono aver prodotto una riduzione dei punteggi medi della Tampa Scale, con un abbassamento della paura al movimento e dell'infortunio da parte degli atleti. Le maggiori diminuzioni dei valori si sono verificate nella prima e nella terza rivalutazione, con una riduzione media rispettivamente di 1 e di 2 punti sulla scala. In particolare, gli atleti sembrano aver assunto maggior consapevolezza sul fatto che la presenza di dolore non sia correlata sempre alla presenza di un danno fisico. Miglioramenti significativi sono stati rilevati inoltre, probabilmente grazie alla presa in carico in sé, sull'aspetto della percezione dei soggetti reclutati che le persone attorno a loro non stessero considerando adeguatamente il problema a livello del ginocchio. Quest'ultimo era infatti un elemento iniziale piuttosto condiviso e significativo dal punto di vista psicologico.

Considerando invece la KOOS si può delineare anche qui un incremento dei punteggi medi percentuali in tutte le diverse sotto-scale. Nel dettaglio, la sintomatologia relativa al ginocchio sembra essere migliorata in tutte le rivalutazioni rispetto a T0, in particolar modo dopo 15 gg la fine del trattamento. Gli elementi che si sono modificati maggiormente sono risultati essere il gonfiore e la rigidità dell'articolazione. Lo stesso vale anche per gli aspetti legati alle attività della vita quotidiana dove le variazioni percentuali sono state però meno rilevanti. Questo probabilmente è dovuto al fatto che i soggetti, vista anche la distanza dall'operazione e le abilità riacquisite, non presentassero inizialmente deficit così significativi, per cui i margini di miglioramento ottenibili erano di conseguenza minori. Le attività che hanno mostrato però una variazione più rilevante dal punto di vista funzionale sono state lo scendere le scale e

l'indossare le calze. Evidenziabile è inoltre una riduzione dei diversi aspetti riguardanti il dolore che si è mantenuta anche a distanza di 90 gg, con un picco nella seconda rivalutazione. La maggior diminuzione è stata evidenziata in particolare durante la flessione completa del ginocchio, il mantenimento della stazione eretta e la salita e discesa delle scale. Vi sono infine le sotto-scale relative all'attività sportiva e alla qualità di vita, i cui punteggi mostrano una tendenza piuttosto simile: i soggetti presentano infatti un notevole miglioramento nella prima rivalutazione che si mantiene anche a lungo termine, mentre l'incremento è lievemente minore nella rivalutazione intermedia. Gli atleti hanno manifestato in particolar modo una minor difficoltà e sintomatologia nell'accovacciarsi, in attività che richiedono torsioni a livello del ginocchio e nell'inginocchiarsi. L'attenzione e la preoccupazione rivolta alle problematiche date dal ginocchio e la difficoltà creata da quest'ultime all'interno della vita quotidiana sembrano essersi ridotte notevolmente tra i soggetti, con un incremento dei punteggi maggiore rispetto a tutte le altre sotto-scale.

Alla base comunque è da considerare che il trattamento in sé e il fatto di essere stati seguiti da figure professionali che si sono focalizzate sulle problematiche riferite, sulle percezioni e sulle sensazioni dei soggetti, può aver prodotto in loro anche un effetto di tipo placebo.

Analizzando invece i valori ottenuti nei diversi test di salto, si può descrivere un miglioramento generale della performance dell'arto operato. Per quanto riguarda il Single Hop Test, il Triple Hop Test, il Crossover Triple Hop Test e il Medial Triple Hop Test, è evidenziabile un incremento iniziale dei punteggi, che va ad aumentare ulteriormente nella seconda rivalutazione. I valori medi rimangono poi all'incirca costanti anche a distanza di 90 gg dalla fine del trattamento, facendo supporre un possibile mantenimento a lungo termine degli effetti dati da quest'ultimo. Il 6 m Timed Hop Test mostra invece un progressivo miglioramento nelle prime due rivalutazioni che si riduce lievemente nella terza. A contrario invece nel Medial Rotation Hop Test, nel Side Hop Test e nello Square Hop Test, gli incrementi percentuali medi, rispetto alla valutazione iniziale, crescono con il passare del tempo.

Per quanto riguarda l'Y Balance Test si possono evidenziare notevoli miglioramenti in termini di distanza raggiunta nelle diverse direzioni. I valori infatti sono incrementati già dopo 15 gg dalla fine del trattamento e sono aumentati ulteriormente nella seconda rivalutazione.



Dopo 90 gg i punteggi medi si sono pressoché stabilizzati migliorando lievemente a livello posteromediale e posterolaterale e riducendosi leggermente nella direzione anteriore.

Da sottolineare è inoltre un miglioramento complessivo della performance dell'arto non operato in tutte le rivalutazioni. Questo è avvenuto in linea generale sia nell'Y Balance Test che in tutti i test di salto, tranne per quanto riguarda il 6 m Timed Hop Test dove sembra si siano verificati addirittura dei peggioramenti dei tempi d'esecuzione. Gli incrementi in termini percentuali generati, anche senza aver sottoposto l'arto al trattamento, potrebbero essere dati dal fatto che i soggetti avessero una maggior conoscenza e confidenza dei test rispetto alla valutazione iniziale. Essi però, se confrontati a quelli evidenziati a livello dell'arto operato, sono di gran lunga minori. L'unica eccezione rilevata è a livello delle performance in direzione posterolaterale dell'Y Balance Test, in cui gli incrementi percentuali medi rispetto a T0 nelle diverse rivalutazioni sono maggiori rispetto a quelli dell'arto operato. Tutto ciò sembra confermare il possibile ruolo avuto dal ciclo di trattamento vibratorio per lo sviluppo delle prestazioni all'interno di questi test, ma servirebbe un gruppo di controllo per stabilirlo con una maggior certezza.

Analizzando infine il tempo medio di ogni prova effettuato dai soggetti nell'Agility T-Test si può delineare un lieve aumento di quest'ultimo nella prima rivalutazione, mentre una leggera riduzione nelle successive due. Le variazioni rilevate si aggirano comunque a livello di decimi di secondo.

Da considerare è il fatto che molti fattori possono aver influito sulla rilevazione dei dati e sulla loro attendibilità. Nel Side Hop Test, nello Square Hop Test e nell'Agility T-Test, la richiesta al paziente di effettuare una sola prova ciascuno non ha permesso di considerare una media delle prestazioni, ma si è limitata a rilevare la performance in sé, che può essere stata influenzata da diversi elementi inerenti alla persona e all'ambiente. Nei vari test che prevedevano una misurazione del tempo di svolgimento, in particolare nel 6 m Timed Hop Test in cui i valori rilevati sono stati più piccoli, sicuramente essi possono essere stati condizionati dalla reattività del soggetto valutatore e dallo strumento di misura in sé. Allo stesso modo, anche per la misurazione delle diverse distanze effettuate e del numero dei salti svolti, la soggettività del valutatore, le sue convinzioni e aspettative, e lo strumento di misura utilizzato possono aver avuto sicuramente un ruolo influente nei dati raccolti. Vi è infine

l'analisi dei dati in sé, con le relative approssimazioni delle medie e delle percentuali che, seppur di poco, hanno ridotto la precisione e l'accuratezza dei valori stessi.

Ulteriori condizionamenti dei risultati possono essere stati dati dagli atleti stessi. Le valutazioni infatti sono state eseguite in periodi diversi all'interno della stagione sportiva, che di conseguenza vedevano il soggetto con una preparazione fisica e carichi di allenamento differenti. Rilevante ad esempio in questo studio, nella terza rivalutazione, è stato il periodo di preparazione atletica svolta in particolare dai calciatori, con un conseguente sovraccarico che ha influito sulla condizione fisica e sulle prestazioni nei test.

Alcune considerazioni interessanti possono essere inoltre tratte dai punteggi effettuati dai soggetti nella valutazione iniziale (T0). Analizzando ad esempio i risultati dell'ACL-RSI, si può sottolineare come 2 soggetti abbiano mostrato dei valori molto più bassi di quelli ritenuti minimi per il ritorno allo sport. Ancor più significativi sono i punteggi della Tampa Scale, i quali sono risultati essere  $\geq 19$  in tutti i soggetti, comportando, come dimostra lo studio di Paterno et al. (2018) (13), sia una riduzione qualitativa della performance che un incremento del rischio di recidiva. Rilevanti inoltre sono le molteplici difficoltà e la sintomatologia presenti durante lo svolgimento di attività sportive e della vita quotidiana, riferite dagli atleti attraverso la KOOS. Dal punto di vista motorio si può evidenziare come le performance con l'arto operato nei diversi test sono state in media inferiori a quelle effettuate con l'arto controlaterale. Le uniche eccezioni rilevate si sono viste a livello del Side Hop Test e nella direzione posterolaterale dell'Y Balance Test. Considerando infine i tempi dell'Agility T-Test, in generale essi possono essere ritenuti adeguati, ma con 2 dei soggetti che risultano lievemente insufficienti se confrontati ai valori di riferimento.

Osservati ed analizzati questi punteggi, anche se provenienti da un campione limitato, si può constatare la presenza di numerosi deficit anche in atleti già ritornati alla pratica sportiva. In particolare sembrano evidenziarsi differenze a livello prestazionale tra i due arti inferiori e molto spesso anche una ridotta prontezza dal punto di vista psicologico del soggetto. Si può dedurre quindi che molto spesso, soprattutto a livello amatoriale, le valutazioni dell'atleta in tutte le sue diverse componenti per il ritorno allo sport non vengano fatte accuratamente dalle figure professionali, frequentemente a causa di una mancanza di tempo, di spazi o di attrezzature. Rimane il fatto che il solo fattore tempo di distanza dall'intervento non sia

sufficiente all'analisi della condizione clinica del soggetto e tutto ciò produce conseguentemente un aumento del rischio di recidiva.

Si possono infine trarre alcune considerazioni in merito alla presenza di eventuali relazioni tra le caratteristiche dei pazienti e gli incrementi dei punteggi ottenuti. Le analisi mostrano infatti come una maggior età del soggetto potrebbe, anche se lievemente, aver influito negativamente nel miglioramento della performance motoria. Allo stesso modo, una maggior distanza dall'operazione e un maggior numero di ore settimanali di allenamento sembrano invece aver avuto un ruolo positivo per l'incremento dei valori dei diversi test funzionali. La preparazione sportiva specifica del soggetto potrebbe infatti aver favorito, indipendentemente dal trattamento, uno sviluppo di maggiori competenze dal punto di vista di forza, potenza, controllo motorio ed elasticità della persona. La maggior distanza dall'intervento invece è molto spesso correlata a un graduale sviluppo di consapevolezza e di sicurezza da parte dell'atleta, che può essersi manifestato anche nell'esecuzione della performance stessa, ottenendo dei punteggi migliori. L'età infine, può aver influito negativamente dal punto di vista dell'adattabilità e della modificabilità del soggetto e delle sue diverse strutture corporee, anche in termini di risposta al trattamento. Gli ulteriori confronti fatti tra i soggetti, in base alla tipologia di graft utilizzato nell'intervento chirurgico e il lato del ginocchio operato, non sembrano aver evidenziato grossolane differenze, se non un incremento medio percentuale lievemente maggiore per quanto riguarda gli atleti operati al ginocchio dx e quelli a cui il legamento crociato anteriore è stato sostituito con il tendine rotuleo. Queste considerazioni però, in linea generale presentano forti limiti poiché si basano su un campione molto ristretto e non possono essere quindi trasferite e generalizzate.

### **5.1 Limiti dello studio**

- Campione limitato.
- Diversità tra gli atleti per quanto riguarda il quadro clinico iniziale e le caratteristiche soggettive come l'età, il genere, lo sport praticato, la tipologia e la distanza dall'intervento.
- La condizione fisica dei soggetti, il loro stato emotivo e i differenti periodi all'interno della stagione sportiva in cui sono state svolte le valutazioni possono aver influenzato le performance.

- Non si può stabilire con certezza il grado degli effetti dati esclusivamente dal trattamento vibratorio.

## CONCLUSIONI

Ciò che è evidente anche in questo studio, che si trova in linea con quello che viene riportato all'interno della letteratura scientifica, è la presenza ancor'oggi di diverse problematiche relative alla performance sportiva, alle sensazioni percepite a livello del ginocchio e alla prontezza dal punto di vista mentale di atleti con esiti di ricostruzione del legamento crociato anteriore.

Dalle diverse rivalutazioni e dalla successiva analisi dei dati ottenuti, si può affermare che il trattamento di Vibrazione Focale sembra poter avere un ruolo nel miglioramento di questi diversi aspetti. Considerando le richieste dal punto di vista funzionale dei diversi test valutativi, in primo luogo sembra essersi verificato un incremento della capacità di salto con l'arto operato, di gestione di quest'ultimo e dell'equilibrio in carico monopodalico. Questo può essere dovuto molto probabilmente a un miglioramento di tutto ciò che riguarda l'aspetto propriocettivo e di controllo motorio da parte del soggetto. Tali elementi inoltre potrebbero aver avuto un ruolo significativo per l'incremento della stabilità del ginocchio, anche in situazioni dinamiche come durante la spinta e l'atterraggio da un salto, nella fase di decelerazione della corsa e nei cambi di direzione.

L'analisi effettuata inoltre, confrontando le diverse caratteristiche dei soggetti con i miglioramenti ottenuti, ha evidenziato come una maggior età del soggetto sembra poter influire, anche se di poco, negativamente nell'incremento dei punteggi. A contrario, una maggior distanza dall'operazione e un maggior numero di ore di allenamento settimanali sembrano avere una correlazione positiva con il miglioramento delle performance stessa. Per quanto riguarda la tipologia di graft utilizzato e il lato del ginocchio operato, non sembrano esserci particolari differenze in termini di incrementi percentuali dei valori, se non lievemente a favore del tendine rotuleo e del ginocchio dx.

Parallelamente, analizzando i punteggi dei diversi questionari compilati dai pazienti, si può affermare che sembrano essersi verificati dei miglioramenti anche in termini di consapevolezza, prontezza psicologica e sicurezza da parte degli atleti. Questi, potrebbero essere stati prodotti conseguentemente all'incremento della funzionalità del ginocchio e ad un perfezionamento delle sensazioni e della sintomatologia percepita.

In linea generale si può dire però che il trattamento sia molto veloce, applicabile semplicemente anche in questa tipologia di pazienti, non richiede particolari competenze da parte del terapeuta e non ha mostrato alcun effetto collaterale.

In considerazione dei risultati ottenuti e dei limiti che presenta questo studio, ulteriori indagini sono necessarie per stabilire con maggior sicurezza quali siano gli effetti prodotti dalla Vibrazione Focale e il possibile ruolo che quest'ultima possa avere all'interno del percorso riabilitativo di questi atleti. Sicuramente vi è la necessità di incrementare la grandezza del campione considerato e di inserire un gruppo di controllo. Interessante sarebbe inoltre associare il trattamento vibratorio ad altre proposte terapeutiche, diversificare le caratteristiche del campione, proporre il ciclo di vibrazione a diverse distanze dall'operazione e misurare outcome differenti.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Brunetti O. et al. (2006), “*Improvement of posture stability by vibratory stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction*”, Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA, Vol. 14, n° 11, pag.1180-1187.
- (2) Hassebrock J.D. et al. (2020), “*Knee Ligament Anatomy and Biomechanics*”, Sports Medicine and Arthroscopy Review, Vol. 28, n° 3, pag.80-86.
- (3) Kosy J. D., Mandalia V. I. (2018), “*Anterior Cruciate Ligament Mechanoreceptors and their Potential Importance in Remnant-Preserving Reconstruction: A Review of Basic Science and Clinical Findings*”, The Journal of Knee Surgery, Vol. 31, n° 8, pag.736-746.
- (4) Takahashi S. et al. (2019), “*A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball*”, Medicine (Baltimore), Vol. 98, n° 26, e16030.
- (5) Miraglia N. et al. (2023), “*Legamento crociato anteriore. Dalle basi teoriche all’approccio evidence-based: un percorso guidato dall’infortunio al ritorno allo sport*”, Edizioni FisioScience, Verona.
- (6) Barnabei D. (2021), Lesione del Legamento Crociato Anteriore. Disponibile online all’indirizzo:<https://danielebarnabei.it/articoli/ginocchio/225-lesione-del-legamento-crociato-anteriore.html#:~:text=La%20lesione%20del%20legamento%20crociato%20anteriore%20%C3%A8%20una%20delle%20condizioni,ogni%20100.000%20soggetti%20l’anno>.
- (7) Montalvo A. M. et al. (2019), “*Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification*”, Journal of Athletic Training, Vol. 54, n° 5, pag.472-482.
- (8) Lewek M. D. et al. (2003), “*Dynamic knee stability after anterior cruciate ligament rupture*”, Exercise and sport sciences reviews, Vol. 31, n° 4, pag.195-200.
- (9) Longo U. G. et al. (2021), “*Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery in Italy: A 15-Year Nationwide Registry Study*”, Journal of clinical medicine, Vol. 10, n° 2, 223.
- (10) Barber-Westin S. D., Noyes F. R. (2011), “*Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction*”, Arthroscopy, Vol. 27, n° 12, pag.1697-1705.
- (11) Burgi C. R. et al. (2019), “*Which criteria are used to clear patients to return to sport after primary ACL reconstruction? A scoping review*”, British journal of sports medicine, Vol. 53, n° 18, pag.1154-1161.
- (12) Beischer S. et al. (2020), “*Young Athletes Who Return to Sport Before 9 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Have a Rate of New Injury 7 Times That of Those Who Delay Return*”, The Journal of orthopaedic and sports physical therapy, Vol. 50, n° 2, pag.83-90.

- (13) Paterno M. V. et al. (2018), “*Self-Reported Fear Predicts Functional Performance and Second ACL Injury After ACL Reconstruction and Return to Sport: A Pilot Study*”, Sports health, Vol. 10, n° 3, pag.228-233.
- (14) Ardern C. L. et al. (2014), “*Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systemic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors*”, British journal of sports medicine, Vol. 48, n° 21, pag.1543-1552.
- (15) Garcia G. H. et al. (2016), “*Depression Symptomatology and Anterior Cruciate Ligament Injury: Incidence and Effect on Functional Outcome--A Prospective Cohort Study*”, The American journal of sports medicine, Vol. 44, n° 3, pag.572-579.
- (16) Wiggins A. J. et al. (2016), “*Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis*”, The American journal of sports medicine, Vol. 44, n° 7, pag.1861-1876.
- (17) Vocabolario online - Treccani, Disponibile online all'indirizzo: <https://www.treccani.it/vocabolario/vibrazione/>
- (18) Filippi G. M. e Camerota F. (2011), La vibrazione meccanica focale nella terapia del movimento, Disponibile online all'indirizzo: <https://crosystem.it/vibrazione-meccanica-in-riabilitazione/>
- (19) Bianconi R., Van Der Meulen J. (1963), “*The response to vibration of the end organs of mammalian muscle spindles*”, Journal of Neurophysiology., Vol. 26, pag.177-190.
- (20) Marconi B. et al. (2008), “*Long-term effects on motor cortical excitability induced by repeated muscle vibration during contraction in healthy subjects*”, Journal of the Neurological Sciences, Vol. 275, n° 1-2, pag.51-59.
- (21) Fattorini L. et al. (2006), “*Motor performance changes induced by muscle vibration*”, European Journal of Applied Physiology, Vol. 98, n° 1, pag. 79-87.
- (22) Noma T. et al. (2009), “*Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients*”, Brain Injury, Vol. 23, n° 7, pag.623-631.
- (23) Marconi B. et al. (2011), “*Long-term effects on cortical excitability and motor recovery induced by repeated muscle vibration in chronic stroke patients*”, Neurorehabilitation and neural repair, Vol. 25, n° 1, pag.48-60
- (24) Caliandro P. et al. (2012), “*Focal muscle vibration in the treatment of upper limb spasticity: a pilot randomized control trial in patients with chronic stroke*”, Archives of physical medicine and rehabilitation, Vol. 93, n° 9, pag.1656-1661.
- (25) Schindler I. et al. (2002), “*Neck muscle vibration induces lasting recovery in spatial neglect*”, Journal of neurology, neurosurgery, psychiatry, Vol. 73, n° 4, pag.412-419.
- (26) Johannsen L. et al. (2003), “*Lasting amelioration of spatial neglect by treatment with neck muscle vibration even without concurrent training*”, Journal of rehabilitation medicine, Vol. 35, n° 6, pag.249-253.



- (27) Camerota F. et al. (2016), “*Focal Muscle Vibration Improves Gait in Parkinson’s Disease: A Pilot Randomized, Controlled Trial*”, *Movement disorders clinical practice*, Vol. 3, n° 6, pag.559-566.
- (28) Pazzaglia C. et al. (2016), “*Efficacy of focal mechanic vibration treatment on balance in Charcot-Marie-Tooth 1A disease: a pilot study*”, *Journal of neurology*, Vol. 263, n° 7, pag.1434-1441.
- (29) Celletti C., Camerota F. (2011), “*Preliminary evidence of focal muscle vibration effects on spasticity due to cerebral palsy in a small sample of Italian children*”, *La Clinica terapeutica*, Vol. 162, n° 5, pag.125-128
- (30) Camerota F. et al. (2011), “*Quantitative effects of repeated muscle vibrations on gait pattern in a 5-year-old child with cerebral palsy*”, *Case reports in medicine*, Vol. 2011: 359126.
- (31) Attanasio G. et al. (2018), “*Does focal mechanical stimulation of the lower limb muscles improve postural control and sit to stand movement in elderly?*”, *Aging clinical and experimental research*, Vol. 30, n° 10, pag.1161-1166.
- (32) Celletti C. et al. (2015), “*Focal muscle vibration as a possible intervention to prevent falls in elderly women: a pragmatic randomized controlled trial*”, *Aging clinical and experimental research*, Vol. 27, n° 6, pag.857-863.
- (33) Rabini A. et al. (2015), “*Effects of focal muscle vibration on physical functioning in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial*”, *European journal of physical and rehabilitation medicine*, Vol. 51, n° 5, pag.513-520.
- (34) Filippi G. M., Documentazione scientifica sul Crosystem, Disponibile online all’indirizzo: <https://crosystem.it/test-scientifici/>
- (35) Brunetti O. et al. (2012), “*Focal vibration of quadriceps muscle enhances leg power and decreases knee joint laxity in female volleyball players*”, *The Journal of sports medicine and physical fitness*, Vol. 52, n° 6, pag.596-605.
- (36) Feltroni L. et al. (2018), “*Potential of muscle strength by focal vibratory stimulation on quadriceps femoris*”, *Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia*, Vol. 40, n° 2, pag.90-96.
- (37) Filippi G. M. et al. (2020), “*Effects of focal vibration on power and work in multiple wingate tests*”, *Biology of sport*, Vol. 37, n° 1, pag.25-31.
- (38) Grooms D. R. et al. (2017), “*Neuroplasticity Associated With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*”, *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, Vol. 47, n° 3, pag.180-189.
- (39) Kotsifaki R. et al. (2023), “*Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction*”, *British journal of sports medicine*, Vol. 57, n° 9, pag.500-514.
- (40) Thiebat G. et al. (2022), “*Italian version of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury scale (IT ACL-RSI): translation, cross-cultural adaptation, validation and ability to predict the return to sport at medium-term follow-up in a population of sport*

patients”, Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA, Vol. 30, n° 1, pag.270-279.

(41) Gokeler A. et al. (2017), “*Clinical course and recommendations for patients after anterior cruciate ligament injury and subsequent reconstruction: A narrative review*”, EFORT open reviews, Vol. 2, n° 10, pag. 410-420.

(42) Monticone M. et al. (2010), “*Development of the Italian version of the Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK-I): cross-cultural adaptation, factor analysis, reliability, and validity*”, Spine, Vol. 35, n° 12, pag.1241-1246.

(43) Monticone M. et al. (2012), “*Development of the Italian version of the knee injury and osteoarthritis outcome score for patients with knee injuries: cross-cultural adaptation, dimensionality, reliability, and validity*”, Osteoarthritis and cartilage, Vol. 20, n° 4, pag.330-335.

(44) Tortoli E., Test di salto - Fisiobrain, Disponibile online all’indirizzo: <https://www.fisiobrain.com/test-di-salto/>

(45) PerformanceLab, Y Balance test: che cos’è, Disponibile online all’indirizzo: <https://blog.performancelab16.com/y-balance-test-che-cose/>

(46) Physio-pedia, Agility T-Test, Disponibile online all’indirizzo: [https://www.physio-pedia.com/Agility\\_T-Test](https://www.physio-pedia.com/Agility_T-Test)

(47) Kehribar L. et al. (2022), “*Post-Operative Results of ACL Reconstruction Techniques on Single-Leg Hop Tests in Athletes: Hamstring Autograft vs. Hamstring Grafts Fixed Using Adjustable Cortical Suspension in Both the Femur and Tibia*”, Medicina (Kaunas, Lithuania), Vol. 58, n° 3, pag.435.

(48) Vereijken A. et al. (2021), “*The Non-injured Leg Can Be Used as a Reference for the Injured Leg in Single-legged Hop Tests*”, International journal of sports physical therapy, Vol. 16, n° 4, pag.1052-1066.

(49) Haitz K. et al. (2014), “*Test-retest and interrater reliability of the functional lower extremity evaluation*”, The Journal of the orthopaedic and sports physical therapy, Vol. 44, n° 12, pag.947-954.

(50) Arazi H. et al. (2014), “*Enhancing Muscular Performance in Women: Compound Versus Complex, Traditional Resistance and Plyometric Training Alone*”, Journal of Musculoskeletal Research, Vol. 17, n° 2.

# ALLEGATI

## 1) ACL-RSI

### SCALA ACL-RSI PER LA VALUTAZIONE DEL RITORNO ALLO SPORT DOPO LESIONE DEL LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE

**Istruzioni:**

Si prega di rispondere alle seguenti domande relative allo sport principale praticato prima dell'infortunio. Per ciascuna domanda, contrassegnare il riquadro che maggiormente si avvicina alla Sua percezione attuale rispetto ai due estremi.

1. È sicuro/a di poter garantire le stesse prestazioni che otteneva prima dell'infortunio?

Per niente sicuro/a     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Pienamente sicuro/a

2. Crede probabile che Lei subisca un nuovo infortunio al ginocchio praticando il Suo sport?

Estremamente probabile     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Assolutamente improbabile

3. È preoccupato/a all'idea di praticare il Suo sport?

Estremamente preoccupato/a     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Per niente preoccupato/a

4. È sicuro/a del fatto che il ginocchio non cederà mentre pratica il Suo sport?

Per niente sicuro/a     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Pienamente sicuro/a

5. È sicuro/a di poter praticare il Suo sport senza temere rischi per il Suo ginocchio?

Per niente sicuro/a     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Pienamente sicuro/a

6. Trova frustrante il dover preoccuparsi del suo ginocchio quando pratica il Suo sport?

Estremamente frustrante     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Per niente frustrante

7. Teme di infortunarsi nuovamente al ginocchio praticando il Suo sport?

Molto     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Per niente

8. È sicuro/a del fatto che il ginocchio reggerà durante gli sforzi?

Per niente sicuro/a     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Pienamente sicuro/a

9. Teme di infortunarsi accidentalmente al ginocchio praticando il Suo sport?

Molto     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Per niente

10. Il pensiero di subire un altro intervento e di eseguire la riabilitazione Le impedisce di praticare il Suo sport?

Sempre     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Mai

11. È sicuro/a di essere in grado di ottenere buone prestazioni praticando il Suo sport?

Per niente sicuro/a     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Pienamente sicuro/a

12. È tranquillo/a all'idea di praticare il Suo sport?

Per niente tranquillo/a     0     10     20     30     40     50     60     70     80     90     100    Molto tranquillo/a

Scala ACL-RSI tradotta in Italiano, validata e adattata culturalmente. *Tratto da : Thiebat G et al., Knee Surg, Sports Traumatol Arthrosc 2021*

## 2) TAMPA SCALE

### ***Tampa Scale of Kinesiophobia – TSK***

In questi tempi, caratterizzati da una medicina ad alto contenuto tecnologico, manca spesso nella Sua cartella clinica una delle più importanti fonti di informazione: le Sue sensazioni riguardo a cosa sta accadendo al Suo corpo.

Le informazioni che Le chiediamo hanno lo scopo di colmare questa lacuna.

Per favore risponda alle seguenti domande mettendo una crocetta sulle risposte che descrivono meglio il suo modo di sentire, e non secondo quanto altri ritengono che Lei debba credere. Questa non è una prova per verificare le Sue conoscenze mediche; noi intendiamo conoscere il Suo punto di vista.

		<b>Completo disaccordo</b> (1)	<b>Parziale disaccordo</b> (2)	<b>Parziale accordo</b> (3)	<b>Completo accordo</b> (4)
1	Se svolgessi attività fisica temo che potrei farmi male	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Se cercassi di fronteggiare il dolore che provo, esso aumenterebbe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Il mio corpo mi informa che ho qualche cosa di seriamente compromesso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Le persone non stanno considerando il mio problema come si dovrebbe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Il mio problema costituisce un rischio per il mio corpo per gli anni a venire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Provare dolore significa sempre che ho danneggiato il mio corpo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Temo di farmi del male accidentalmente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Il modo più sicuro per evitare che il mio dolore aumenti è assicurarmi di non fare movimenti superflui	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Non avrei così tanto dolore se non ci fosse in me qualcosa di potenzialmente pericoloso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Il mio dolore mi avverte quando interrompere l'attività fisica in modo da non danneggiarmi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Per una persona nelle mie condizioni non è salutare svolgere attività fisica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Non posso fare tutto ciò che le persone normali fanno perché con grande facilità mi faccio male	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Nessuno dovrebbe fare attività fisica quando prova dolore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Totale: \_\_\_\_\_

TSK 1 (1, 2, 10, 14, 15, 17): \_\_\_\_\_

TSK 2 (3, 5, 6, 7, 9, 11, 13): \_\_\_\_\_



### 3) KOOS

#### KOOS KNEE SURVEY Versione italiana

Nome e Cognome: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_      Data: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Data di nascita: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**ISTRUZIONI:** il presente questionario ha lo scopo di raccogliere informazioni in merito al suo punto di vista circa i problemi del suo ginocchio. Queste informazioni ci aiuteranno a conoscere la salute del suo ginocchio e il livello con cui è in grado di svolgere le normali attività quotidiane. Per cortesia, risponda ad ogni domanda barrando la casella più appropriata (una sola casella per ciascuna domanda). Se è indeciso sulla risposta da scegliere, fornisca la migliore risposta possibile.

#### Sintomi

Risponda alle seguenti domande ripensando ai sintomi avvertiti durante la scorsa settimana.

**S1.** Il suo ginocchio tende a gonfiarsi?

Mai  Raramente  Qualche volta  Spesso  Sempre

**S2.** Avverte crepitii, schiocchi o altri rumori quando muove il ginocchio?

Mai  Raramente  Qualche volta  Spesso  Sempre

**S3.** Il suo ginocchio si blocca o si arresta quando si muove?

Mai  Raramente  Qualche volta  Spesso  Sempre

**S4.** Riesce ad estendere il ginocchio completamente?

Sempre  Spesso  Qualche volta  Raramente  Mai

**S5.** Riesce a piegare il ginocchio completamente?

Sempre  Spesso  Qualche volta  Raramente  Mai

#### Rigidità

Le seguenti domande riguardano il grado di rigidità articolare che ha provato durante la scorsa settimana. La rigidità è una sensazione di limitazione e di rallentamento nella naturalezza con cui normalmente utilizza il suo ginocchio.

**S6.** Qual è la rigidità del suo ginocchio, appena svegliato la mattina?

Nessuna  Lieve  Di media intensità  Severa  Grave

**S7.** Qual è la rigidità del suo ginocchio quando è seduto, sdraiato o a riposo, *nel corso nella giornata?*

Nessuna  Lieve  Di media intensità  Severa  Grave

**A3.** Alzarsi da seduto

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A4.** Stare in piedi

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A5.** Flettersi verso il pavimento/raccogliere un oggetto da terra

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A6.** Camminare su superfici piane

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A7.** Salire/scendere dalla macchina

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A8.** Fare spese o compere

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A9.** Indossare le calze

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A10.** Alzarsi dal letto

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A11.** Sfilare le calze

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A12.** Stendersi a letto (girandosi, conservando la posizione del ginocchio)

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A13.** Entrare/uscire dalla vasca da bagno

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A14.** Sedersi

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A15.** Alzarsi/sedersi sul WC

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

#### Dolore

**P1.** Con quale frequenza ha dolore al ginocchio?

Mai  1 volta al mese  1 volta alla settimana  Ogni giorno  Sempre

Quanto dolore ha avuto la scorsa settimana durante le seguenti attività?

**P2.** Torcere/fare perno sul ginocchio

Nessuno  Lieve  Di media intensità  Severo  Insopportabile

**P3.** Estendere completamente il ginocchio

Nessuno  Lieve  Di media intensità  Severo  Insopportabile

**P4.** Flettere completamente il ginocchio

Nessuno  Lieve  Di media intensità  Severo  Insopportabile

**P5.** Camminare su superfici piane

Nessuno  Lieve  Di media intensità  Severo  Insopportabile

**P6.** Salire o scendere le scale

Nessuno  Lieve  Di media intensità  Severo  Insopportabile

**P7.** La notte, stando a letto

Nessuno  Lieve  Di media intensità  Severo  Insopportabile

**P8.** Rimanere seduto o sdraiato

Nessuno  Lieve  Di media intensità  Severo  Insopportabile

**P9.** Rimanere in posizione eretta

Nessuno  Lieve  Di media intensità  Severo  Insopportabile

#### Funzionamento, attività quotidiane

Le seguenti domande riguardano le sue capacità fisiche. Con questo termine intendiamo le abilità di spostarsi e di prendersi cura della propria persona. Per cortesia, per ognuna delle seguenti attività, indichi il grado di difficoltà incontrato durante la scorsa settimana a causa del suo ginocchio.

**A1.** Scendere le scale

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A2.** Salire le scale

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A16.** Svolgere lavori domestici pesanti (spostare oggetti pesanti, lavare i pavimenti, etc.)

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**A17.** Svolgere lavori domestici leggeri (cucinare, spolverare, etc.)

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

#### Funzionamento, sport e attività ricreative

Le domande seguenti riguardano le sue capacità fisiche durante attività più impegnative. Per cortesia, risponda alle seguenti domande ripensando al grado di difficoltà incontrato durante la scorsa settimana a causa del suo ginocchio.

**SP1.** Accovacciarsi

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**SP2.** Correre

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**SP3.** Saltare

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**SP4.** Torcere/fare perno sul ginocchio infortunato

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

**SP5.** Inginocchiarsi

Nessuno  Lieve  Medio  Intenso  Molto intenso

#### Qualità di vita

**Q1.** Quanto spesso si accorge di avere problemi al ginocchio?

Mai  1 volta al mese  1 volta alla settimana  Ogni giorno  Sempre

**Q2.** Ha modificato il suo stile di vita al fine di evitare attività potenzialmente dannose per il suo ginocchio?

No, per nulla  Un poco  Parzialmente  Molto  Del tutto

**Q3.** Quanto è preoccupato a causa della mancanza di sicurezza del suo ginocchio?

Per nulla  Un poco  Parzialmente  Molto  Del tutto

**Q4.** In generale, i problemi del suo ginocchio quanta difficoltà creano?

Nessuna  Lieve  Media  Elevata  Estrema

**La ringraziamo per aver risposto alle domande del questionario.**

#### 4) TABELLA RILEVAZIONE TEST FUNZIONALI

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

N° Valutazione: \_\_\_\_\_

	sx			dx		
Single hop test						
Triple hop test						
Crossover hop test						
6m timed hop test						
Medial side triple hop test						
Medial rotation hop test						
Side hop test						
Square hop test						
Y balance test	Ant.			Ant.		
	Post. med.			Post. med.		
	Post. lat.			Post. lat.		
Agility T-Test						