



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**ANALISI DEL ROM ARTICOLARE DEGLI ARTI INFERIORI NEI
GIOCATORI DI CALCIO IN ETÀ PRE E POST PUBERALE**

Relatrice: Prof.ssa Carla Stecco

Laureando: Lorenzo Zanoni

N° di matricola: 1204616

Anno accademico 2021/2022

INDICE

Introduzione	3
Capitolo primo: Il gioco del calcio in età giovanile	7
1.1 Gioco del calcio in età giovanile: benefici educativo-relazionali e psicofisici	7
1.2 Peculiarità muscolo scheletriche e cardio-respiratorie del giovane	8
1.3 Movimenti muscolo-scheletrici tipici della disciplina del calcio	10
1.4 Possibili infortuni giovanili derivanti dal gioco del calcio	14
1.5 La fascia muscolare nello sport	17
Capitolo secondo: La ricerca	21
2.1 Obiettivi e ipotesi di ricerca	21
2.2 Partecipanti	22
2.3 Procedura e reclutamento	24
2.4 Strumenti	25
Capitolo terzo: Risultati	39
3.1 Risultati legati all'articolazione caviglia	39
3.1.1 Dorsiflessione	39
3.2 Risultati legati all'articolazione ginocchio	42
3.2.1 Iperestensione ginocchio	42
3.2.2 Hamstring 90/90	42
3.3 Risultati legati all'articolazione anca	45
3.3.1 Intrarotazione anca	45
3.3.2 Extrarotazione anca	45
3.3.3 Thomas test	49
3.4 Risultati legati all'articolazione colonna vertebrale	49
3.4.1 Rotazione toracica	49
3.4.2 Seat and Reach/flessione lombare	50
3.5 Analisi statistica descrittiva	53
3.5.1 Valori fisiologici da letteratura: confronto Medie	54
3.5.2 Valori fisiologici da letteratura: Ranges (media \pm SD)	55
3.5.3 Valori fisiologici da letteratura: dx e sx in relazione alla gamba dominante	56

3.5.4 Valori fisiologici da letteratura: Pre-puberale e post-puberale (medie)	57
3.6 Confronto attraverso t-Test	58
3.6.1 One sample t-Test	59
Capitolo quarto: Conclusioni	61
4.1 Conclusioni statistica descrittiva	61
4.2 Conclusioni t-Test	62
4.3 Proposte di integrazione dell'allenamento	62
Bibliografia	69

Introduzione

Il presente elaborato nasce dalla conclusione di un percorso formativo inerente le scienze motorie e sportive.

Le motivazioni che ci hanno spinto ad approfondire il tema del range of motion nei giovani giocatori di calcio sono state numerose: in primo luogo la passione per questo sport che pratico ormai da diversi anni; in secondo luogo il gioco del calcio è la disciplina più diffusa in Italia soprattutto a livello giovanile ed in terzo luogo nei protocolli di allenamento giovanile non si trovano grandi riferimenti per quanto riguarda la flessibilità e la prevenzione agli infortuni: ciò ci ha motivato nell'analisi di tecniche e esercizi che si possono integrare all'allenamento tradizionale.

In letteratura sportiva inoltre ho avuto modo di entrare in contatto con diversi spunti che mi hanno invitato ad intraprendere questo lavoro: innanzitutto si può osservare come il ROM degli arti inferiori sia strettamente correlato con la performance in alcune abilità e con il rischio di contrarre potenziali infortuni muscolari.

Nello specifico si osserva come il 70% degli infortuni agli arti inferiori coinvolge i muscoli posteriori della coscia (semitendinoso, semimembranoso e bicipite femorale) anche a livello giovanile tra i 15 e 17 anni. Nella fase di sviluppo scheletrico vigorose fasi eccentriche possono andare a danneggiare le giunzioni degli hamstrings andando anche a modificare l'apofisi ischiatica (Sanz, A., Pablos, C., Ballester, R., Sánchez-Alarcos, J. V., & Huertas, F., 2020).

Nel gioco del calcio il calcio del pallone risulta il gesto tipico della disciplina; nello studio di Scaramussa e colleghi ci viene indicato come questo gesto abbia un'importante componente rotazionale, il sovraccarico rotazionale sull'articolazione dell'anca va a spiegare l'alterato ROM articolare che si può sviluppare successivamente ad una pratica ripetuta (Scaramussa, K., de Castro, J. V., & Gomes, J. L. E., 2018).

Ci viene quindi mostrato in diversi articoli la correlazione che ci può essere tra la pratica di questo sport ed un alterato movimento articolare.

Nel presente lavoro di tesi si intende sviluppare un'analisi del "range of motion" (ampiezza di movimento) delle articolazioni più sollecitate nel gioco del calcio.

Nello specifico lo studio si propone di andare a rilevare il ROM articolare in soggetti in fase pre-puberale (11-12 anni) e post-puberale (15-16 anni) che praticano il gioco del calcio in forma agonistica.

L'obiettivo dello studio è quello di andare ad indagare il ROM articolare in due popolazioni di giovani calciatori. I dati rilevati possono mettere in luce eventuali limitazioni o eccessi di movimento articolare. Il fine ultimo del lavoro è quello di utilizzare i dati emersi dallo studio per andare ad integrare, nelle due età indagate, l'allenamento di calcio giovanile con degli esercizi strettamente legati alla salvaguardia del movimento articolare e quindi alla prevenzione da eventuali infortuni.

Lo studio è stato svolto grazie alla partecipazione di 34 ragazzi, tutti di sesso maschile, 14 tra 11 e 12 anni e 20 tra i 15 e 16 anni, i quali sono stati sottoposti ad una batteria di 8 test (dorsiflessione portante, iperestensione ginocchio, intrarotazione dell'anca, extrarotazione dell'anca, thomas test, hamstring 90/90, rotazione toracica, flessione lombare) volti all'analisi del ROM delle articolazioni più implicate nella pratica calcistica.

Le misurazioni e la raccolta dei dati si sono svolte in loco presso i campi sportivi di due società calcistiche diverse: United Borgoricco campetra (Padova) e US Invicta Duomo (Trento).

Il presente elaborato di tesi si articola in 4 capitoli.

Nel primo capitolo viene fornita un'introduzione all'argomento del gioco del calcio in età giovanile, le peculiarità muscolo-scheletriche del giovane calciatore, i fondamentali della disciplina in chiave muscolare e le possibili problematiche che si possono sviluppare in relazione alla pratica di questa disciplina. Sarà inoltre approfondito il lavoro della fascia muscolare e la sua evoluzione con la crescita del giovane calciatore.

Nel secondo capitolo troviamo l'analisi dei dati relativi allo studio sperimentale svolto; saranno approfonditi gli obiettivi e ipotesi di ricerca, i partecipanti alle misurazioni, la procedura e il reclutamento dei dati, gli strumenti e infine l'analisi dei dati.

Il terzo capitolo riporta le analisi condotte con una descrizione dettagliata dei risultati

emersi.

Nel quarto capitolo si andranno invece a sviluppare le conclusioni e delle proposte pratiche di esercizi e tecniche d'allenamento volte alla salvaguardia del movimento articolare dei giovani calciatori.

Capitolo primo

Il gioco del calcio in età giovanile

1.1 Gioco del calcio in età giovanile: benefici educativo-relazionali e psico-fisici

La pratica calcistica in età giovanile rappresenta per il bambino/ragazzo in primo luogo una grande occasione di divertimento. La pratica di questa disciplina ha quindi un importante carattere educativo che nasce all'interno del campo, ma ambisce a mantenersi presente anche in altri contesti di vita.

Innanzitutto, uno degli elementi che facilita il carattere educativo della disciplina, è la squadra. La squadra, infatti, proietta il ragazzo in un clima di appartenenza ad un gruppo e di convivenza con altri giocatori. Tale aspetto permette al giovane di vivere importanti esperienze e sviluppare grandi capacità in termini educativo-relazionali.

Un primo aspetto di rilevante importanza riguarda la possibilità di coltivare amicizie significative all'interno di un contesto comune che permette di fare conoscenza tra compagni e consolidare amicizie significative. La condivisione di obiettivi tra i giocatori di una stessa squadra, come il divertimento, l'impegno, le vittorie, ma anche le sconfitte, spingono il giovane a sviluppare un atteggiamento di collaborazione.

Uno dei valori che funge da caposaldo nel calcio promosso a tutte le età e in tutte le categorie è il rispetto per i compagni, l'avversario e l'arbitro. Tale valore, seppur non sia spesso evidente dal calcio professionistico che vediamo oggi negli stadi, risulta elemento su cui, in particolare il calcio giovanile, pone grande enfasi. L'ambizione degli allenatori è quella di trasmettere questo valore ai propri giocatori e fare in modo venga rispettato anche fuori dal campo.

Oltre agli aspetti sopra citati, riguardanti le componenti educativo-relazionali, troviamo innumerevoli evidenze scientifiche che dimostrano come l'attività fisico-sportiva migliori la salute psico-fisica. Questa va infatti a promuovere la fitness fisica (stato di adeguata forma fisica), favorisce un miglioramento della risposta del

sistema immunitario e la riduzione del rischio di malattie croniche future. L'attività fisico-sportiva risulta inoltre fondamentale al fine di favorire l'aumento della densità ossea e la riduzione del rischio di sovrappeso e di obesità. Favorisce l'apprendimento motorio e il miglioramento di capacità fisiche come la forza muscolare, la resistenza e la flessibilità (Vitali, F.; 2018).

La pratica di uno sport come il calcio a livello giovanile sembra quindi un'occasione non soltanto per mettersi in gioco nelle competizioni, ma anche per coltivare relazioni importanti e mantenere una fitness adeguata.

1.2 Peculiarità muscolo scheletriche e cardio-respiratorie del giovane

Il fisico del giovane atleta presenta delle caratteristiche specifiche da tenere in considerazione nel momento in cui si va a programmare un allenamento. Lo sviluppo muscolo-scheletrico nel giovane è una fase delicata, che va monitorata per fare in modo che avvenga al meglio; questa fase infatti porta a degli adattamenti estremamente importanti per l'evoluzione del fisico del soggetto.

Lo sport risulta un elemento di estrema importanza e rilevanza per lo sviluppo muscolo-scheletrico del giovane. L'esercizio può infatti portare ad uno sviluppo delle masse muscolari, ad un miglioramento della coordinazione neuro-muscolare e ad un miglioramento della massa ossea.

Da un punto di vista *muscolo-scheletrico*, il numero delle fibre di un adulto si avvicina a quello dello sviluppo prenatale; ciò che si modifica maggiormente è lo spessore di queste: alla nascita la dimensione delle fibre è di $\frac{1}{5}$ rispetto alle stesse in età adulta. Inoltre

l'aumento delle dimensioni muscolari è dettato, durante la crescita, da un incremento del rapporto proteine-DNA.

La crescita muscolare è un processo che si realizza fino ai 18 anni circa e risulta facilitato nel genere maschile grazie alla secrezione di testosterone.

Al primo anno di età la percentuale di fibre di tipo I è uguale a quella in un adulto, mentre le fibre IIC sono pressoché inesistenti. Al sesto anno di età la distribuzione di fibre di tipo I, IIa e IIb è quasi analoga a quella di un adulto.

Da un punto di vista *cardiovascolare*, il cuore e i polmoni sono proporzionali alla

dimensione corporea e quindi di dimensione minore nel giovane rispetto all'adulto; troviamo inoltre una concentrazione di emoglobina e cellule del sangue minore rispetto all'adulto.

La frequenza cardiaca risulta più elevata nei giovani rispetto agli adulti, mentre il volume cardiaco risulta minore.

Gli indici cardiaci differiscono poco tra giovani e adulti suggerendo che la circolazione sia adeguatamente regolata in base alla dimensione corporea.

Per quanto riguarda la VO₂ max (indice di capacità aerobica) si verifica un incremento nelle ragazze a 14 anni mentre nei ragazzi a 16 anni; la VO₂ max risulta infatti associata ad un aumento di dimensione muscolare.

I valori di potenza aerobica dopo gli 8 anni risultano maggiori nei ragazzi rispetto alle ragazze (Zauner, C.W. et. al.).

Stroier e colleghi (2004), all'interno di uno studio inerente l'ambiente calcistico giovanile, esaminarono giocatori di calcio a livello agonistico tra i 12 e 14 anni, al fine di andare ad indagare la relazione tra livello di competizione, età e maturità biologica con la richiesta aerobica e i modelli di attività. Nell'articolo si evidenzia ad esempio come, a parità di età, si siano osservati VO₂ maggiori per centrocampisti e attaccanti rispetto ai difensori. L'autore mostra per l'appunto come i giovani giocatori di calcio siano altamente specializzati in funzione del livello a cui giocano e alla posizione che ricoprono nel rettangolo di gioco. Troviamo peculiarità muscolo scheletriche e cardio-respiratorie comuni per i giovani che però vanno successivamente a differenziarsi in base alle diverse componenti individuali.

La rilevanza di tali componenti individuali viene evidenziata anche da Esposito e colleghi (2019), i quali offrono un'analisi condotta su giovani atleti partecipanti al campionato regionale under 14. Lo studio evidenzia un'alta variabilità in termini di performance nei giovani giocatori. Tale variabilità si manifesta a causa di fattori genetici, fattori ambientali e competenze precedenti del soggetto.

Lo sviluppo muscolo-scheletrico sembra quindi essere un fatto personale, strettamente legato a variabili individuali, dunque diverso di persona in persona.

Risulta dunque molto interessante osservare come in tutti questi studi ci siano delle basi fisiologiche comuni alla fascia di età interessata, che però si vanno poi a

specializzare in base alla maturità e alle caratteristiche di gioco.

1.3 Movimenti muscolo-scheletrici tipici della disciplina del calcio

Il calcio è uno sport molto ricco di movimenti diversi l'uno dall'altro: basti pensare ad un tiro in porta e un colpo di testa.

Nella pratica di questo sport possiamo individuare dei movimenti ripetuti molto frequentemente che caratterizzano l'apparato muscolo scheletrico dei giocatori.

Come ci suggeriscono Stolen e colleghi (2005) in una partita di calcio i giocatori di movimento professionisti (tutti i ruoli tranne il portiere) percorrono circa 10.0-12.0 Km a partita (più di tutti i centrocampisti), mentre i portieri ne percorrono in media 4.0; inoltre si sviluppa uno sprint ogni 90s della durata di 4s. Possiamo quindi dedurre da questi dati che un primo movimento ricorrente della pratica calcistica sia la corsa.

La **corsa** è lo strumento che permette di spostarsi all'interno del rettangolo da gioco più o meno velocemente. La corsa in una competizione calcistica alterna intensità molto diverse tra loro; si passa infatti da una corsa ad intensità molto basse con un VO₂max inferiore al 60%, ad un allungo al 70% VO₂max o ad uno scatto al 90-95 VO₂ max in una frazione di secondi.

La corsa risulta un fondamentale complicato da allenare e, se allenato in modo corretto, permette di fare la differenza nelle competizioni.

Da un punto di vista biomeccanico possiamo distinguere due fasi del passo durante la corsa:

- la "stance phase"
- la "swing phase"

Come si può notare in Figura 1.1, la "stance phase" è caratterizzata dalla fase in cui il piede è a contatto con il suolo. La "swing phase", invece, rappresenta il momento in cui il piede è sollevato dal terreno

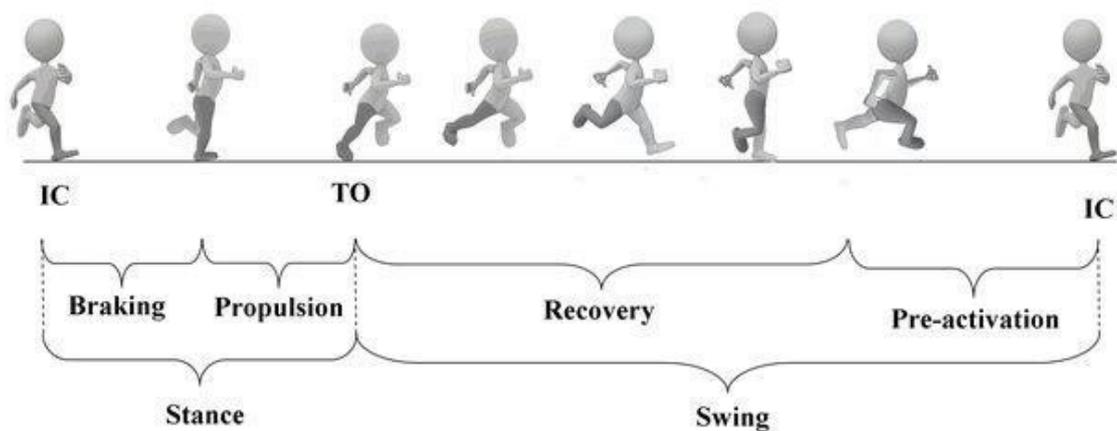


Figura 1.1 La stance e la swing phase nel ciclo della corsa.

L'articolazione maggiormente implicata nella corsa è l'anca nella propulsione mentre il ginocchio nell'assorbimento dell'energia.

La corsa implica una grandissima sinergia muscolare; i muscoli coinvolti variano al variare delle fasi sopra descritte. La fase di Stance e di Swing sono a loro volta suddivise in più fasi, che vanno a descrivere i movimenti specifici durante la corsa. Nella prima fase di stance troviamo un importante coinvolgimento del quadricipite. Durante la fase medio-tarda di stance il coinvolgimento principale riguarda il soleo e il gastrocnemio. Giungendo successivamente alla fase di swing, a metà picco verticale il contributo più significativo è dato dal grande gluteo, medio gluteo e grande adduttore; a conclusione della fase di stance gli ischiocrurali, il tibiale anteriore e l'ileopsoas risultano essere i muscoli maggiormente coinvolti.

Il quadricipite (composto da retto, vasto mediale, vasto intermedio e vasto laterale), che risulta il muscolo più implicato nella fase di frenata e supporto del peso, è particolarmente coinvolto nella frenata del centro di massa durante la prima fase della stance.

Durante la fase medio-tarda di stance il soleo e gastrocnemio risultano i muscoli maggiormente deputati alla propulsione e al supporto.

Il grande gluteo, medio gluteo e grande adduttore contribuiscono invece a metà del picco verticale. Gli ischiocrurali (composto da bicipite femorale, semimembranoso, semitendinoso), il tibiale anteriore e ileopsoas accelerano il centro di massa verso il basso alla fine della fase di stance. Le braccia, infine, contribuiscono per un 1% dei picchi verticali e orizzontali del centro di massa

(Hamner, S. R., Seth, A., & Delp, S. L., 2010). Come precedentemente affermato, nel gioco del calcio troviamo diverse tipologie di corsa: a partire da una corsa a bassa intensità fino ad arrivare agli allunghi e agli sprint.

La corsa nelle azioni di gioco trova diverse declinazioni sport-specifiche, al fine di renderla più funzionale ad una situazione di gioco. Una di queste declinazioni sport-specifiche è il cambio di direzione: questo viene generalmente effettuato attraverso la tecnica del “*sidestep cut*”, movimento in cui la gamba libera procede in direzione opposta rispetto a quella di supporto, in contatto con il terreno ed usata dal soggetto come perno al fine di effettuare la rotazione (Schot et al., 1995). Questo movimento, come suggerisce Tritto (2018), rappresenta una delle situazioni più pericolose per quanto riguarda la rottura del legamento crociato anteriore.

Dopo la presentazione relativa alla corsa, considerata movimento frequente della disciplina, si giunge all’analisi del movimento cardine di tale sport, che contraddistingue il gioco del calcio dagli altri sport: il **calcio del pallone**.

Il pallone si calcia durante la competizione calcistica per la realizzazione di un tiro in porta o un passaggio al compagno. Lo si può colpire con varie parti del piede, sulla base dello specifico obiettivo.. Vengono infatti classificate diverse tipologie di calcio, a seconda della parte del piede coinvolta nel contatto con il pallone: calcio di interno, interno collo, esterno, collo, pianta o punta.

Come si può osservare in Figura 1.2, il gesto tecnico del calcio del pallone, può essere suddiviso, da un punto di vista biomeccanico, in 6 fasi (DeProft et al., 1988):

- 1) Primo passo,
- 2) Secondo passo
- 3) Fase di caricamento
- 4) Fase di oscillazione
- 5) Fase di calcio
- 6) “Follow through”



Figura 1.2 Le sei fasi del calcio del pallone (DeProft et al., 1988)

Da un punto di vista muscolare, nella prima fase si verifica complessivamente minore attivazione di tutti i muscoli; in seguito alla dorsiflessione del piede dell'arto implicato a calciare nella seconda fase (secondo passo) si assiste all'attivazione prevalente del tibiale anteriore.

Nella fase di caricamento è presente una grande attivazione del grande gluteo, semitendinoso e bicipite femorale; il fondamentale lavoro dei muscoli antagonisti è svolto in questa fase prevalentemente da vasto mediale e laterale.

Nella quarta fase si verifica un forte coinvolgimento dei due vasti (mediale e laterale) che rimarranno coinvolti fino alla fine del movimento.

Nella fase finale di calcio e follow through si verifica sempre una grande attività dei vasti, mentre come antagonisti si assiste all'attivazione del grande gluteo, del tibiale anteriore e in maniera più contenuta del bicipite femorale.

Il calcio del pallone, come affermato precedentemente, può realizzarsi per diversi fini e, a seconda di questi, implicherà coinvolgimenti muscolari differenti.

Infatti il tiro, a differenza del passaggio, porta ad un coinvolgimento più intenso della muscolatura sopra indicata e al raggiungimento di rom articolari più ampi.

Un ulteriore fondamentale del calcio, che necessita di un'accurata analisi è il **colpo di testa**.

Le statistiche precedentemente citate dello studio di Stolen e colleghi (2005), suggeriscono come un giocatore nell'arco dei 90 minuti di competizione colpisca in media 10 volte la palla di testa.

Il colpo di testa si può realizzare sia in combinazione ad un salto, che senza, impattando la palla con l'uso della fronte. Durante la prima fase del colpo la testa si muove in avanti grazie alla muscolatura del collo e in un secondo tempo, subito prima dell'impatto con il pallone, la muscolatura del collo si attiva per stabilizzare

la testa e dissipare gli effetti del contatto con il pallone. Si ipotizza che il colpo in salto abbia un impatto maggiore sulla fronte rispetto a quello in piedi (Bauer, J. A. et. al., 2001).

Da un punto di vista muscolare troviamo una grande attivazione dei muscoli sternocleidomastoideo prima del contatto con il pallone e del trapezio dopo il contatto con la fronte. Infatti la testa è accelerata in avanti dallo sternocleidomastoideo e immediatamente prima dell'impatto si verifica una fase di decelerazione nella quale si attiva il trapezio, il quale rimarrà attivo anche dopo il colpo (Bauer, J. A. et. al., 2001).

1.4 Possibili infortuni giovanili derivanti dal gioco del calcio

Oltre alla grande componente di gioco, divertimento e spettacolo il calcio, come tanti altri sport, deve tenere conto di un aspetto da non sottovalutare: gli infortuni.

I giocatori d'élite sono tenuti a sfidare se stessi e gli altri per il raggiungimento di obiettivi spesso molto ambiziosi. Per poter attuare la migliore performance gli atleti devono arrivare molto vicini ai loro limiti fisiologici. Spesso un alto livello di agonismo porta ad oltrepassare questi limiti e ad incorrere in episodi spiacevoli come gli infortuni.

Il calcio, oltre a richiedere questo massimo sforzo, comune a tutti gli sport d'élite ad alti livelli, è uno sport di contatto; ciò comporta un aumento del rischio di incorrere in possibili infortuni.

Nella pratica del calcio la maggior parte delle lesioni si verificano all'arto inferiore. Nello specifico il 61,2% degli infortuni sono a carico del ginocchio e della caviglia; $\frac{1}{4}$ degli infortuni sono rappresentati da lesioni muscolo-scheletriche per il 14% al quadricipite, il 28% ai muscoli ischio-crurali e l' 8% agli adduttori (D'Onofrio, R., 2015).

Tali evidenze generano una riflessione sulla matrice degli infortuni nel mondo del calcio svolto da persone adulte. Per l'adulto, infatti, il rapporto funzionale quadricipite-ischiocrurali mostra un significativo impatto sull'incidenza delle lesioni.

D'onofrio (2015) continua evidenziando come la carenza di equilibrio funzionale tra il quadricipite e gli ischiocrurali compromette ed incide negativamente sulla coordinazione intra ed inter-muscolare e sul controllo neuromuscolare del ginocchio.

Di conseguenza, ogni squilibrio muscolare predispone il giocatore ad essere vulnerabile di fronte a lesioni traumatiche o da overuse. Vengono inoltre evidenziati gli squilibri del tono muscolare attraverso i quali si risale a deficit di forza del quadricipite e degli ischio crurali.

Un dato importante che emerge dall'analisi evidenzia come l'86,7 % dell'intero Team (composto da giocatori testati attraverso TMG) presenti livelli di asimmetria tali da elevare i fattori di rischio di lesioni muscolari.

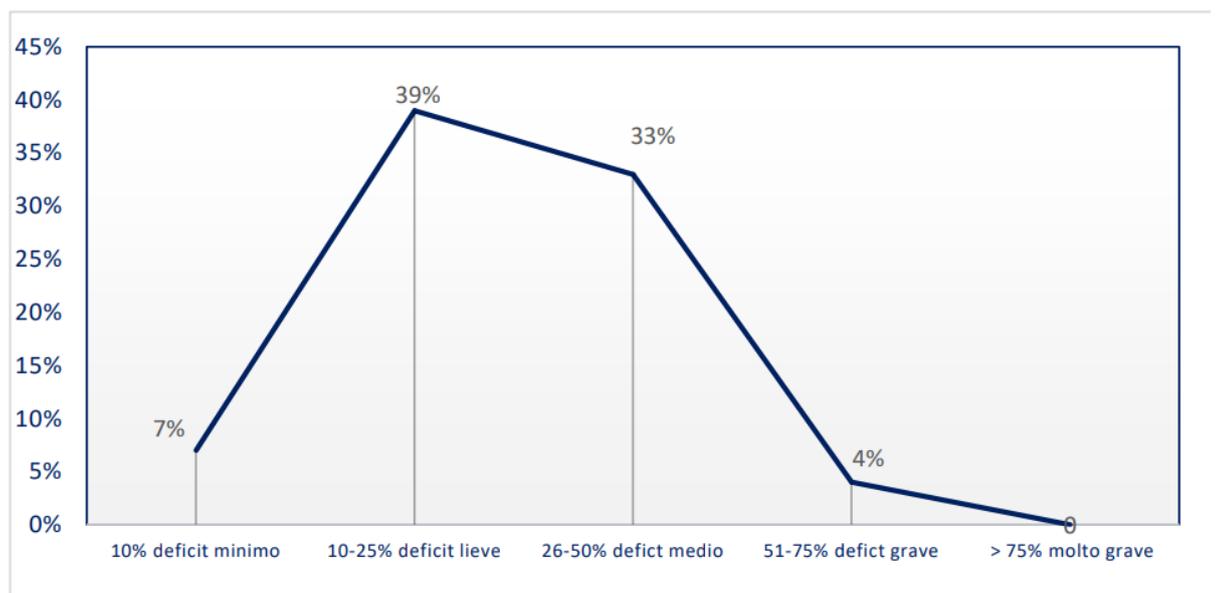


Figura 1.3 percentuale di deficit riscontrata nel quadricipite e ischio-crurali in un gruppo di 27 calciatori (D'Onofrio, R. et. al., 2015)

Per quanto riguarda la pratica giovanile, invece, il fisico del giovane calciatore viene spesso paragonato a quello di un adulto in termini di forza e resistenza. Questo approccio non tiene conto delle peculiarità muscolo-scheletriche e cardio-respiratorie citate precedentemente; la mancata considerazione di queste peculiarità può facilmente esporre il giovane ad infortuni.

Il corpo del giovane è infatti molto diverso da quello dell'adulto: i tendini e i legamenti sono relativamente resistenti ed elastici rispetto alle placche epifisarie.

Infatti risulta molto più frequente in età giovanile il trauma a livello delle cartilagini di accrescimento, rispetto a quello a livello tendineo o legamentoso.

Un ulteriore elemento da considerare è il carico sulle ossa: un giusto carico in età giovanile a livello osseo permette uno sviluppo fisiologico dell'osso e delle sue componenti.

Armstrong e colleghi (2011) suggeriscono che eccessive tensioni a livello osseo possono portare ad una serie di problematiche a livello articolare. L'autore prosegue evidenziando che l'allenamento ad alta intensità può inibire la crescita ossea e che gli infortuni nei giovani atleti possono avere effetti permanenti sull'osso e sui tessuti molli.

Infatti, i disturbi a livello della cartilagine di accrescimento possono provocare discrepanza di lunghezza degli arti, deformità della meccanica articolare provocando una marcata deformità a lungo termine.

La maggioranza degli infortuni nel calcio giovanile sono eventi acuti che si sviluppano dal contatto giocatore-giocatore, in particolare durante le competizioni (Watson, A. et al., 2019). Gli stessi autori evidenziano anche come, seppur in maniera minore ma assolutamente presente, i giovani giocatori sono a rischio di infortuni da sovrautilizzo: questi colpiscono prevalentemente il ginocchio e la parte inferiore della gamba del giovane.

Gli infortuni da sovraccarico appena citati che si manifestano in modo più frequente sul giovane sono: le tendiniti, il dolore femoro-patellare e l'Osgood-Schlatter.

L'**osgood schlatter (OSD)** viene descritto come un disturbo traumatico nello sviluppo della tuberosità tibiale. Si manifesta come frutto di micro-avulsioni causate da ripetute trazioni sulla porzione del nucleo di accrescimento della tuberosità tibiale.

Un ulteriore dato che si rivolge nello specifico al mondo dei bambini e degli adolescenti è che l'apofisi è più debole rispetto ai tessuti circostanti.

Come precedentemente illustrato, la pratica sportiva svolta in giovane età porta spesso a patologie da sovraccarico del sistema muscolo-scheletrico, come per l'appunto le apofisiti. Il carico fisico nell'eziologia della patologia sembra giocare un ruolo decisivo. La calcificazione dell'apofisi inizia nella parte distale all'età

media di 9 anni nelle femmine mentre 11 nei maschi; i diversi centri di ossificazione della tuberosità tibiale si fondono in media a 11 anni nelle femmine mentre a 13 nei maschi. Si verifica, dunque, che l'OSD si genera principalmente durante la fase in cui i centri di ossificazione dell'apofisi sono separati (Domingues, M., 2013). Questa patologia risulta essere particolarmente correlata con la pratica giovanile del calcio.

Il lavoro di prevenzione dei traumi a livello giovanile non si limita alla salvaguardia del soggetto di giovane età, ma funge da elemento di tutela anche nei casi in cui dovesse sfociare nel mondo dello sport adulto.

1.5 La fascia muscolare nello sport

All'interno delle linee guida dell'allenamento del calcio si pone generalmente grande enfasi per esercizi muscolari e cardiovascolari. Diversamente, si verificano poche indicazioni per quanto riguarda l'allenamento dei tessuti connettivi.

Nel calcio, come in altri sport, la maggioranza delle lesioni muscolo-scheletriche da sovraccarico si verificano nei tessuti connettivi collagenici quali tendini, legamenti o capsule articolari che sembrano essere meno preparati ed adattabili ad un carico applicato rispetto alle rispettive controparti muscolari o scheletriche (Hyman, J. & Rodeo, S.A., 2000)..

La fascia è il tessuto che connette tutte le parti dell'apparato locomotore; essa forma infatti continuità con legamenti, capsule articolari e con il foglietto superficiale del periostio.

Luigi Stecco, all'interno del testo "*Manipolazione della fascia. Per il trattamento delle affezioni muscoloscheletriche*" (2002) suggerisce come sia necessario parlare di sistema fasciale. Tale termine per identificare l'insieme dei tessuti connettivi fibrosi che si influenzano reciprocamente in tutto il corpo.

Il sistema fasciale, come si può notare in Figura 1.4, è formata da tre strati fondamentali:

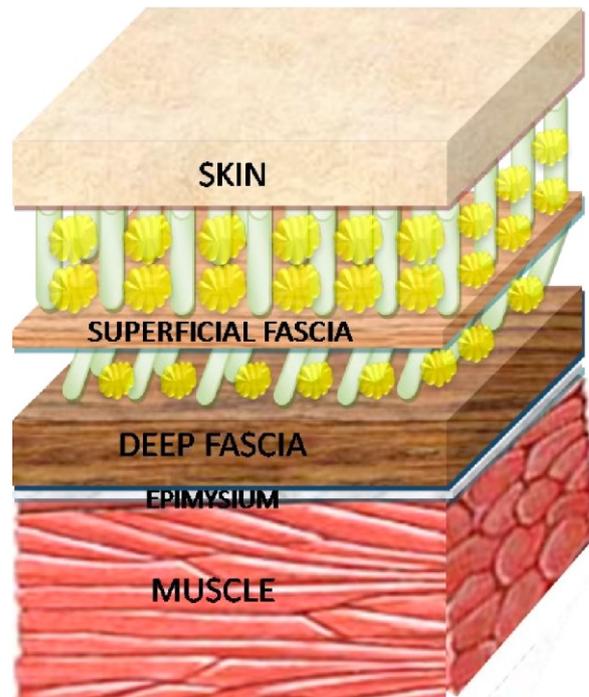


Figura 1.4 Layer che rappresenta il sistema fasciale. Dall'alto verso il basso: la fascia superficiale, la fascia profonda e la fascia epimisiale.

- 1) *Fascia superficiale*: comprende il tessuto connettivo lasso sottocutaneo al cui interno ci possono essere fibre collagene ed elastiche. questa fascia non è presente nella pianta dei piedi, nel palmo della mano e nella faccia. Permette alla pelle di scorrere sopra la fascia profonda.
- 2) *Fascia profonda*: formata da una membrana connettivale su tutti i muscoli; al suo interno sono immerse fibre elastiche e fibre collagene. Queste si possono disporre su piani distinti con tre direzioni: trasversale, longitudinale e obliqua. Questa fascia profonda in alcune zone degli arti o del tronco si duplica, formando così una lamina profonda.
- 3) *Fascia epimisiale*: comprende la fascia del singolo muscolo che si continua con il perimisio e endomisio. Questa continua nelle estremità dei muscoli con le aponevrosi-tendini. Tale fascia gestisce il gioco tensionale dei fusi neuromuscolari e degli organi tendinei.

Zügel e colleghi (2018) suggeriscono come le lesioni a livello fasciale provochino una significativa perdita di prestazione negli sport. Inoltre, queste lesioni

condizionano l'eventuale sviluppo di disturbi muscoloscheletrici, come ad esempio il mal di schiena. Lo stesso autore continua nella sua analisi analizzando come una migliore comprensione della dinamica di adattamento al carico meccanico e alle condizioni biochimiche possa conseguentemente migliorare la condizione dell'atleta in termini di prevenzione delle lesioni, prestazioni atletiche e riabilitazione sportiva. L'articolo evidenzia dunque il fatto che il lavoro sui tessuti fasciali risulti fondamentale per migliorare la performance e la fitness dello sportivo. Per quanto riguarda il mondo calcistico, l'autore suggerisce come le proprietà del tessuto connettivo si trovino spesso ridotte per quanto riguarda la gamba predominante che pratica il calcio.

Si vede, infatti, come sia la catena miofasciale anteriore dritta sia la catena miofasciale anteriore incrociata siano meno tese e meno elastiche sull'arto predominante rispetto all'arto non predominante.

Inoltre l'architettura tridimensionale del collagene è anche alterata in termini di elasticità e compattezza. (*"Fascia in Sport and Movement"*, Robert Schleip, 2015). Che tipo di allenamento si svolge per andare ad intervenire a livello pratico sulla rete fasciale? Schleip e colleghi (2013) mostrano come molti aspetti e componenti di pratiche già esistenti lavorino già, anche se inconsapevolmente, a livello fasciale. È il caso di discipline come la ginnastica ritmica, la danza moderna, la pliometria, la gyrokinesis, il chi running, lo yoga o le arti marziali. Queste pratiche, però, sono state spesso collegate a concetti di spiegazione teorica non legati alla fascia. Lo stesso autore prosegue evidenziando i principi dell'allenamento fasciale. Gli esercizi includono l'utilizzo del ritorno elastico, il contromovimento preparatorio, lo stretching lento e dinamico, così come pratiche di reidratazione e perfezionamento propriocettivo.

Tale allenamento dovrebbe essere praticato una o due volte a settimana al fine di produrre un abito fasciale più resiliente entro un lasso di tempo di 6 e 24 mesi.

La fascia è quindi un tessuto che connette tutti i segmenti corporei tra di loro; nel momento in cui uno di questi segmenti non dovesse funzionare correttamente si potrebbero verificare implicazioni anche a livello di un segmento lontano da quest'ultimo.

Secondo le seguenti evidenze risulta necessario un approccio globale del fisico che non vada a frammentare il corpo umano in segmenti sconnessi tra di loro, ma che invece tenga conto della complessità globale.

Capitolo secondo

La ricerca

2.1 Obiettivi e ipotesi di ricerca

Il progetto di studio è coordinato dalla Professoressa Carla Stecco, Prof.ssa associata presso il Dipartimento di Neuroscienze dell'Università degli Studi di Padova.

Nel panorama della letteratura scientifica, diversi autori evidenziano la grande incidenza della pratica dello sport del calcio con alterazioni a livello articolare. A partire da tale evidenza è nata la motivazione ad andare ad indagare come tali alterazioni si sviluppino nello specifico in soggetti di età giovanile.

La ricerca nasce dunque dall'ipotesi che la disciplina del calcio possa portare, con la pratica a livello giovanile, a delle alterazioni articolari. Come è stato descritto all'interno del Capitolo 1, le articolazioni maggiormente implicate nel gioco del calcio sono: caviglia, ginocchio, anca e articolazioni vertebrali.

Gli obiettivi principali del seguente elaborato consistono dunque nell'indagine dell'ampiezza del ROM delle articolazioni più implicate nel gioco del calcio in due popolazioni di calciatori appartenenti a categorie calcistiche diverse. Si andrà successivamente ad indagare un'eventuale correlazione presente tra variabili quali età, altezza, peso, frequenza di gioco settimanale, ore di gioco settimanali, gamba predominante, passato calcistico, ruolo e infortuni passati e i ROM articolari presi in esame, verificando come tali variabili possano alterare la condizione muscolo-articolare degli stessi.

Per rispondere a tali obiettivi, per entrambi i gruppi siamo andati ad individuare le variabili citate, che ci permettessero di inquadrare il giocatore per le sue caratteristiche specifiche. Conseguentemente è stata stilata una batteria di test da proporre ai partecipanti allo studio, che permettesse di osservare eventuali alterazioni articolari specifiche.

Nel presente capitolo verrà presentato lo studio condotto specificando i partecipanti, dove verranno presentati i due gruppi in maniera separata, specificando le peculiarità a livello descrittivo, la procedura e il reclutamento, gli strumenti utilizzati e l'analisi dei dati.

2.2 Partecipanti

Hanno partecipato a questo studio 34 soggetti, tutti di sesso maschile.

I soggetti sono stati suddivisi in 2 gruppi: il primo gruppo è composto da 14 soggetti di età compresa tra gli 11 e i 12 anni mentre il secondo gruppo è composto da 20 soggetti di età compresa tra i 15 e i 16 anni.

I soggetti sono tutti giocatori di calcio a livello agonistico, appartenenti a due categorie distinte: il gruppo più giovane (N=14) milita nel campionato dei Giovanissimi mentre il gruppo più adulto (N=20) in quello degli Allievi.

I partecipanti provengono da due società sportive distinte: il gruppo pre-puberale appartiene alla società U.S. Invicta Duomo di Trento, mentre il gruppo post-puberale appartiene alla società United Borgoricco Campetra.

Come si può osservare in Tabella 2.1, l'età media dei giocatori partecipanti alla ricerca è pari a 11.4 (ds=0.5) per il gruppo di giocatori pre-puberale, mentre a 15.95 (ds=0.2) per il gruppo di giocatori post-puberale. L'altezza media dei soggetti pre-puberale risulta pari a 149.1 cm (ds=6.1), mentre quella dei post-puberale a 176.9 cm (ds=0.2). Per quanto riguarda il peso, i partecipanti pre-puberale hanno riportato un valore medio di 40.4 Kg (ds=6.4), mentre per post-puberale di 65.7Kg (ds=8.9). Un'ulteriore variabile che si è andati ad indagare riguarda gli anni di gioco calcistico svolti: il gruppo pre-puberale riporta una media di 3.9 anni (ds=1,4), quello dei post puberali di 9.3 anni (ds=1.8).

	Pre-puberali (N=14)		Post-puberali (N=20)	
	MEDIA	DS	MEDIA	DS
ETÀ	11.4	± 0.5	15.9	± 0.2
ALTEZZA (cm)	149.1	± 6.1	176.9	± 6.1
PESO (Kg)	40.4	± 6.4	65.7	± 8.9
PASSATO CALCISTICO (anni)	3.9	± 1.4	9.3	± 1.8

Tabella 2.1 Media e Deviazione Standard delle variabili età, altezza, peso e passato calcistico dei due gruppi di giocatori in età pre-puberale (N=14) e post-puberale (N=20).

I dati riportati in tabella 2.2, invece, mostrano i ruoli calcistici dei giocatori partecipanti. Nello specifico, 2 giocatori del gruppo pre-puberali e 2 del gruppo post-puberali svolgono il ruolo di portiere. Per quanto riguarda la difesa troviamo 6 difensori nel gruppo pre-puberale e 9 nel gruppo post-puberale. I centrocampisti, invece, risultano 2 nei pre-puberali e 5 nei post-puberali. Infine sono presenti 4 attaccanti in entrambi i gruppi partecipanti allo studio.

	Pre-puberali	Post-puberali
PORTIERE	2	2
DIFENSORE	6	9
CENTROCAMPISTA	2	5
ATTACCANTE	4	4

Tabella 2.2 Tabella di frequenza sul ruolo calcistico dei due gruppi di giocatori in età pre-puberale (N=14) e post-puberale (N=20).

Nella tabella 2.3 possiamo osservare come tutti i partecipanti del gruppo pre-puberale abbiano indicato la gamba destra come predominante. Per quanto riguarda il gruppo post-puberale, invece, troviamo 16 calciatori destri e 4 mancini.

	Pre-puberale	Post-puberale
DESTRA	14	16
SINISTRA	0	4

Tabella 2.3 Tabella di frequenza sulla gamba predominante dei due gruppi di giocatori in età pre-puberale (N=14) e post-puberale (N=20)

È stata infine indagata la variabile relativa ad eventuali infortuni passati. Nel gruppo pre-puberale si sono riscontrati due infortuni, quali: infiammazione inguine e frattura radio.

Nei post-puberale la tipologia e il numero di infortuni risultano differenti rispetto al gruppo pre-puberale. Vengono infatti riportati infortuni, quali: infiammazione tendine d'achille, frattura clavicola, pubalgia, frattura polso, capsulite dito medio dx, osgood schlatler, frattura scafoide, microfrattura malleoli, tallonite e lussazione spalla.

2.3 Procedura e reclutamento

Il gruppo sperimentale che ha partecipato a questo studio si allena settimanalmente presso i campi sportivi Talamo (Trento) e San Michele delle Badesse (Padova).

Inizialmente si è presentato il progetto ai Dirigenti delle due Società, chiedendo così il permesso per svolgere le sperimentazioni.

Entrambe le società hanno aderito al progetto mettendo a disposizione i loro giocatori appartenenti alle due fasce d'età in analisi.

Per invitare i giocatori a partecipare al progetto, vista anche l'età inferiore ai 18 anni, è stata prodotta una liberatoria dove si richiedeva il consenso dei genitori del giovane alle misurazioni e all'utilizzo dei dati al fine della ricerca. Le liberatorie sono state firmate e consegnate durante gli allenamenti successivi. Si è così stilato un calendario per organizzare le misurazioni: queste si sono svolte con frequenza

di circa tre volte a settimana. Ad ogni giocatore è stata richiesta la partecipazione alla sperimentazione per la durata di 30 minuti circa a giocatore.

Per ragioni organizzative si è scelto di affiancare tale sperimentazione agli allenamenti dei partecipanti. Si è dunque chiesto ai partecipanti di arrivare presso il campo sportivo 30 minuti/1 ora prima dell'inizio dell'allenamento.

Le misurazioni si sono sempre svolte prima della seduta di allenamento. La scelta di svolgere i test prima dell'allenamento e non al termine dello stesso è stata presa per fare in modo che i risultati raccolti non fossero in qualche modo compromessi da variabili fisiche derivabili dall'allenamento o in generale da attività fisiche intense.

Tale momento di partecipazione del giovane è stato caratterizzato in una prima fase dalla raccolta dei dati generali del giocatore (nome, cognome) e delle variabili specifiche (età, altezza, peso, frequenza di allenamento settimanale, ore di gioco settimanali, gamba predominante, passato calcistico, ruolo, infortuni passati).

In una seconda fase i soggetti partecipanti sono stati sottoposti alla batteria di test.

2.4 Strumenti

Ad ogni partecipante, appartenente al gruppo pre-puberale e post-puberale, è stata sottoposta una batteria di 8 test.

I test sono stati somministrati con l'ausilio di attrezzature specifiche, quali:

- tappetino da fitness
- lettino da fisioterapia
- sgabello -"box"(necessario per la somministrazione del test "Seat and Reach").

Le misurazioni sono state svolte attraverso un goniometro ortopedico per i test "angolari" (Estensione ginocchio, Rotazione mediale anca, Rotazione laterale anca, Thomas test, Hamstring 90/90). Per le misurazioni non angolari, invece, si è ricorso all'utilizzo di un metro classico.

Per analizzare al meglio il fenomeno descritto e renderlo compatibile con una sperimentazione, abbiamo selezionato 8 test, che andassero ad indagare misurazioni relative a specifiche articolazioni. I test sono stati selezionati sulla base dell'accuratezza e della praticità. Gli 8 test selezionati vanno ad analizzare le articolazioni più coinvolte nel gioco del calcio: caviglia, ginocchio, anca, articolazioni della colonna vertebrale.

In Tabella 2.4 si possono osservare i test somministrati, raggruppati per articolazione specifica. Tutti i test sono stati somministrati in ambiente chiuso e prima della seduta di allenamento. I test sono stati somministrati con l'ordine con cui sono elencati in Tabella 2.4, partendo dunque dalla dorsiflessione portante e concludendo con il Seat and Reach.

ARTICOLAZIONE	TEST
CAVIGLIA	<p>Dorsiflessione portante (Grazette, N., McAllister, S., Ong, C. W., Sunderland, C., Nevill, M. E., & Morris, J. G.; 2020).</p>
GINOCCHIO	<p>Estensione ginocchio (Grazette, N., McAllister, S., Ong, C. W., Sunderland, C., Nevill, M. E., & Morris, J. G.; 2020).</p> <p>Hamstring 90/90 (Grazette, N., McAllister, S., Ong, C. W., Sunderland, C., Nevill, M. E., & Morris, J. G.; 2020).</p>
ANCA	<p>Rotazione mediale anca in posizione supina (Grazette, N., McAllister, S., Ong, C. W., Sunderland, C., Nevill, M. E., & Morris, J. G.; 2020).</p> <p>Rotazione laterale anca in posizione supina (Grazette, N., McAllister, S., Ong, C. W., Sunderland, C., Nevill, M. E., & Morris, J. G.; 2020).</p> <p>Thomas Test (Llurda Almuzara, L., Pérez Bellmunt, A., López de Celis, C., Aiguadé Aiguadé, R., Casasayas, O., Navarro, R., ... & Ortiz-Miguel, S.; 2019).</p>
COLONNA VERTEBRALE	<p>Rotazione toracica (Grazette, N., McAllister, S., Ong, C. W., Sunderland, C., Nevill, M. E., & Morris, J. G.; 2020).</p> <p>Seat and reach (Sporis, G., Vucetic, V., Jovanovic, M., Jukic, I., & Omrcen, D.; 2011)</p>

Tabella 2.4 Test suddivisi per articolazione somministrati ai partecipanti allo studio.

I test dorsiflessione portante, iperestensione ginocchio, rotazione mediale anca da supini, rotazione laterale anca da supini, hamstring 90/90 e rotazione toracica ci sono stati suggeriti da Grazette e colleghi (2020).

Per avere un'indicazione del comportamento dei flessori d'anca è stato inserito il Thomas test, focalizzato soltanto sull'osservazione monoarticolare del comportamento dei flessori d'anca; il test ci è stato suggerito da Llurda Almuzara e colleghi (2019).

Infine per andare ad analizzare la flessione lombare si è scelto il seat and reach test sotto suggerimento di Sporis e colleghi (2011).

Verranno di seguito presentati i test proposti ai partecipanti allo studio, specificandone la procedura specifica, con l'ausilio di fotografie.

Per ogni test si sono rilevati i valori standard già presenti in letteratura scientifica. Tali valori di riferimento presi in esame prendono in considerazione soggetti adulti, maschi e sani, non specificatamente ricercati per la popolazione esaminata in tale ricerca. Per quanto riguarda il test "rotazione toracica" non si andrà a comparare i valori con un valore standard, ma si evidenzieranno soltanto le eventuali asimmetrie.

TEST	VALORI STANDARD
Dorsiflessione portante	10-12 cm (Chisholm, M. D., Birmingham, T. B., Brown, J., MacDermid, J., & Chesworth, B. M.; 2012)
Estensione ginocchio	0-10° (Kendall, F. P., McCreary, E., Provance, P. G., Crosby, R. W., Andrews (Peter J.), Krause, C. C., ... & Bertoja, R.; 2002)
Rotazione mediale anca in posizione supina	25-30° (Kendall, F. P., McCreary, E., Provance, P. G., Crosby, R. W., Andrews (Peter J.), Krause, C. C., ... & Bertoja, R.; 2002)
Rotazione laterale anca in posizione supina	30-50° (Kendall, F. P., McCreary, E., Provance, P. G., Crosby, R. W., Andrews (Peter J.), Krause, C. C., ... & Bertoja, R.; 2002)
Thomas Test	0-10° (Peeler, J., & Anderson, J. E.; 2007)
Hamstring 90/90	71.6° (Davis, D. S., Quinn, R. O., Whiteman, C. T., Williams, J. D., & Young, C. R.; 2008)
Seat and reach	0-5 cm (Robert Wood, Sit and Reach Norms)

Tabella 2.5 Valori standard dei test Dorsiflessione portante, estensione ginocchio, rotazione mediale anca in posizione supina, rotazione laterale anca in posizione supina, Thomas Test, Hamstring 90/90, Seat and reach.

Dorsiflessione portante

Con il seguente test si vuole andare ad indagare l'ampiezza articolare della caviglia attraverso la dorsiflessione del piede.

Da posizione eretta, si posiziona il piede adeso al pavimento perpendicolare ad un muro rendendolo allineato alla superficie di misurazione. Il test si svolge a piedi nudi o al massimo con una calzatura sottile. Si fa riposare la gamba controlaterale non testata in una posizione comoda sul pavimento. Durante la dorsiflessione il tallone viene trattenuto dall'esaminatore per evitare il suo sollevamento. Si affonda

il ginocchio verso il muro fino a toccarlo. Progressivamente si allontana il piede dal muro trovando così il massimo ROM nella dorsiflessione di caviglia: questo si raggiunge alla massima distanza del piede dal muro mantenendo però il contatto del ginocchio con la parete e il tallone a terra.

Nel momento in cui si individua il massimo ROM chiedo al soggetto di mantenere il piede nella posizione in cui si trova e vado a misurare con un metro la distanza tra la punta distale dell'alluce e la parete. Svolgo la stessa misurazione per l'altra gamba.

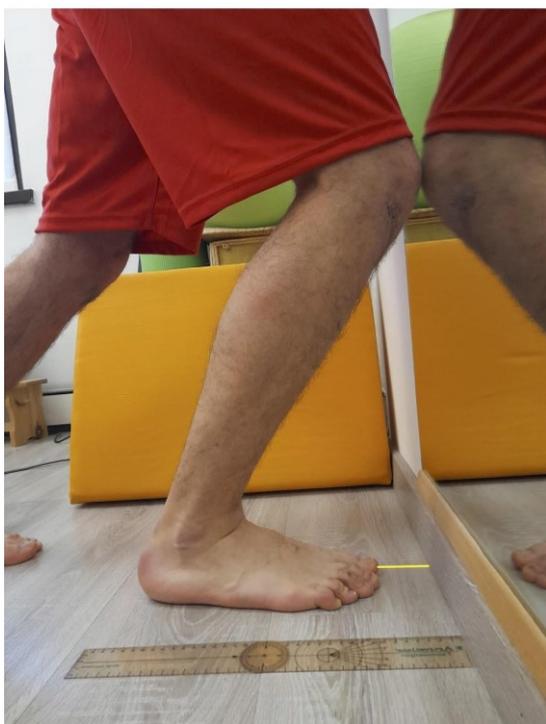


Figura 2.1 Test: “dorsiflessione portante”. Si nota il ginocchio a contatto con la parete e il tallone adeso al suolo. La linea continua tra l'alluce e la parete (in questo caso uno specchio) rappresenta la distanza misurata.

Estensione del ginocchio

Il seguente test va ad analizzare l'iperestensione del ginocchio.

Da una posizione supina, con l'aiuto di una mano il ginocchio viene mantenuto adeso al pavimento mentre con l'altra si solleva molto delicatamente e per una piccola gradazione il calcagno della stessa gamba.

Porto quindi il ginocchio in iperestensione e misuro la gradazione raggiunta con l'aiuto di un goniometro ortopedico.

Per facilitare la misurazione vado a tracciare con un una matita per gli occhi una linea all'altezza della testa della fibula.

Misuro così la gradazione raggiunta rispetto al pavimento.

Vado a svolgere la stessa misurazione anche per l'altra gamba.

Valuto così l'iperestensione del ginocchio attraverso questo punteggio:

- a) iperestensione del ginocchio ($> 0 = 10^\circ$)
- b) no iperestensione del ginocchio ($< 10^\circ$)



Figura 2.2 Test: "iperestensione ginocchio". Si nota la mano destra dell'esaminatore che mantiene il ginocchio a contatto con il lettino, mentre la mano sinistra sul calcagno che va sollevare delicatamente il tallone. Viene anche rappresentato tra la linea continua e tratteggiata l'angolo che si va a misurare.

Rotazione mediale anca in posizione supina

Il test di rotazione mediale anca in posizione supina, permette di misurare il ROM dell'anca per quanto riguarda la rotazione mediale.

Da una posizione supina si flette il ginocchio della gamba non in misurazione mentre si posiziona quella da esaminare con l'articolazione anca e ginocchio a 90°.

Si posiziona il fulcro di un goniometro manuale in plastica da 30,5 cm sul margine superiore della patella, con il braccio di movimento posto sulla linea mediana della tibia mentre il braccio fermo rimane perpendicolare al pavimento.

Per facilitare la misurazione si va a tracciare con una matita facilmente cancellabile una linea che origina dal margine superiore della patella e prosegue per qualche

centimetro lungo la tuberosità tibiale.



L'esaminatore muove passivamente la parte inferiore della gamba per facilitare la rotazione mediale dell'anca fino al punto di resistenza. Il processo viene svolto mantenendo sempre il femore sullo stesso asse.

Si misura la gradazione raggiunta con l'aiuto di un goniometro ortopedico e si ripete la

misurazione sull'altra gamba.

Figura 2.3 Test: “rotazione mediale anca in posizione supina”. L'esaminatore va quindi a mantenere il femore perpendicolare al pavimento con l'aiuto della mano sinistra. Con la mano destra posizionata sul tallone l'esaminatore va invece a ruotare medialmente l'anca del soggetto in esame. La gradazione raggiunta si manifesta tra la linea tratteggiata e quella continua.

Rotazione laterale anca in posizione supina

Attraverso il test di rotazione laterale anca in posizione supina, è possibile misurare il ROM articolare per quanto riguarda la rotazione esterna del ginocchio.

Da una posizione supina si flette il ginocchio della gamba non in misurazione mentre si posiziona quella da esaminare con le articolazioni di anca e di ginocchio a 90°.

Si posiziona il fulcro di un goniometro ortopedico manuale in plastica da 30,5 cm sul margine superiore della patella, con il braccio di movimento posto sulla linea mediana della tibia mentre il braccio fermo rimane perpendicolare al pavimento.

Per facilitare la misurazione si va a tracciare con una matita facilmente cancellabile una linea che origina dal margine superiore della patella e prosegue per qualche

centimetro lungo la tuberosità tibiale.



L'esaminatore muove passivamente la parte inferiore della gamba per facilitare la

rotazione laterale dell'anca fino al punto di resistenza. Questo mantenendo sempre il femore sullo stesso asse.

Si misura la gradazione raggiunta con l'aiuto del goniometro ortopedico.

Si ripete la misurazione sull'altra

gamba.

Figura 2.4 Test: “rotazione laterale anca in posizione supina”. L'esaminatore va quindi a mantenere il femore perpendicolare al pavimento con l'aiuto della mano sinistra. Con la mano destra posizionata sul tallone l'esaminatore ruota lateralmente l'anca del soggetto in esame. la gradazione raggiunta si manifesta tra la linea tratteggiata e quella continua.

Thomas test (flessori d'anca)

Il seguente test permette di analizzare lo stato dei muscoli flessori che agiscono a livello dell'articolazione dell'anca.

Chiedo al soggetto di sedersi all'estremità di un lettino con metà coscia a contatto con il lettino e metà fuori. Da questa posizione faccio stendere il soggetto con la schiena ben adesa alla superficie del lettino. Chiedo al soggetto di prendere la gamba non in esame e raccoglierla verso il petto andando così a schiacciare il rachide sulla superficie e appiattare la lordosi lombare.

A questo punto si osserva il comportamento della gamba non raccolta al petto. Si va ad osservare se quest'ultima tende a flettersi e quindi staccarsi dalla superficie del lettino o si mantiene adesa a quest'ultimo. Misuro con un goniometro ortopedico manuale in plastica da 30,5 l'eventuale flessione della coscia.

Analizzo nello specifico questi due possibili scenari:

- a) Coscia che si solleva dal lettino di 10 o più gradi (SI)
- b) Coscia che rimane adesa al lettino o si solleva meno di 10 gradi (NO)



Figura 2.5 Test: "Thomas test". Il soggetto si trova supino sul lettino con metà coscia sporgente fuori da quest'ultimo. con l'aiuto degli arti superiori il soggetto porta il ginocchio destro al petto appiattendosi così la schiena al lettino. La misurazione si compie sulla gamba sinistra calcolando la gradazione presente tra la linea continua e la linea tratteggiata.

Hamstring 90/90

Con il test Hamstring 90/90 andiamo ad analizzare lo stato dei muscoli posteriori della coscia (ischio-crurali) nell'estensione del ginocchio.

Da una posizione supina la gamba esaminata si posiziona a squadra: con l'articolazione del ginocchio e dell'anca a 90°. Si flette il ginocchio della gamba non in analisi mantenendola in quella posizione fino a fine misurazione.

Vado a svolgere un'estensione di ginocchio fino a resistenza mantenendo il femore rigorosamente fermo sul suo asse.

Chiedo al soggetto di rimanere passivo e quindi interagire il meno possibile con la manovra che compie l'esaminatore.



Misuro la gradazione raggiunta da quella di partenza (ginocchio 90°) con un goniometro ortopedico manuale da 30,5cm. Posiziono il braccio fermo lateralmente lungo il femore mentre il braccio di movimento segue la gamba fino a fine estensione.

Per facilitare la misurazione vado a tracciare con una matita cancellabile una linea a livello della testa della fibula che procede lungo la fibula per qualche cm.

Svolgo lo stesso procedimento anche per l'altra gamba.

Gigura 2.6 Test: “Hamstring 90/90”. L'esaminatore con la mano sinistra va a mantenere il femore perpendicolare al pavimento. La mano destra si posiziona a livello del tallone ed estende il ginocchio. L'angolo da misurare si trova tra la linea continua e quella tratteggiata.

Rotazione toracica

Il seguente test permette di analizzare il ROM articolare della colonna vertebrale nella torsione del tronco.

Posizione di partenza in decubito laterale sul pavimento con le spalle allineate, le anche in posizione neutra ed entrambe le ginocchia flesse a 90°.

Chiedo al soggetto di svolgere una rotazione toracica estendendo orizzontalmente il braccio (esterno) e mantenendo le ginocchia adese tra loro e al pavimento. Le braccia sono completamente estese e impilate perpendicolarmente al tronco mentre entrambe le ginocchia sono rimaste flesse a 90°.

Il braccio superiore ruota attraverso il tronco il più possibile. Al massimo ROM si registra con un metro la distanza tra l'articolazione acromioclavicolare e il pavimento. Ripeto la stessa procedura per quanto riguarda l'altro braccio.



Figura 2.7 Test: “rotazione toracica”. Il soggetto in decubito laterale va a ruotare il braccio e il tronco mantenendo le ginocchia adese tra loro e al pavimento. Come mostrato dalla linea continua, la misurazione si svolge tra l’articolazione acromion-clavicolare e il pavimento.

Seat and reach

Attraverso questo test è possibile andare a misurare il ROM articolare della zona lombare nella flessione del busto. Da una posizione seduta con le gambe estese il soggetto va a svolgere una flessione lombare cercando di portare le braccia e le mani più lontano possibile di fronte a sé senza provare dolore. Le ginocchia si trovano adese tra loro e a contatto con il pavimento; i piedi invece si trovano perpendicolari alla gamba con le piante interamente a contatto di un box.

Alla parte finale del piede corrisponde il punto di partenza della scala di misurazione e rappresenta il punto zero. I valori davanti allo zero sono positivi mentre quelli dietro lo zero (verso le ginocchia) sono negativi.

L'obiettivo è quello di portare le mani, con le braccia tese, più avanti possibile senza provare dolore e con i palmi delle mani rivolti verso il basso.

La misurazione avviene nel momento in cui il soggetto riesce a mantenere la posizione raggiunta per 2 secondi.

misuro la distanza raggiunta sul metro sottostante dai diti medi delle due mani.



Figure 2.8a e 2.8b Test: “Flessione lombare”. Il soggetto svolge una flessione lombare portando le mani davanti a sé il più lontano possibile. La misurazione si svolge, come indicato dalla linea continua in figura 2.8a (immagine sinistra), tra la punta del dito medio e il margine del box. Nella figura 2.8b (immagine destra) si evidenzia l’assetto del

pie' . Notiamo infatti come la pianta del piede sia interamente a contatto con la superficie della box.

2.5 Analisi dei dati

I dati raccolti inizialmente a penna su un foglio sono stati riportati all'interno di un database con il programma Excel (versione per Windows) e successivamente sono stati inseriti all'interno di un nuovo database per il computo delle statistiche descrittive. Il software utilizzato è "Minitab":

Capitolo terzo

Risultati

Nel seguente capitolo verranno presentati i risultati del progetto di ricerca.

Verrà inizialmente presentata una descrizione dei dati grezzi emersi dalla batteria di test somministrata ai partecipanti allo studio. Questi saranno ordinati per articolazione di riferimento:

- caviglia
- ginocchio
- anca
- colonna vertebrale.

Il capitolo sarà dunque suddiviso in 4 sotto-capitoli, che andranno ad indagare un'articolazione alla volta, specificando il test di riferimento.

Nella descrizione dei risultati emersi, verranno affiancati i dati relativi al gruppo pre-puberale a quello post-puberale. Verrà dunque presentato un commento in chiave descrittiva relativo ai valori medi risultanti dai test e al loro confronto.

La seconda parte del capitolo, invece, sarà dedicata alla presentazione dell'analisi statistica prodotta dai dati emersi da tale progetto di ricerca.

3.1 Risultati legati all'articolazione caviglia

3.1.1 Dorsiflessione

I dati presentati in Tabella 3.1 e 3.2 rappresentano i risultati emersi dal test della dorsiflessione per entrambi i gruppi, pre-puberale e post-puberale.

Come evidenziato nel Secondo Capitolo la media standard del test si trova tra 10.0 e 12.0 centimetri.

Nel gruppo pre-puberale si evidenziano valori relativi alla dorsiflessione molto vicini nel confronto tra gamba destra e gamba sinistra. Come si osserva in Tabella

3.13, la media risulta infatti 11.1 cm (ds=3.60) per quanto riguarda la caviglia destra mentre 10.96 cm (ds=3.60) per quanto riguarda la caviglia sinistra.

Dando uno sguardo ai singoli componenti del gruppo, si verifica un caso (soggetto 14 in Tabella 3.1) di importante ipomobilità, caratterizzato da una dorsiflessione pari a 3.5 cm destra e a 3.0 cm sinistra. Si verifica anche un caso (soggetto 11 in Tabella 3.1) di ipermobilità, caratterizzato da una dorsiflessione pari a 18 cm destra e a 16 cm sinistra.

Come si può notare in Tabella 3.1, si verificano valori compresi tra un minimo di 3.0 cm (soggetto 14) e un massimo di 18.0 cm (soggetto 11). La restante parte dei soggetti risulta in linea con i parametri medi del test.

Analizzando il gruppo post-puberale, come si osserva in Tabella 3.13, i valori relativi alla dorsiflessione risultano mediamente maggiori per quanto riguarda l'analisi della gamba destra rispetto a quella sinistra. Infatti la media della dorsiflessione della gamba destra risulta pari a 11.8 cm (ds=3.2), mentre quella della gamba sinistra pari a 12.6 cm (ds=3.2).

Anche in questo gruppo si verifica un caso (soggetto 10 in Tabella 3.2) di ipermobilità, caratterizzato da una dorsiflessione pari a 17.5 destra e a 18.5 cm sinistra. Diversamente dal gruppo pre-puberale, invece, non si evidenziano casi di ipomobilità. Come si può notare in Tabella 3.2 si verificano valori compresi tra un minimo di 5.5 cm (soggetto 9, 14) e un massimo di 18.5 cm (soggetto 10).

DORSIFLESSIONE - Gruppo pre-puberale (N=14)														
Soggetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DESTRA	14.5	12.5	7.5	14.0	10.5	11.5	11.5	10.5	11.5	10.5	18.0	6.5	13.5	3.5
SINISTRA	14.0	14.5	7.5	15.5	11.0	11.5	8.5	8.5	13.5	8.5	16.0	10.0	11.5	3.0

Tabella 3.1 Dorsiflessione nel gruppo di pre-puberale (N=14) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=11.14; ds=3.60. Gamba sinistra: m=10.96; ds=3.61). Unità di misura centimetri (cm).

DORSIFLESSIONE - Gruppo post-puberale (N=20)																				
Soggetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DESTRA	11.5	12.5	11.0	14.0	11.5	13.0	12.0	13.0	5.5	17.5	12.5	11.5	14.5	6.5	16.0	6.0	14.5	9.0	9.5	14.0
SINISTRA	15.0	13.0	12.5	15.0	12.5	15.5	10.0	11.5	8.5	18.5	12.5	14.5	15.5	5.5	17.0	8.0	12.5	9.5	13.5	11.5

Tabella 3.2 Dorsiflessione nel gruppo post-puberale (N=20) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=11.78; ds=3.19. Gamba sinistra: m=12.58; ds=3.19). Unità di misura centimetri (cm).

3.2 Risultati legati all'articolazione ginocchio

3.2.1 Iperestensione ginocchio:

Come si può osservare in Tabella 3.3, nel gruppo pre-puberale si verificano due casi di iperestensione del ginocchio destro e cinque casi di iperestensione della gamba sinistra.

Come affermato nel Capitolo 2.4, si evidenzia iperestensione quando l'estensione del ginocchio risulta maggiore o uguale a 10°.

Nello specifico, le rilevazioni mostrano come i 2 soggetti con iperestensione del ginocchio destro, manifestano anche iperestensione del ginocchio sinistro.

Nel gruppo post-puberale troviamo 4 soggetti con iperestensione ginocchio destro mentre 8 soggetti con iperestensione ginocchio sinistro. Come si è notato per il gruppo pre-puberale, anche in questo gruppo i soggetti che hanno riportato iperestensione ad un ginocchio, la riportano ad entrambe le ginocchia.

IPERESTENSIONE DEL GINOCCHIO				
	Pre-puberale (N=14)		Post-puberale (N=20)	
	SI	NO	SI	NO
DESTRA	2	12	4	16
SINISTRA	5	9	8	12

Tabella 3.3 Tabella di frequenza del Test iperestensione del ginocchio (si=x; no=x) nel gruppo pre-puberale (N=14) e post-puberale (N=20).

3.2.2 Hamstring 90/90

Come si osserva in Tabella 3.13, la media dei valori del gruppo pre-puberale, per quanto riguarda la gamba destra risulta pari a 44.9° (ds=5.7), mentre per la gamba sinistra risulta pari a 51.1° (ds=4.3).

La media standard del test è 71.6°.

In tale gruppo il test hamstring 90/90 ci mostra dei dati decisamente sotto la media standard. Questo avviene sia per la gamba destra che per la gamba sinistra.

Osservando i dati maggiormente nello specifico, come si può notare in Tabella 3.4, si verificano valori compresi tra un minimo di 35° (soggetto 3) e un massimo di 57° (soggetto 10).

Nel gruppo post-puberale, invece, come si osserva in Tabella 3.13, le medie dei valori risultano inferiori rispetto al gruppo pre-puberale. La media dei valori della gamba destra risulta pari a 41.3 cm (ds= 8.4), mentre quella della gamba sinistra risulta pari a 45.3 cm (ds=7.6).

Come si può osservare in Tabella 3.5, osservando i dati nello specifico, si verificano valori compresi tra un minimo di 25° (soggetto 4, 14) ed un massimo di 59° (soggetto 18).

A differenza del gruppo prepuberale, dove tutti i valori risultano maggiori o uguali a 35°, nel gruppo dei post-puberale si verificano 3 casi i cui valori risultano inferiori ai 30° (soggetto 4, 14 e 6).

Anche questo gruppo come il precedente ci suggerisce dei valori decisamente sotto la media standard.

HAMSTRING 90/90 - Gruppo pre-puberale (N=14)														
Soggetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DESTRA	40	50	35	43	40	44	48	53	52	53	40	45	40	45
SINISTRA	43	55	44	50	46	52	54	52	54	57	55	54	50	50

Tabella 3.4 Hamstring 90/90 nel gruppo pre-puberale (N=14) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=44.86; ds=5.65. Gamba sinistra: m=51.14; ds=4.28). Unità di misura gradi (°).

HAMSTRING 90/90 - Gruppo post-puberale (N=20)																				
Soggetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DESTRA	40	48	54	25	40	35	50	48	40	40	30	35	42	25	40	44	45	57	44	43
SINISTRA	50	52	40	40	50	28	50	54	46	48	35	45	38	35	46	40	51	59	47	51

Tabella 3.5 Hamstring 90/90 nel gruppo post-puberale (N=20) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=41.25; ds=8.43. Gamba sinistra: m=45.25; ds=7.61). Unità di misura gradi (°).

3.3 Risultati legati all'articolazione anca

3.3.1 Intrarotazione anca

La media standard del test si trova nell'intervallo tra i 25° e 30°.

Nel gruppo pre-puberale, come si osserva in Tabella 3.13, i valori risultano tendenzialmente vicini alla media standard per quanto riguarda la gamba destra, dove la media risulta pari a 29.6° (ds=4.5), mentre leggermente sopra la media standard per quanto riguarda la gamba sinistra, dove la media risulta pari a 31.8° (ds=3.4).

Osservando nello specifico i soggetti partecipanti, come si riporta in Tabella 3.6, si presenta solo un valore che si distacca in modo importante dalla media standard (soggetto 1).

In generale, mantenendo l'attenzione sulla Tabella 3.6, si verificano valori compresi tra un minimo di 24.0 cm (soggetto 4, 8, 13) ed un massimo di 40.0 cm (soggetto 1).

Nel gruppo post-puberale, come si osserva in Tabella 3.13, i valori medi relativi alla gamba destra e sinistra risultano nella media standard, rispettivamente pari a 27.9° (ds=5.6) e a 28.4° (ds=4.7).

Osservando nello specifico, come si riporta in tabella 3.7, si presenta solo un soggetto con dei valori (sia a destra che a sinistra) che si distaccano notevolmente dalla media standard.

Come si può osservare in Tabella 3.7, osservando i dati nello specifico, si verificano valori compresi tra un minimo di 20° (soggetto 5) ed un massimo di 40° (soggetto 1, 2).

3.3.2 Extrarotazione anca

La media standard del seguente test si trova nell'intervallo tra i 30° e 50°.

Nel gruppo pre-puberale, come si osserva in tabella 3.13, i valori medi rientrano nei valori indicati dalla media standard sia per la gamba destra risultando pari a 44.5° (ds=5.0), che per la gamba sinistra risultando pari a 48.5° (ds=5.9).

Osservando nello specifico i risultati emersi, si evidenziano 2 casi i cui valori risultano nettamente più elevati rispetto alla media standard (soggetto 1, 10).

Come si può osservare in Tabella 3.8, osservando i dati nello specifico, si verificano valori compresi tra un minimo di 35° (soggetto 8) ed un massimo di 60° (soggetto 1).

Nel gruppo post-puberale, come si visualizza nella Tabella 3.13, i valori risultano mediamente inferiori rispetto ai valori del gruppo pre-puberale, ma sempre rientranti nei valori indicati dalla media standard.

La media dei valori della gamba destra risulta infatti pari a 40.8° (ds=4.7) mentre la media della gamba sinistra risulta pari a 42.0° (ds=4.7).

Dando uno sguardo ai singoli componenti del gruppo, a differenza del gruppo pre-puberale, nei post-puberale, non si verificano valori che si distaccano notevolmente dalla media. Come si osserva in tabella 3.9, si verificano valori compresi tra un minimo di 30° (soggetto 6) ed un massimo di 52° (soggetto 1).

INTRAROTAZIONE ANCA - Gruppo pre-puberale (N=14)														
Soggetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DESTRA	40	33	32	26	30	32	30	24	35	25	27	27	24	30
SINISTRA	35	36	34	24	32	32	34	30	35	28	30	30	30	35

Tabella 3.6 Intrarotazione anca nel gruppo pre-puberale (N=14) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=; ds=. Gamba sinistra: m=; ds=8). Unità di misura gradi (°).

INTRAROTAZIONE ANCA - Gruppo post-puberale (N=20)																				
Soggetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DESTRA	40	40	26	28	20	25	25	32	25	37	23	30	28	30	25	24	28	28	23	22
SINISTRA	32	40	30	28	21	25	30	27	25	35	23	30	30	25	29	30	25	24	24	35

Tabella 3.7 Intrarotazione anca nel gruppo post-puberale (N=20) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=; ds=. Gamba sinistra: m=; ds=). Unità di misura gradi (°).

EXTRAROTAZIONE ANCA - Gruppo pre-puberale (N=14)														
Soggetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DESTRA	55	45	42	50	44	41	40	35	47	45	45	44	40	50
SINISTRA	60	50	50	53	50	45	43	40	42	59	47	45	45	50

Tabella 3.8 Extrarotazione anca nel gruppo pre-puberale (N=14) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=; ds=. Gamba sinistra: m=; ds=). Unità di misura gradi (°).

EXTRAROTAZIONE ANCA - Gruppo post-puberale (N=20)																				
Soggetto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DESTRA	45	50	45	40	35	30	40	40	35	43	40	45	43	40	38	38	45	43	45	35
SINISTRA	52	38	45	45	40	35	40	38	33	47	43	48	42	40	42	40	38	43	47	44

Tabella 3.9 Extrarotazione anca nel gruppo post-puberale (N=20) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=; ds=. Gamba sinistra: m=; ds=). Unità di misura gradi (°).

3.3.3 Thomas test

Nella pratica, la positività al Thomas test implica un sollevamento della coscia dal lettino maggiore di 10°. I valori standard vedono un sollevamento massimo della coscia di 10 gradi rispetto al lettino.

Come si osserva in Tabella 3.10, nel gruppo dei soggetti pre-puberale si rilevano quattro valori positivi al Thomas test: tre di questi riguardano la gamba sinistra mentre uno la gamba destra.

Il soggetto appartenente al gruppo pre-puberale risultato positivo al Thomas test per quanto riguarda la gamba destra (N=1) risulta positivo anche per quanto riguarda la gamba sinistra.

Nel gruppo dei post-puberale troviamo invece 6 persone risultate positive al Thomas test per quanto riguarda la gamba destra e 2 per la gamba sinistra.

Come nel gruppo pre-puberale, i soggetti appartenenti al gruppo post-puberale positivi al Thomas test per quanto riguarda la gamba sinistra (N=2) risultano positivi anche per quanto riguarda la gamba destra.

THOMAS TEST				
	Pre-puberale (N=14)		Post-puberale (N=20)	
	SI	NO	SI	NO
DESTRA	3	11	6	14
SINISTRA	1	13	2	18

Tabella 3.10 Tabella di frequenza del Test Thomas test (si=angolo lettino-coscia $\geq 10^\circ$; no=angolo lettino-coscia $< 10^\circ$) nel gruppo pre-puberale (N=14) e post-puberale (N=20).

3.4 Risultati legati all'articolazione colonna vertebrale

3.4.1 Rotazione toracica

Nel gruppo dei soggetti pre-puberale, come si può osservare in Tabella 3.13, si verifica un valore medio pari a 12.6 cm (ds=3.6) per quanto riguarda la rotazione

verso destra (senso orario). Per quanto riguarda la rotazione verso sinistra (senso antiorario) si verifica un valore medio pari a 13.5 cm (ds=4.2).

Entrando nella descrizione specifica dei singoli soggetti appartenenti al gruppo pre-puberale, come si evince dalla Tabella 3.11 si verificano valori compresi tra un minimo di 6.5 cm (soggetto 14) ed un massimo di 21.0 cm (soggetto 7).

Nel gruppo dei soggetti post-puberali, invece, la differenza tra le medie dei valori verso destra e verso sinistra si riduce. Il valore medio relativo alla rotazione verso destra risulta pari a 12.8 cm (ds=5.0), mentre quelli verso sinistra hanno un valore medio pari a 12.5 cm (ds=4.7).

Entrando nella descrizione specifica dei singoli soggetti, come si evince dalla Tabella 3.12 si verificano valori compresi tra un minimo di 5.0 cm (soggetto 20) ed un massimo di 24.0 cm (soggetto 5).

3.4.2 Seat and reach/flessione lombare

La media standard del seguente test si trova nell'intervallo tra 0.0 e 5.0 cm.

Nel gruppo dei soggetti pre-puberali, come si osserva in Tabella 3.13, si verifica un valore medio relativo alla flessione lombare pari a -11.5 cm (ds=6.8).

Si verificano dei dati che si distaccano molto dalla media standard del test con valori quasi interamente negativi.

Osservando nello specifico i risultati ottenuti dai singoli partecipanti, come si può notare in Tabella 3.11, si osservano valori fortemente negativi (soggetto 3, 7, 9, 11).

Nel gruppo post-puberale la media dei valori risulta pari a -3.0 cm (ds=8.4).

All'interno del gruppo dei soggetti post-puberali, come si nota in Tabella 3.12, si verificano dei valori fortemente positivi (16 cm e 11 cm) e altri fortemente negativi (-11,5 cm, -13 cm, -10 cm, -14 cm e -15 cm).

ROTAZIONE TORACICA E FLESSIONE LOMBARE															
Soggetto		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ROTAZIONE TORACICA	DX	8.0	10.5	19.5	9.0	15.5	14.0	16.0	8.5	12.5	13.5	9.5	16.5	14.5	8.5
	SX	7.5	14.5	20.5	12.0	13.0	12.5	21.0	12.5	18.0	12.5	12.0	15.5	10.5	6.5
FLESSIONE LOMBARE		-14.0	-1.0	-18.0	0.0	-10.0	-12.0	-19.0	-5.5	-18.0	-1.5	-18.0	-16.0	-15.0	-12.0

Tabella 3.11 Rotazione toracica nel gruppo pre-puberale (N=14) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=12.57; ds=3.63. Gamba sinistra: m=13.46; ds=4.23) e flessione lombare (m= -11.5; ds=6.79). Unità di misura centimetri (cm).

ROTAZIONE TORACICA E FLESSIONE LOMBARE																					
Soggetto		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ROT. TORACICA	DX	9.0	6.0	20.0	10.0	19.0	21.0	19.0	16.0	7.5	11.5	8.5	13.5	16.5	21.0	9.5	8.5	10.0	12.0	7.0	5.0
	SX	13.0	7.0	11.0	10.0	24.0	16.0	21.0	16.5	7.5	11.5	13.5	11.5	18.5	13.5	10.5	10.5	10.0	11.0	5.5	8.5
FLESSIONE LOMBARE		-1.0	16.0	-11.5	5.0	-1.0	-13.0	11.0	-1.0	-10.0	-14.0	-6.0	-6.0	-4.0	-9.0	5.0	-15.0	1.0	0.0	-9.5	2.5

Tabella 3.12 Rotazione toracica nel gruppo post-puberale (N=20) suddivisa per gamba destra e sinistra (Gamba destra: m=12.83; ds=5.00. Gamba sinistra: m=12.53; ds=4.69) e flessione lombare (m= -3.03; ds=8.39). Unità di misura centimetri (cm).

TEST - media e deviazione standard		PRE-PUBERALI		POST-PUBERALI	
		DX	SX	DX	SX
DORSIFLESSIONE	m	11.1 cm	10.9 cm	11.8 cm	12.6 cm
	ds	3.6	3.6	3.2	3.2
HAMSTRING 90/90	m	44.9°	51.1°	41.3°	45.3°
	ds	5.7	4.3	8.4	7.6
INTRAROTAZIONE	m	29.6°	31.8°	27.9°	28.4°
	ds	4.6	3.4	5.6	4.7
EXTRAROTAZIONE	m	44.5°	48.5°	40.8°	42.0°
	ds	5.0	5.9	4.7	4.6
ROTAZIONE TORACICA	m	12.6 cm	13.5 cm	12.8 cm	12.5 cm
	ds	3.6	4.2	5.0	4.7
SEAT AND REACH	m	-11.5 cm		-3.0 cm	
	ds	6.8		8.4	

Tabella 3.13 Tabella riassuntiva dei valori medi (m) e di deviazione standard (ds) dei test Dorsiflessione, Hamstring 90/90, Intrarotazione, Extrarotazione, Rotazione toracica e Seat and Reach suddivisi per il gruppo pre-puberale (N=14) e post-puberale (N=20).

3.5 Analisi statistica descrittiva

Nel seguente sottocapitolo verrà presentata l'analisi descrittiva dei dati emersi attraverso l'utilizzo di grafici e tabelle.

Nelle seguenti Tabelle si possono osservare le statistiche principali per quanto riguarda le variabili prese in considerazione in tale studio di ricerca per il gruppo pre-puberale (Tabella 3.14) e post-puberale (Tabella 3.15).

Sono state prese in considerazione le variabili relative alla descrizione dei partecipanti allo studio, tra cui età, altezza, peso, frequenza di allenamento, ore di gioco e passato calcistico, già analizzate a livello descrittivo nel Capitolo 2.2, relativo alla descrizione dei partecipanti allo studio. Inoltre sono state inseriti i valori relativi ai risultati dei test somministrati, tra cui Dorsiflessione, intrarotazione e extrarotazione anca, Hamstring 90/90, Rotazione toracica e flessione lombare.

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Variance	CoefVar	Minimum
ETA	14	0	11,429	0,137	0,514	0,264	4,49	11,000
ALTEZZA	14	0	149,07	1,62	6,07	36,84	4,07	140,00
PESO	14	0	40,39	1,71	6,41	41,08	15,87	28,00
FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman	14	0	2,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	2,0000
ORE DI GIOCO (settimanale)	14	0	4,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	4,0000
PASSATO CALCISTICO (anni di gio	14	0	3,929	0,370	1,385	1,918	35,25	1,000
DORSIFLESSIONE dx	14	0	11,143	0,963	3,603	12,978	32,33	3,500
DORSIFLESSIONE sx	14	0	10,964	0,964	3,608	13,018	32,91	3,000
INTRAROTAZIONE anca dx	14	0	29,64	1,22	4,57	20,86	15,41	24,00
INTRAROTAZIONE anca sx	14	0	31,786	0,897	3,355	11,258	10,56	24,000
EXTRAROTAZIONE anca dx	14	0	44,50	1,34	5,02	25,19	11,28	35,00
EXTRAROTAZIONE anca sx	14	0	48,50	1,58	5,92	35,04	12,20	40,00
HAMSTRING 90/90 dx	14	0	44,86	1,51	5,65	31,98	12,61	35,00
HAMSTRING 90/90 sx	14	0	51,14	1,14	4,28	18,29	8,36	43,00
ROTAZIONE TORACICA dx	14	0	12,571	0,969	3,626	13,148	28,84	8,000
ROTAZIONE TORACICA sx	14	0	13,46	1,13	4,23	17,86	31,39	6,50
FLESSIONE LOMBARE	14	0	-11,50	1,82	6,80	46,23	-59,12	-19,00

Tabella 3.14 Variabili età, altezza, peso, frequenza allenamento, ore di gioco, passato calcistico e batteria di test somministrata al gruppo pre-puberale (N=14).

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Variance	CoefVar	Minimum
ETA	20	0	15,950	0,0500	0,224	0,0500	1,40	15,000
ALTEZZA	20	0	176,95	1,37	6,14	37,73	3,47	165,00
PESO	20	0	65,70	1,98	8,86	78,43	13,48	54,00
FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman	20	0	3,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	3,0000
ORE DI GIOCO (settimanale)	20	0	6,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	6,0000
PASSATO CALCISTICO (anni di gio	20	0	9,300	0,411	1,838	3,379	19,77	5,000
DORSIFLESSIONE dx	20	0	11,775	0,714	3,193	10,197	27,12	5,500
DORSIFLESSIONE sx	20	0	12,575	0,714	3,192	10,191	25,39	5,500
INTRAROTAZIONE anca dx	20	0	27,95	1,26	5,61	31,52	20,09	20,00
INTRAROTAZIONE anca sx	20	0	28,40	1,05	4,69	22,04	16,53	21,00
EXTRAROTAZIONE anca dx	20	0	40,75	1,06	4,72	22,30	11,59	30,00
EXTRAROTAZIONE anca sx	20	0	42,00	1,03	4,61	21,26	10,98	33,00
HAMSTRING 90/90 dx	20	0	41,25	1,89	8,43	71,14	20,45	25,00
HAMSTRING 90/90 sx	20	0	45,25	1,70	7,61	57,88	16,81	28,00
ROTAZIONE TORACICA dx	20	0	12,82	1,12	5,00	25,03	39,01	6,00
ROTAZIONE TORACICA sx	20	0	12,53	1,05	4,69	22,01	37,46	5,50
FLESSIONE LOMBARE	20	0	-3,02	1,87	8,38	70,30	-277,18	-15,00

Tabella 3.15 Variabili età, altezza, peso, frequenza allenamento, ore di gioco, passato calcistico e batteria di test somministrata al gruppo post-puberale (N=20).

Nei prossimi paragrafi verranno presentati dei confronti in termini descrittivi tra le medie e le deviazioni standard dei dati.

Questi si svilupperanno INTRA o INTER soggetto. Nel primo caso (INTRA) l'analisi si svolge all'interno di un gruppo mentre nel secondo caso (INTER) il confronto si manifesta tra due gruppi.

3.5.1 Valori fisiologici da letteratura: confronto Medie

Movimento	Valori di riferimento	Pre-puberali		Post-puberali	
		Dx	Sx	Dx	Sx
Dorsiflessione	10-12 cm				
Intrarotazione	25-30° (supino)				
Extrarotazione	30-50° (supino)				
Hamstring	71.6°				
Rotazione	Test in cm	N/a			
Flessione	0-5 cm				

Tabella 3.16 Confronto tra le medie rilevate nei gruppi pre e post-puberale e i valori di riferimento.

Nella seguente tabella INTRA soggetto troviamo un confronto tra le medie dei gruppi pre e post-puberale e i rispettivi valori di riferimento.

Queste vengono comparate con i valori fisiologici corrispondenti per ogni test.

Il colore verde è indice di coerenza tra i valori di media trovati e quelli di riferimento (standard). Il colore rosso, invece, è presente quando i valori di media ricavati dalle somministrazioni in tale studio non corrispondono a quelli di riferimento.

Notiamo come nella dorsiflessione post-puberale di sinistra, nell'intrarotazione pre-puberale di sinistra, nell'hamstring 90/90 (destra e sinistra) e nella flessione lombare (destra e sinistra) i valori di media rilevati non corrispondono ai range fisiologici dove troviamo la norma.

La rotazione toracica risulta N/a (non disponibile) non disponendo di un valore normale della popolazione specifico per il test somministrato.

La media rappresenta, però, un valore parziale: per svolgere delle considerazioni più globali è necessario affiancare alle nostre medie un range dato dalla deviazione standard. Nel successivo sottocapitolo 3.5.2, verrà dunque presentato un confronto tenendo in considerazione anche le medie standard.

3.5.2 Valori fisiologici da letteratura: Ranges (media±SD)

Movimento	Valori di riferimento	Pre-puberale		Post-puberale	
		Dx	Sx	Dx	Sx
Dorsiflessione	10-12 cm	11.14±3.60	10.96±3.60	11.78±3.19	12.58±3.19
Intrarotazione	25-30° (supino)	29.64±4.57	31.79±3.36	27.95±5.61	28.40±4.69
Extrarotazione	30-50° (supino)	44.50±5.02	48.50±5.92	40.75±4.72	42.00±4.41
Hamstring	71.6°	44.86±5.65	51.14±4.28	41.25±8.43	45.25±7.61
Rotazione	Test in cm	N/a			
Flessione	0-5 cm	-11.50±6.80		-3.02±8.38	

Tabella 3.17 Confronto tra i ranges (media±SD) rilevati nei gruppi pre e post-puberale e i valori di riferimento.

Nella seguente tabella INTRA soggetto troviamo un confronto dei ranges (media±SD) dei gruppi pre e post-puberale relativi ai seguenti test: Dorsiflessione,

Intrarotazione e Extrarotazione anca, Hamstring 90/90, Rotazione toracica e Flessione lombare.

Troviamo in rosso i ranges dei campioni che non rientrano all'interno di quelli normali del test mentre in verde quelli che rientrano nei ranges normali dei test.

Si può notare come nel momento in cui si prende in considerazione anche la deviazione standard, oltre alla media, le considerazioni riportate in tabella subiscono una forte variazione rispetto a quanto si può osservare in tabella 3.16, dove viene presa in considerazione solamente la media.

Prendere in considerazione anche la deviazione standard, oltre alla media, permette di notare come alcuni valori precedentemente considerati in linea con i ranges di riferimento (Tabella 3.16), diventano valori esterni a tali ranges (Tabella 3.17). Ciò può essere spiegato dalla presenza di outliers (valori anomali).

3.5.3 Valori fisiologici da letteratura: Dx o SX in relazione alla gamba dominante

Movimento	V. di riferimento	Pre-puberale				Post-puberale			
		Dx		Sx		Dx		Sx	
Dorsiflessione	10-12 cm	11.14±3.60	+++	10.96±3.60		11.78±3.19		12.58±3.19	+++
Intrarotazione	25-30°	29.64±4.57		31.79±3.36	+++	27.95±5.61		28.40±4.69	+++
Extrarotazione	30-50°	44.50±5.02		48.50±5.92	+++	40.75±4.72		42.00±4.41	+++
Hamstring	71.6°	44.86±5.65		51.14±4.28	+++	41.25±8.43		45.25±7.61	+++
Rotazione	Test in cm	N/a							
Flessione	0-5 cm	-11.50±6.80				-3.02±8.38 - - -			

Tabella 3.18 Confronto ranges gamba destra con ranges gamba sinistra

Nella seguente tabella INTRA soggetto troviamo un confronto dei valori dei gruppi pre e post puberali tra i valori di range rilevati a destra e quelli rilevati a sinistra.

I segni +++ nei rettangoli verdi sono localizzati a destra o a sinistra in base a dove si trova il valore maggiore del test in questione.

Notiamo come nel gruppo prepuberale la dorsiflessione risulta maggiore per quanto riguarda la gamba destra mentre per la restante parte dei test sia pre che post puberale il lato sinistro risulta sempre quello con valori maggiori.

Si deduce, dunque, che mediamente le articolazioni degli arti inferiori siano più mobili a sinistra rispetto che a destra

3.5.4 Valori fisiologici da letteratura: Pre-post (nelle medie)

Movimento	V. di riferimento	Pre-puberale				Post-puberale			
		Dx		Sx		Dx		Sx	
Dorsiflessione	10-12 cm	11.14±3.60		10.96±3.60		11.78±3.19	+++	12.58±3.19	+++
Intrarotazione	25-30°	29.64±4.57		31.79±3.36		27.95±5.61		28.40±4.69	-
Extrarotazione	30-50°	44.50±5.02		48.50±5.92		40.75±4.72	-	42.00±4.41	-
Hamstring	71.6°	44.86±5.65		51.14±4.28		41.25±8.43	-	45.25±7.61	-
Rotazione	Test in cm	N/a							
Flessione	0-5 cm	-11.50±6.80				-3.02±8.38 - - -			

Tabella 3.19 confronto ranges pre-puberale con ranges post-puberale.

Nella seguente tabella INTER soggetto vengono comparati i range (media±SD) dei due campioni in considerazione (pre e post puberale).

Troviamo indicati con i segni +++ nelle caselle colorate di verde i ranges maggiori nei post-puberale rispetto ai pre-puberale. Con il segno - - - nelle caselle colorate di rosso troviamo invece i ranges che risultano minori nel gruppo dei post-puberale rispetto a quello dei pre-puberale.

Osservando la tabella 3.19, si nota come soggetti più adulti riportano per il test Dorsiflessione punteggi maggiori rispetto al gruppo pre-puberale, evidenziando, maggiore mobilità.. Diversamente, per quanto riguarda gli altri test somministrati

(Intrarotazione ed Extrarotazione anca, Hamstring 90/90 e Flessione lombare) i soggetti più giovani appartenenti al gruppo pre-puberale, riportano punteggi maggiori rispetto al gruppo post-puberale. Ciò indica che i soggetti appartenenti al gruppo pre-puberale evidenziano una maggiore mobilità rispetto ai soggetti appartenenti al gruppo post-puberale.

SI deduce, dunque, che con la crescita il livello di rigidità articolare aumenta.

3.6 Confronto attraverso t-Test

Giungiamo dunque al quesito di ricerca: la rigidità articolare è già presente a queste età?

Per rispondere al quesito andiamo a svolgere un t-Test. Questo test prevede che il campione non abbia una numerosità inferiore a 30; per questo andiamo ad unire i nostri 2 campioni in un unico campione con numerosità pari a 34.

Quindi: $n > 30$ ($N=34$), per il teorema del limite centrale l'assunzione di normalità è valida per l'applicazione del test statistico.

Andiamo dunque a stilare un sistema di ipotesi:

- **Ipotesi neutra (H0):** i parametri della popolazione dello studio ($N=34$) sono maggiori o uguali ai valori fisiologici;
- **Ipotesi alternativa (H1):** i parametri della popolazione dello studio ($N=34$) sono minori rispetto al valore fisiologico.

Lo scopo della ricerca è quello di andare a confermare dove sia possibile l'ipotesi alternativa e cioè quella che porta un cambiamento.

✓ one-tail (or left-tail) test:

$$\begin{cases} H_0 : \text{population parameter} \geq \text{claimed value} \\ H_1 : \text{population parameter} < \text{claimed value} \end{cases}$$

La mia teoria di rigidità
Valore fisiologico

Immagine 3.1 sistema di ipotesi del t-Test

Dopo aver impostato il sistema di ipotesi che si può osservare nell'Immagine 3.1, è stato preso in considerazione il limite inferiore di ogni range (ad esempio per la dorsiflessione la letteratura indica un range di 10-12 cm, come si può osservare in Tabella 2.5; come valore di riferimento viene utilizzato il limite inferiore pari a 10 cm).

3.6.1 One sample t-Test

Inserendo i dati statistici sul programma “*Minitab*” rileviamo i p-value.

Inseriamo inizialmente un livello di significatività pari al 95%.

Per avere significatività e dunque poter accettare H1 (ipotesi alternativa), i valori dei p-value devono essere minori di 0.05.

In Tabella 3.20 vengono riportati i p-value relativi ai diversi test.

Movimento	Valori di riferimento	Pre-puberale + post-puberale	
		Dx	Sx
Dorsiflessione	10 cm	0.994	0.999
Intrarotazione anca	25°	1	1
Extrarotazione anca	30°	1	1
Hamstring 90/90	71.6°	0	0
Rotazione toracica	Testi in cm	N/a	
Flessione lombare	0 cm	0	

Tabella 3.20 Valori dei p-value relativi ai diversi test (p-value < 0.05; 95% livello di significatività).

Questa situazione si manifesta per quanto riguarda il test Hamstring 90/90 e Flessione lombare (evidenziati in rosso). Il valore ottenuto è infatti zero (minore di 0.05).

Questo primo esito ci permette di affermare con un livello di significatività pari al 95% che i valori ottenuti in tale studio, per quanto riguarda i test Hamstring 90/90

e Flessione lombare risultano significativamente inferiori rispetto ai rispettivi valori fisiologici indicati dalla letteratura.

Un'ulteriore analisi è stata svolta ripetendo le stesse operazioni che si possono osservare in Tabella 3.20, ma applicando un livello di significatività pari al 99%. Ponendo questo livello di significatività possiamo avere maggiore confidenza nella determinazione della significatività.

Applicando un livello di significatività pari al 99% per poter accettare la H1 (ipotesi alternativa), i p-value rilevati devono essere minori di 0.01.

Movimento	Valori di riferimento	Pre-puberale + post-puberale	
		Dx	Sx
Dorsiflessione	10 cm	-	
Intrarotazione anca	25°		
Extrarotazione anca	30°		
Hamstring 90/90	71.6°	0	0
Rotazione toracica	Testi in cm	N/a	
Flessione lombare	0 cm	0	

Tabella 3.21 Valore dei p-value relativi ai test hamstring 90/90 e Flessione lombare. (p-value < 0.01; 99% livello di significatività)

In Tabella 3.21 si può notare come il test Hamstring 90/90 e Flessione lombare, avendo un p-value pari a 0, risultano significativi anche con un livello di significatività pari al 99%.

Quest'ultimo dato emerso è indice di una significatività molto forte.

Capitolo quarto

Conclusioni

Nel seguente capitolo troviamo le conclusioni dei dati raccolti durante lo studio. Inizialmente sarà esposto il commento dei risultati della ricerca presenti nel capitolo precedente: si andranno a commentare i dati emersi dalle statistiche descrittive e dai t-Test.

In conclusione verranno proposti alcuni esercizi specifici che vogliono andare ad integrare l'allenamento tradizionale giovanile a seguito delle evidenze emerse.

4.1 Conclusioni della statistica descrittiva

In un primo confronto tra le medie dei campioni e i ranges fisiologici notiamo come nella dorsiflessione di caviglia, iperestensione ginocchio, intra-rotazione e extrarotazione di anca e rotazione toracica i valori emersi rientrano all'interno dei ranges fisiologici.

Questo avviene sia nel gruppo pre-puberale che nel gruppo post-puberale.

Per quanto riguarda invece gli ischio-crurali (Hamstring 90/90) e la flessione lombare i valori medi non rispecchiano i valori fisiologici medi.

Troviamo quindi la maggior parte degli squilibri collocati su di un piano sagittale piuttosto che rotazionale. I dati suggeriscono quindi che la componente rotazionale non sia più di tanto coinvolta nelle limitazioni articolari.

Facendo un'analisi attraverso i ranges (media \pm SD) osserviamo come si uniscono ai valori "discordanti" (non contenuti nei ranges fisiologici) dell'analisi precedente tanti altri valori. Questo evidenzia la presenza di outliers (valori anormali).

Per quanto riguarda invece il confronto gamba destra-gamba sinistra notiamo generalmente una maggior mobilità a sinistra.

In un confronto INTER soggetto possiamo osservare come la rigidità generalmente aumenti con la crescita. Infatti le articolazioni di anca, ginocchio e colonna vertebrale diminuiscono di mobilità nel gruppo più adulto. La dorsiflessione di caviglia sembra invece aumentare di mobilità con la crescita.

4.2 Conclusioni t-Test

Nell'analisi statistica attraverso il t-Test possiamo concludere che il nostro quesito di ricerca è confermato per i test Hamstring 90/90 e Flessione lombare.

Ciò avviene per entrambi i livelli di significatività indagati (95-99%), come si può osservare in Tabella 4.1.

Movimento	95%	99%
Hamstring 90/90	*	*
Flessione Lombare	*	*

Tabella 4.1 Significatività rilevate attraverso lo studio.

Possiamo dunque giungere alla conclusione che i soggetti dell'analisi risultano significativamente più rigidi rispetto ai valori fisiologici per quanto riguarda il distretto muscolare degli hamstring (Hamstring 90/90) e la zona lombare (Flessione lombare).

4.3 Proposte di integrazione dell'allenamento

In seguito alle evidenze emerse dall'analisi dei dati possiamo giungere ad alcune proposte che integrano l'allenamento dei giovani calciatori. Sarebbe necessario integrare i protocolli di allenamento con alcuni esercizi specifici per i seguenti distretti e esercizi che agiscono sulla base della continuità miofasciale.

Per quanto riguarda gli hamstring si propongono i seguenti esercizi:

Hamstring supini con elastico

L'occorrente per il seguente esercizio è un elastico/laccio/stringa. Ci posizioniamo a terra supini. La gamba che non lavora rimane stesa a terra.

Flettiamo l'anca e il ginocchio della gamba attiva. Afferriamo le due estremità dell'elastico con le mani e posizioniamo la parte centrale di quest'ultimo sulla pianta del piede in posizione leggermente anteriore. Andiamo così, con l'aiuto degli arti superiori, a trazione verso di noi l'elastico accentuando la flessione d'anca.

In questo modo andremo a lavorare in modo specifico sui muscoli ischio-crurali (semitendinoso, semimembranoso e bicipite femorale). Il ginocchio lo manteniamo flesso per impedire il contributo del gastrocnemio nell'esercizio. Se invece vogliamo coinvolgere quest'ultimo lavoreremo a gamba tesa.

Il vantaggio del seguente esercizio riguarda in primo luogo la posizione supina: questa ci permette infatti di mantenere le curve fisiologiche del rachide o addirittura di accentuare l'antiversione di bacino rendendo l'esercizio ancora più intenso. Inoltre la stessa posizione supina permette di ridurre gli eventuali compensi che si potrebbero creare. In secondo luogo l'esercizio permette di isolare il distretto interessato e di lavorare solo a quel livello.



Immagine 4.1 Hamstring supini con elastico.

Prima squadra Mezieres

I muscoli si congiungono tra loro come anelli di una stessa catena; per questo risulta importante lavorare oltre che sul distretto specifico anche a livello fasciale.

La prima squadra di Mezieres ci permette proprio di lavorare sulla catena posteriore.

Ci posizioniamo a terra supini con le gambe su di una parete formando così una squadra; il tronco e le gambe formeranno quindi circa 90° tra loro. Per mantenere la postura corretta è fondamentale tenere conto di alcuni elementi.

Prima di tutto dobbiamo rilassare la mandibola e il collo riducendo così la tensione a livello cervicale. Manteniamo le mani lungo i fianchi. Il rachide deve entrare in contatto con la superficie sottostante attraverso 3 punti: occipite, zona dorsale e osso sacro.

Il bacino va mantenuto in leggera antiversione in modo da accentuare il lavoro sui muscoli posteriori della gamba. Le gambe devono essere parallele tra loro e i piedi piatti e con le punte rivolte verso il volto. In questo modo andremo a lavorare sulla catena posteriore; in particolare modo quella degli arti inferiori. Anche in questo caso la posizione supina ci permette di ridurre i compensi svolgendo uno stretching globale.



Immagine 4.2 Prima squadra Mezieres

Per quanto riguarda la zona lombare si propongono i seguenti esercizi:

Allungamento quadrato dei lombi

Il muscolo quadrato dei lombi risulta fondamentale a livello lombare per le numerose azioni che svolge tra cui: inclinazione laterale pelvi e colonna.

L'allungamento di quest'ultimo è infatti importantissimo per mantenere un'adeguata mobilità lombare.

Nel seguente esercizio ci posizioniamo supini a terra. Pieghiamo le ginocchia e le lasciamo cadere da un lato. L'anca è flessa circa a 90°; più la flettiamo maggiore sarà il lavoro di allungamento del muscolo.

Manteniamo le braccia perpendicolari rispetto al tronco e con i palmi rivolti verso il soffitto.

Compiamo una leggera retroversione (controllo) del bacino in modo da appiattire il più possibile il tratto lombare. Manteniamo la posizione raggiunta cercando di respirare con il diaframma. Ripetiamo l'esercizio dall'altro lato.

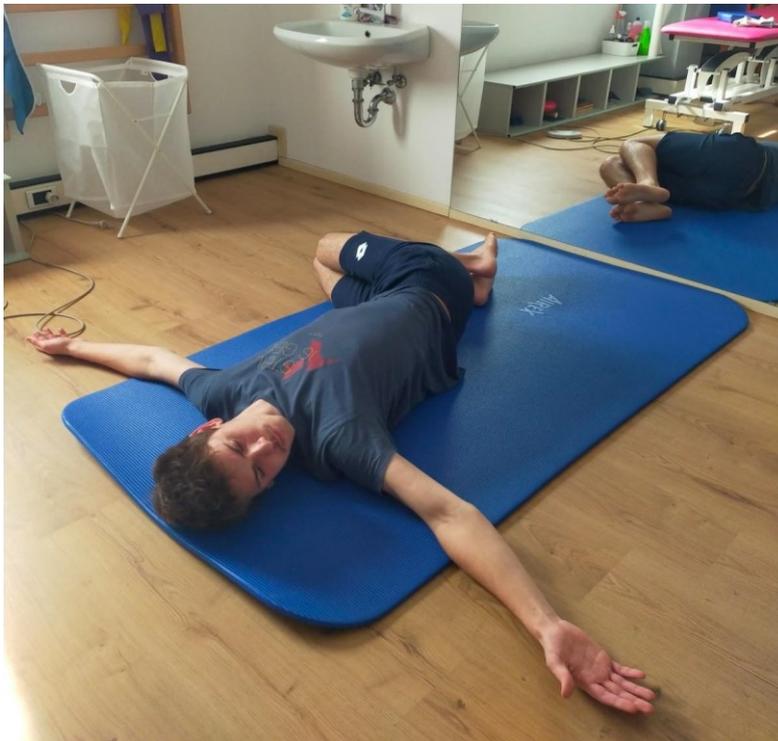


Immagine 4.3 Allungamento quadrato dei lombi

Allungamento piriforme

Il piriforme è un muscolo piccolo, ma molto potente. Se esageratamente contratto può condurre ad una irritazione del nervo sciatico. In generale un allungamento non adeguato del piriforme può irrigidire la zona lombare. L'esercizio per lo stretching del piriforme si svolge da supino con le gambe piegate. Andiamo ad incrociare una gamba sull'altra e con le mani "abbracciamo" la coscia dell'arto passivo portando il ginocchio verso il petto.

Manteniamo la posizione dopodichè ripetiamo l'esercizio per l'altra gamba.



Immagine 4.4 Allungamento piriforme

Gatto-cammello

L'esercizio proposto mira al miglioramento della mobilità del rachide lavorando sulle catene.

Ci si posiziona in quadrupedia con le mani allo stesso livello delle spalle e le ginocchia allo stesso livello delle anche. Dalla seguente posizione si compie una inspirazione e si incurva la schiena con lo sguardo rivolto verso le ginocchia.

Successivamente si espira inarcando la schiena con lo sguardo rivolto verso il soffitto.

L'esercizio è quindi dinamico. Si cerca infatti di enfatizzare la cifosi dorsale e la lordosi lombare per mobilizzare il tratto per una mobilizzazione generale della colonna.

In tutta l'esecuzione dell'esercizio le braccia rimangono estese (i gomiti non si flettono) e il bacino rimane all'altezza delle ginocchia.

Il numero di serie e ripetizioni è chiaramente soggettivo. Si suggeriscono generalmente 10 ripetizioni per 3 serie.

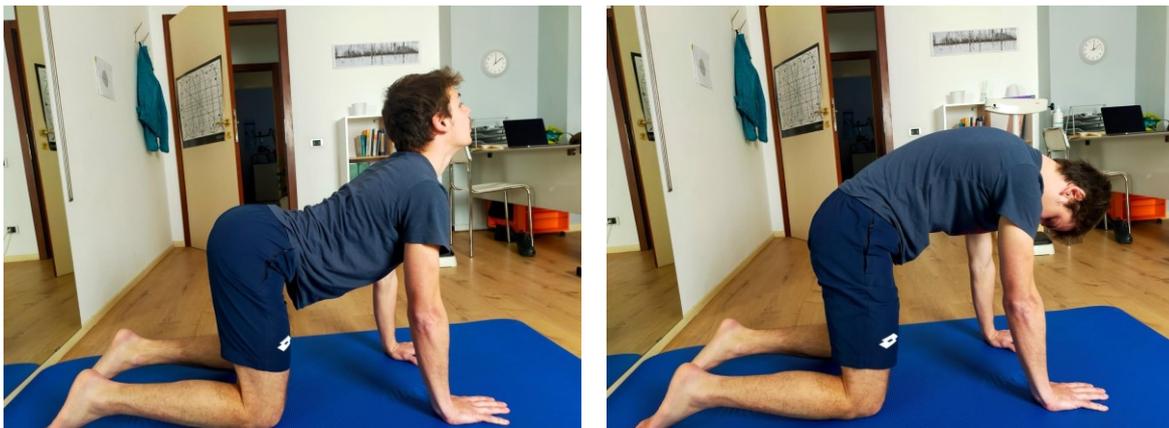


Immagine 4.5 Fasi dell'esercizio Gatto-cammello

Bibliografia

1. Armstrong N, McManus AM (eds): The Elite Young Athlete. Med Sport Sci. Basel, Karger, 2011, vol 56, pp 187–200 (2014)
2. Bauer, J. A., Thomas, T. S., Cauraugh, J. H., Kaminski, T. W., & Hass, C. J. (2001). Impact forces and neck muscle activity in heading by collegiate female soccer players. *Journal of sports sciences*, 19(3), 171-179.
3. Chisholm, M. D., Birmingham, T. B., Brown, J., MacDermid, J., & Chesworth, B. M. (2012). Reliability and validity of a weight-bearing measure of ankle dorsiflexion range of motion. *Physiotherapy Canada*, 64(4), 347-355.
4. D'Onofrio, R. (2015). Indagine epidemiologica delle lesioni muscolari nel calcio: analisi retroattiva della letteratura internazionale [Epidemiological investigation of muscle injuries in football. Retrospective analysis of the international literature]. *Ital J Sports Rehabil Posturol*, 2(4), 345-2367.
5. Davis, D. S., Quinn, R. O., Whiteman, C. T., Williams, J. D., & Young, C. R. (2008). Concurrent validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 583-588.
6. DeProft, E., Clarys, J. P., Bollens, E., Cabri, J., & Dufour, W. (1988). Muscle activity in the soccer kick. *Reilly T, Lees A, Davis K*, 16.
7. Domingues, M. (2013). Osgood Schlatter's disease - A burst in young football players.
8. Esposito, G., Ceruso, R., & D'Isanto, T. (2019). Evaluation of some quantitative aspects in the young soccer players training process during puberty. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 1777-1783.
9. Fascia in Sport and Movement , Robert schleip, Amanda Baker, Joanne Avison, Leon Chaitow, Stefan Dennenmoser (2015) .

10. Grazette, N., McAllister, S., Ong, C. W., Sunderland, C., Nevill, M. E., & Morris, J. G. (2020). Reliability of a musculoskeletal profiling test battery in elite academy soccer players.
11. Hamner, S. R., Seth, A., & Delp, S. L. (2010). Muscle contributions to propulsion and support during running. *Journal of biomechanics*, 43(14), 2709-2716.
12. Hyman, J., & Rodeo, S. A. (2000). Injury and repair of tendons and ligaments. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 11(2), 267-288.
13. Kendall, F. P., McCreary, E., Provance, P. G., Crosby, R. W., Andrews (Peter J.), Krause, C. C., ... & Bertoja, R. (2002). *I muscoli: funzioni e test: con postura e dolore*. Verduci.
14. Llurda Almuzara, L., Pérez Bellmunt, A., López de Celis, C., Aiguadé Aiguadé, R., Casasayas, O., Navarro, R., ... & Ortiz-Miguel, S. (2019). Clinical characteristics in U19 elite soccer players, implications on injury prevention. *Journal of Sports Sciences*, 2019, vol. 7, núm. 3, p. 6-15.
15. Luigi Stecco, *Manipolazione della fascia. Per il trattamento delle affezioni muscoloscheletriche*.
16. Peeler, J., & Anderson, J. E. (2007). Reliability of the Thomas test for assessing range of motion about the hip. *Physical Therapy in Sport*, 8(1), 14-21.
17. Sanz, A., Pablos, C., Ballester, R., Sánchez-Alarcos, J. V., & Huertas, F. (2020). Range of motion and injury occurrence in elite spanish soccer academies. Not only a hamstring shortening—related problem. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(7), 1924-1932.
18. Scaramussa, K., de Castro, J. V., & Gomes, J. L. E. (2018). Does decrease in hip range of motion interfere in frontal plane leg alignment in teenage

soccer players?. *European Journal of Orthopedic Surgery & Traumatology*, 28(3), 477-483.

19. Schleip, Robert; Müller, Divo Gitta (2013). Training principles for fascial connective tissues: Scientific foundation and suggested practical applications. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*,
20. Schot, P., Dart, J., & Schuh, M. (1995). Biomechanical analysis of two change-of-direction maneuvers while running. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 22(6), 254–258.
21. Sporis, G., Vucetic, V., Jovanovic, M., Jukic, I., & Omrcen, D. (2011). Reliability and factorial validity of flexibility tests for team sports. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 1168-1176.
22. Stolen, T., Chamari, K., & Castagna, C. (2005). Fisiologia del calcio: un aggiornamento. *Sports Med*, 35, 501-36.
23. Strøyer, J., Hansen, L., & Klausen, K. L. A. U. S. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(1), 168-174.
24. Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational psychology review*, 20(2), 111–131.
25. TRITTO, B. (2018). Influenza della fatica sui fattori di rischio degli infortuni da non contatto durante la corsa con cambi di direzione.
26. Vitali, F. (2018). Benefici delle attività motorie e sportive per lo sviluppo fisico e cognitivo dei bambini (pp. 21-32). In D. Colella (a cura di), *Attività motorie, processo educativo e stili di vita in età evolutiva*.
27. Watson, A., Mjaanes, J. M., LaBella, C. R., Brooks, M. A., Canty, G., Diamond, A. B., ... & Stricker, P. R. (2019). Soccer injuries in children and adolescents. *Pediatrics*, 144(5).

28. Wood R., Sit and Reach Norms. Topend Sports,
<https://www.topendsports.com/testing/norms/sit-and-reach.htm>
29. Zauner, C. W., Maksud, M. G., & Melichna, J. (1989). Physiological considerations in training young athletes. *Sports Medicine*, 8(1), 15-31.
30. Zügel, M., Maganaris, C. N., Wilke, J., Jurkat-Rott, K., Klingler, W., Wearing, S. C., ... & Hodges, P. W. (2018). Fascial tissue research in sports medicine: from molecules to tissue adaptation, injury and diagnostics: consensus statement. *British journal of sports medicine*, 52(23), 1497-1497.

Appendice PRE-PUBERALI

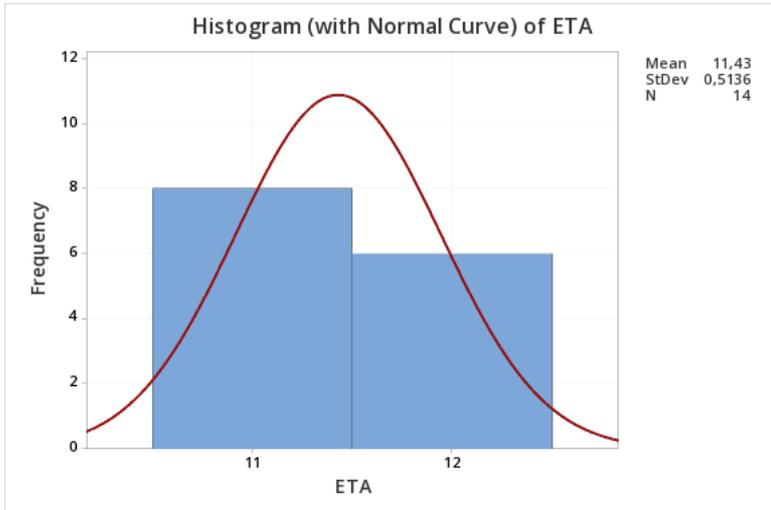
PRE-PUBERALI

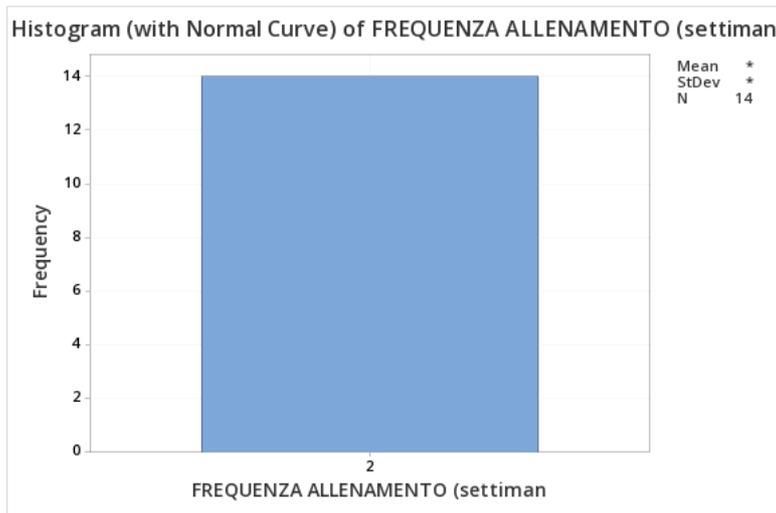
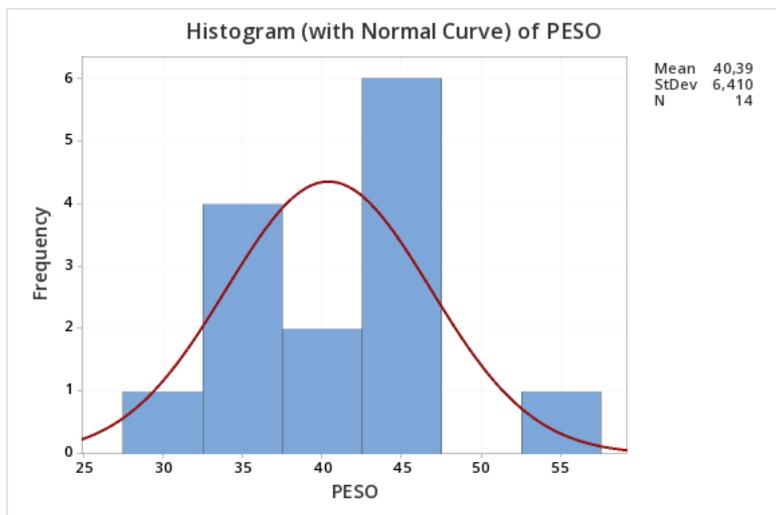
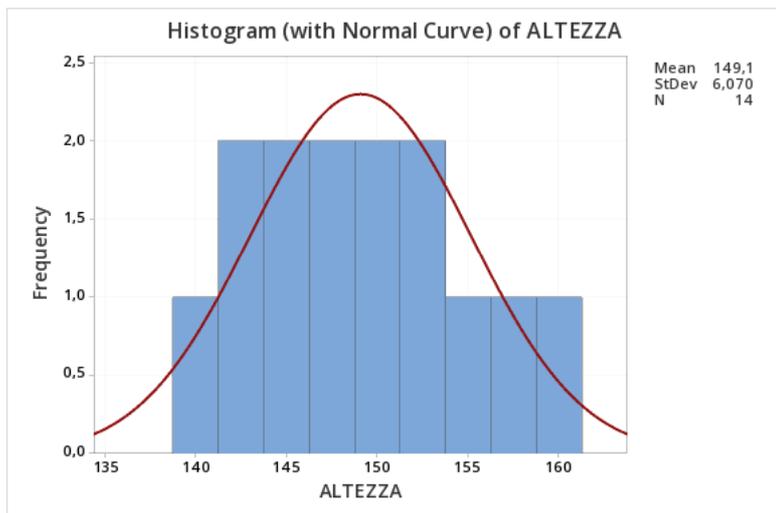
Descriptive Statistics: ETA; ALTEZZA; PESO; FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman; ORE DI GIOCO (settimanale); PAS

Statistics

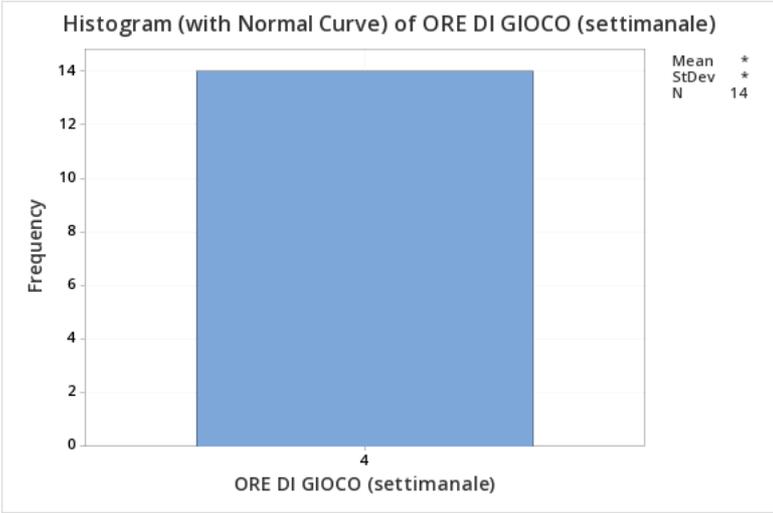
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Variance	CoefVar	Minimum
ETA	14	0	11,429	0,137	0,514	0,264	4,49	11,000
ALTEZZA	14	0	149,07	1,62	6,07	36,84	4,07	140,00
PESO	14	0	40,39	1,71	6,41	41,08	15,87	28,00
FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman	14	0	2,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	2,0000
ORE DI GIOCO (settimanale)	14	0	4,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	4,0000
PASSATO CALCISTICO (anni di gio	14	0	3,929	0,370	1,385	1,918	35,25	1,000
DORSIFLESSIONE dx	14	0	11,143	0,963	3,603	12,978	32,33	3,500
DORSIFLESSIONE sx	14	0	10,964	0,964	3,608	13,018	32,91	3,000
INTRAROTAZIONE anca dx	14	0	29,64	1,22	4,57	20,86	15,41	24,00
INTRAROTAZIONE anca sx	14	0	31,786	0,897	3,355	11,258	10,56	24,000
EXTRAROTAZIONE anca dx	14	0	44,50	1,34	5,02	25,19	11,28	35,00
EXTRAROTAZIONE anca sx	14	0	48,50	1,58	5,92	35,04	12,20	40,00
HAMSTRING 90/90 dx	14	0	44,86	1,51	5,65	31,98	12,61	35,00
HAMSTRING 90/90 sx	14	0	51,14	1,14	4,28	18,29	8,36	43,00
ROTAZIONE TORACICA dx	14	0	12,571	0,969	3,626	13,148	28,84	8,000
ROTAZIONE TORACICA sx	14	0	13,46	1,13	4,23	17,86	31,39	6,50
FLESSIONE LOMBARE	14	0	-11,50	1,82	6,80	46,23	-59,12	-19,00

Variable	Q1	Median	Q3	Maximum	Range
ETA	11,000	11,000	12,000	12,000	1,000
ALTEZZA	143,50	149,00	153,00	160,00	20,00
PESO	35,00	41,50	44,25	53,00	25,00
FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	0,000000
ORE DI GIOCO (settimanale)	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	0,000000
PASSATO CALCISTICO (anni di gio	3,000	4,000	5,000	6,000	5,000
DORSIFLESSIONE dx	9,750	11,500	13,625	18,000	14,500
DORSIFLESSIONE sx	8,500	11,250	14,125	16,000	13,000
INTRAROTAZIONE anca dx	25,75	30,00	32,25	40,00	16,00
INTRAROTAZIONE anca sx	30,000	32,000	35,000	36,000	12,000
EXTRAROTAZIONE anca dx	40,75	44,50	47,75	55,00	20,00
EXTRAROTAZIONE anca sx	44,50	48,50	50,75	60,00	20,00
HAMSTRING 90/90 dx	40,00	44,50	50,50	53,00	18,00
HAMSTRING 90/90 sx	49,00	52,00	54,25	57,00	14,00
ROTAZIONE TORACICA dx	8,875	13,000	15,625	19,500	11,500
ROTAZIONE TORACICA sx	11,63	12,50	16,13	21,00	14,50
FLESSIONE LOMBARE	-18,00	-13,00	-4,50	0,00	19,00

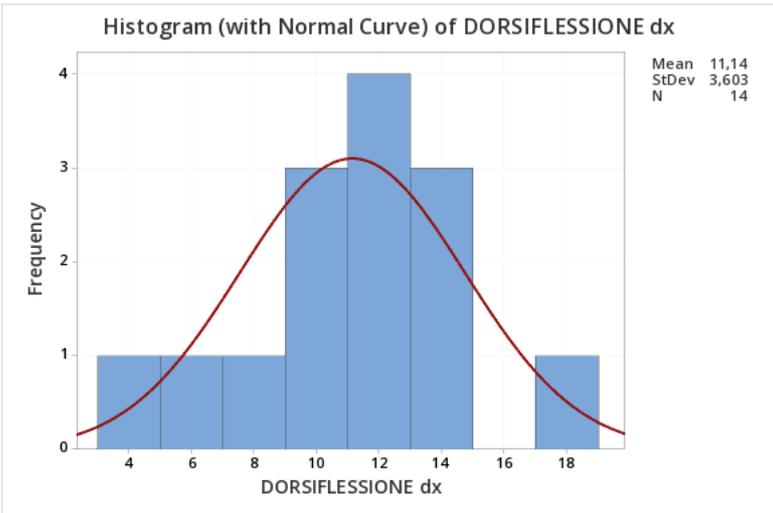
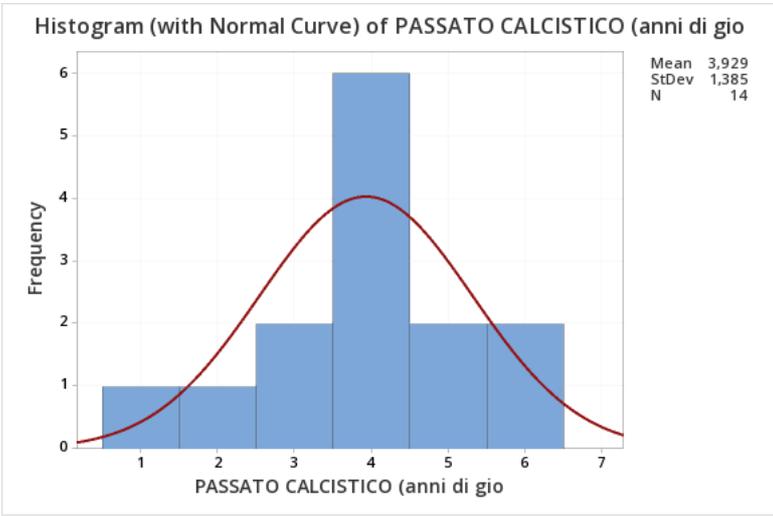


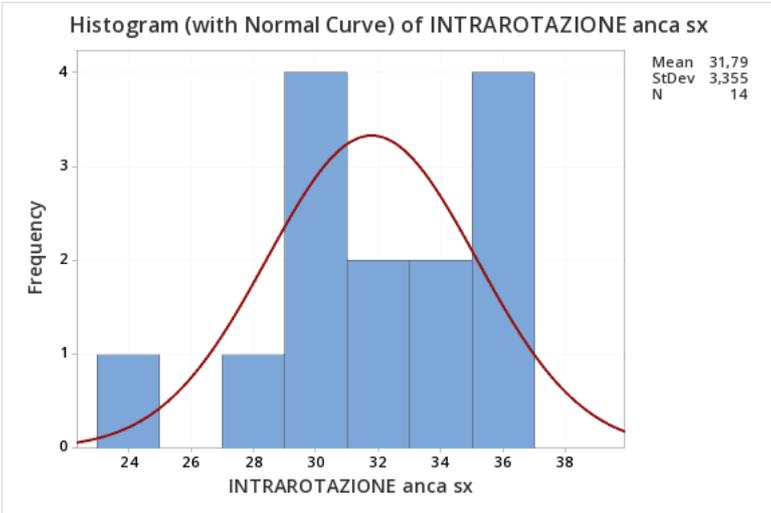
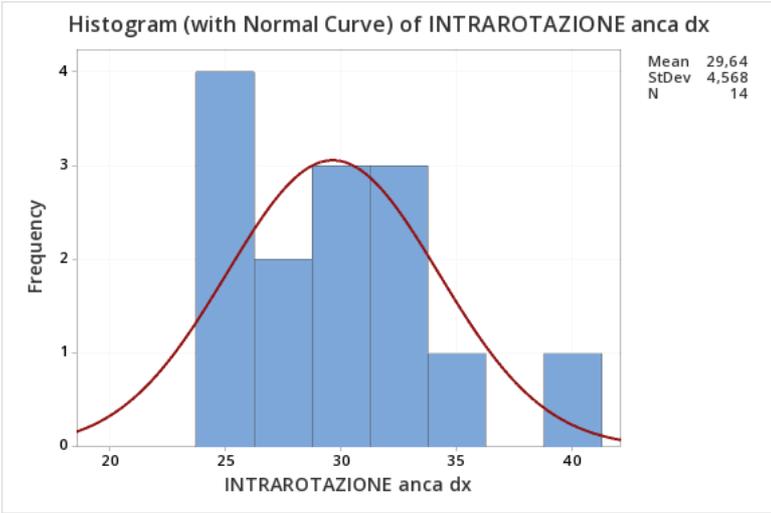
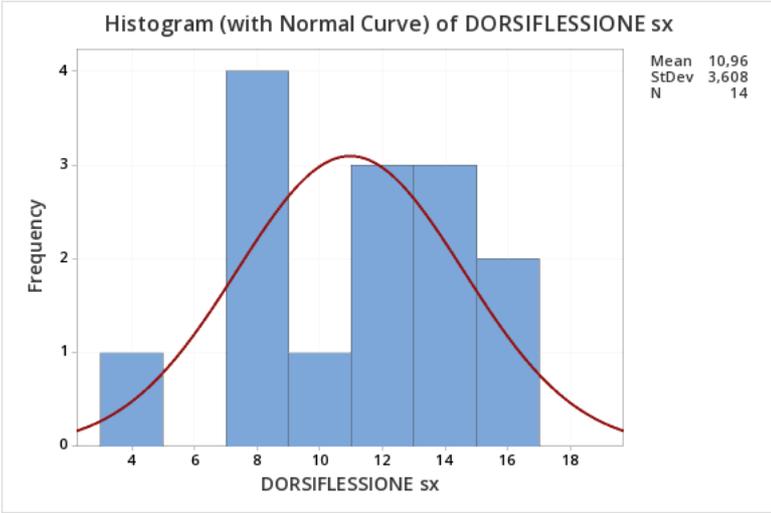


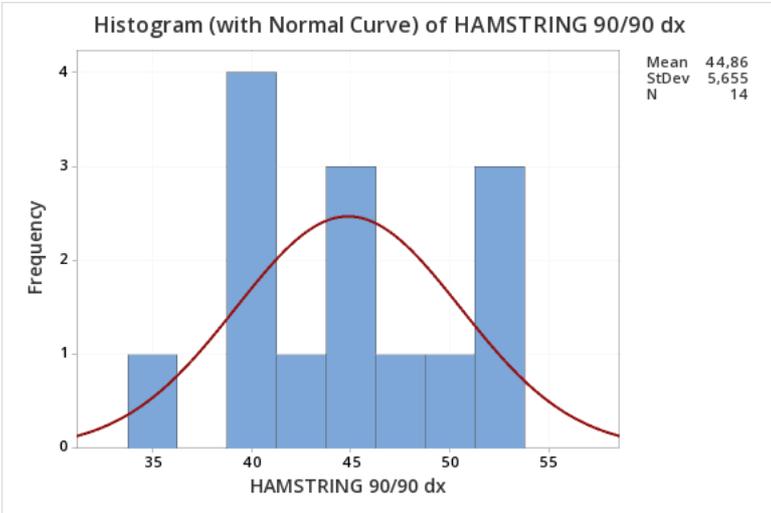
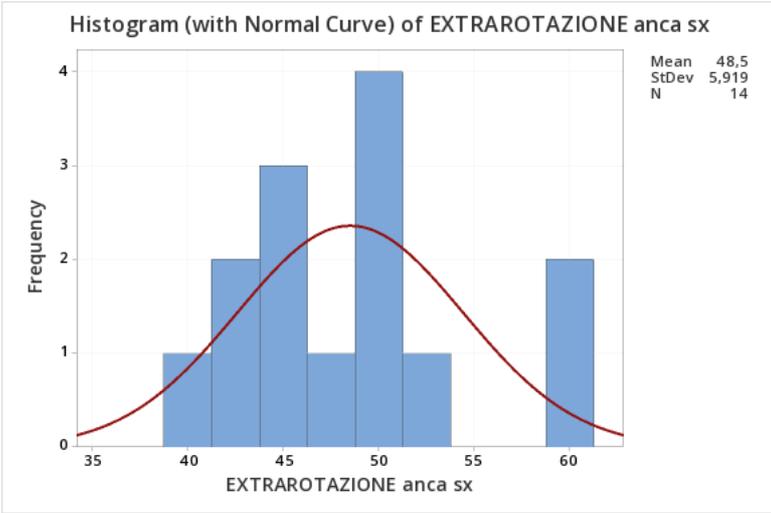
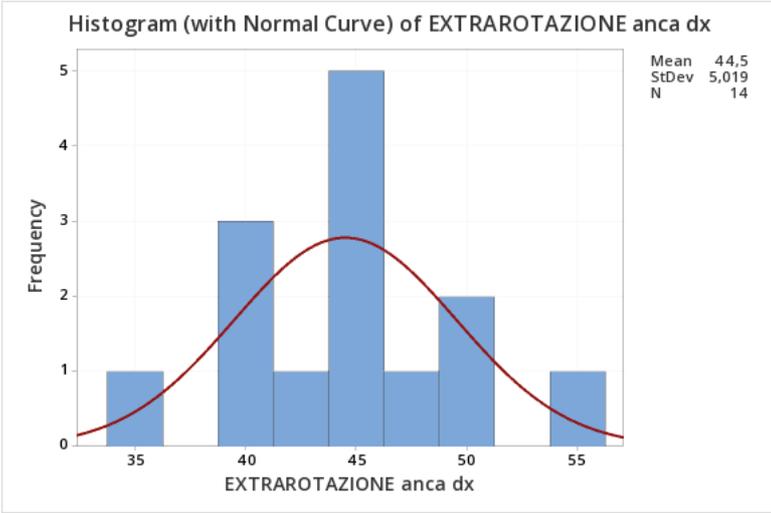
* NOTE * Distribution could not be fit. The number of distinct rows of data in FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman must be greater than or equal to the number of estimated distribution parameters.

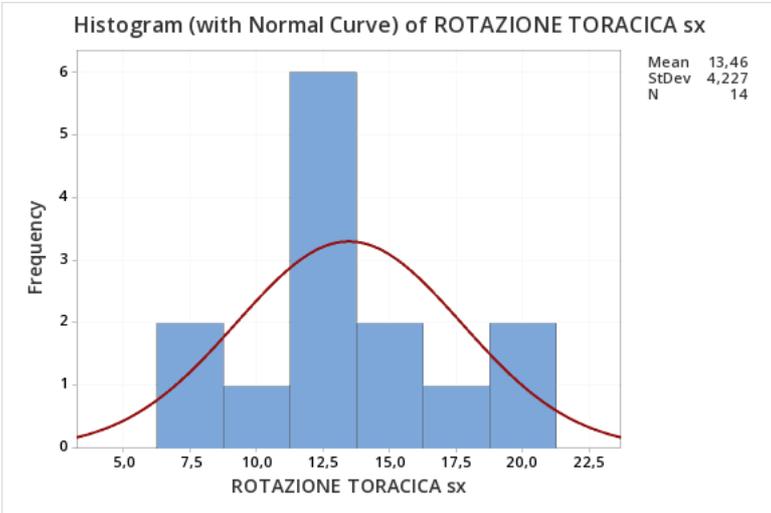
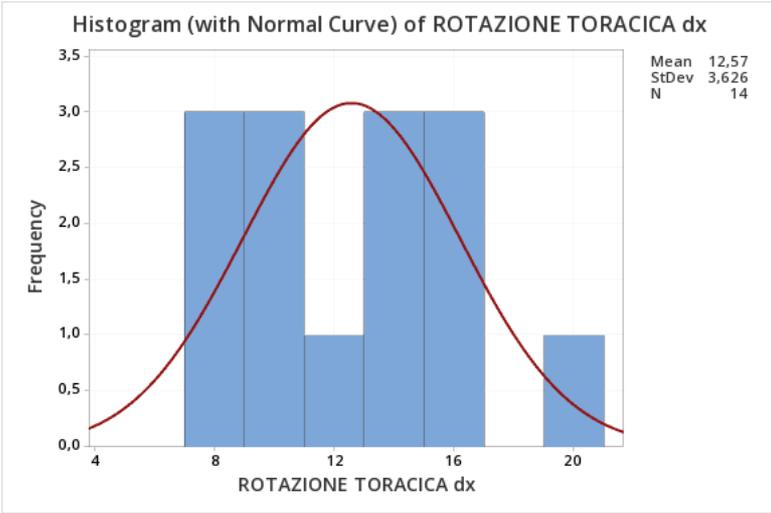
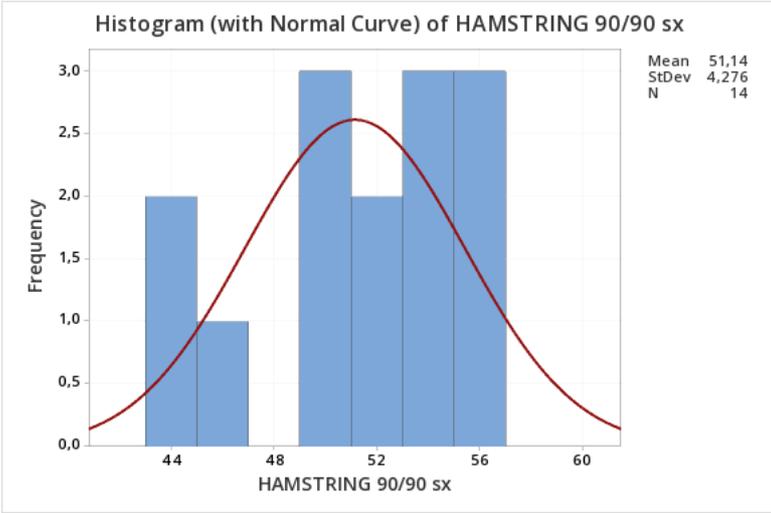


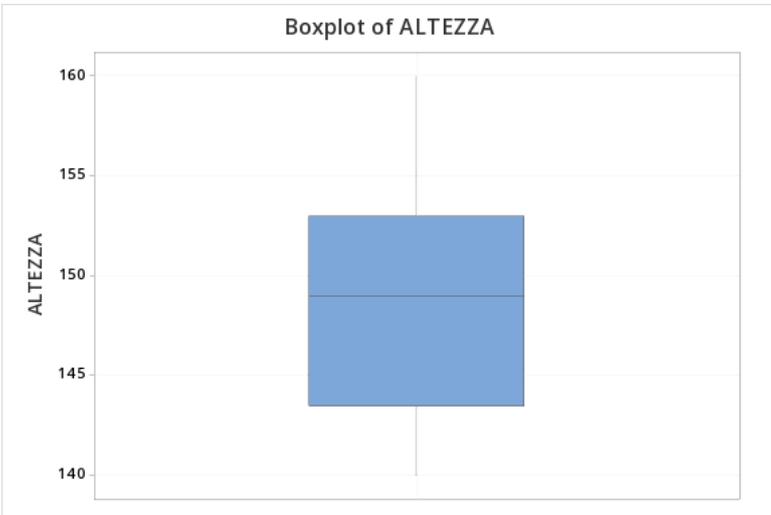
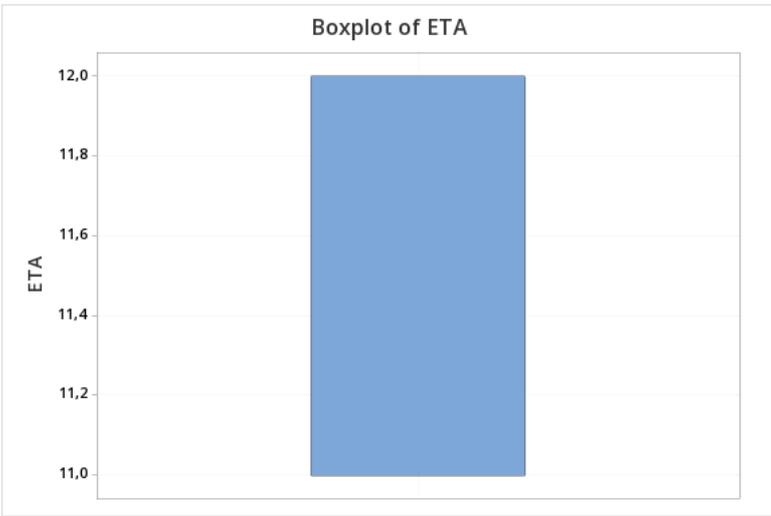
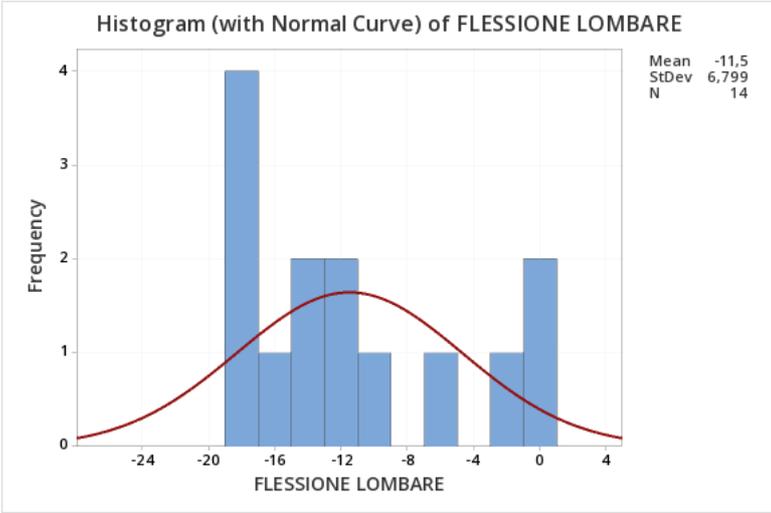
* NOTE * Distribution could not be fit. The number of distinct rows of data in ORE DI GIOCO (settimanale) must be greater than or equal to the number of estimated distribution parameters.

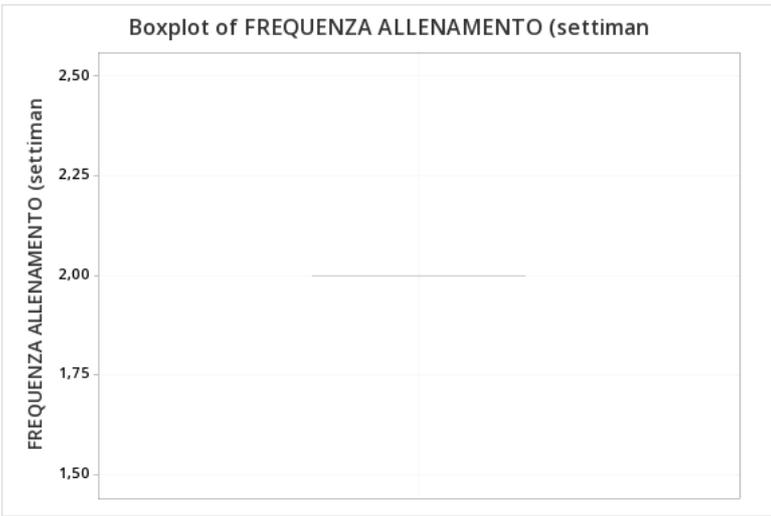
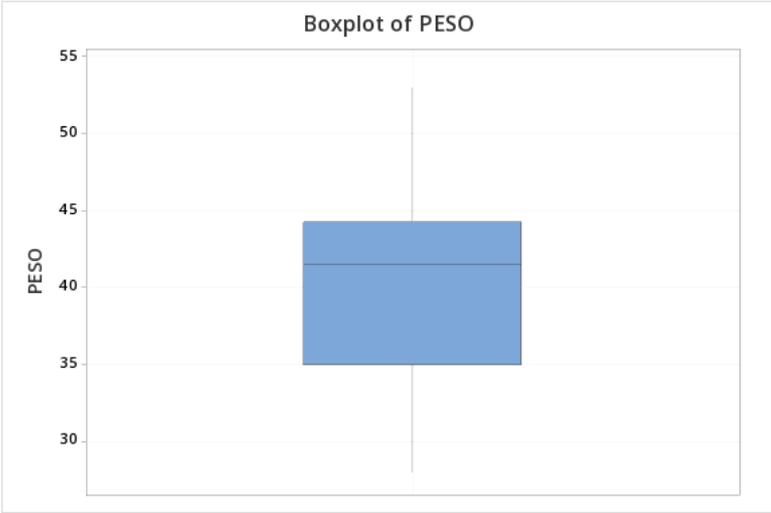


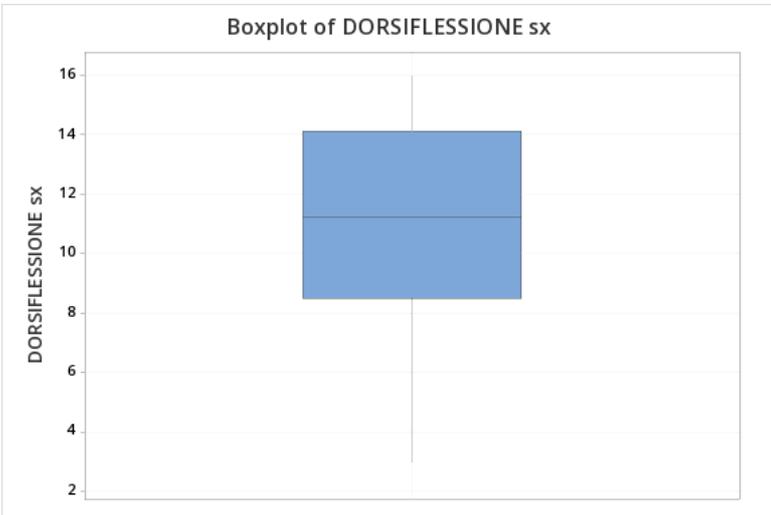
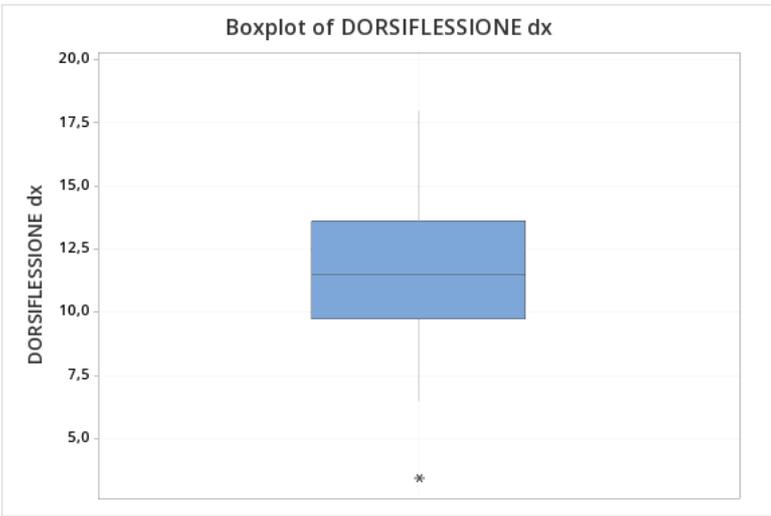
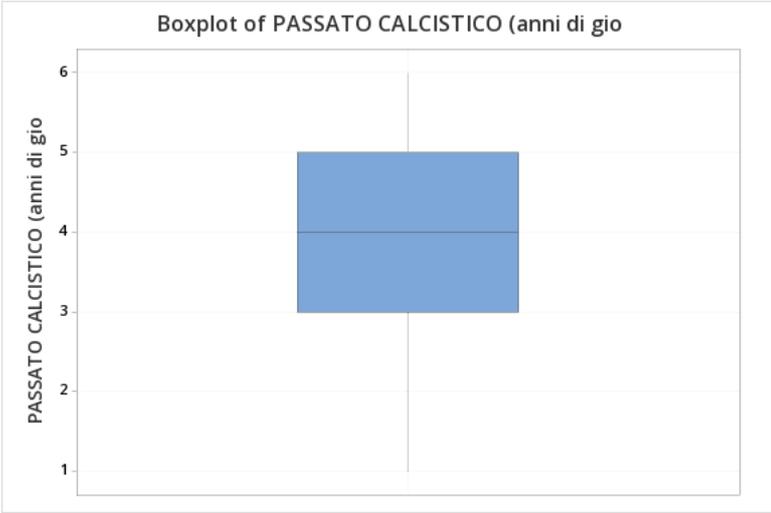


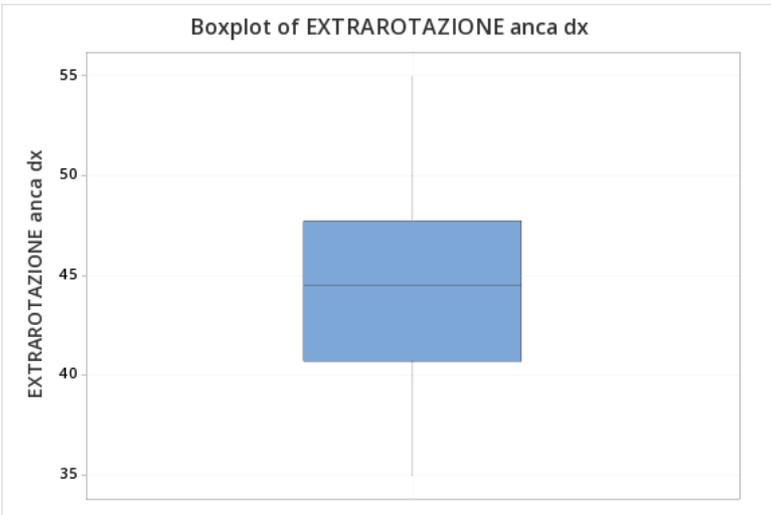
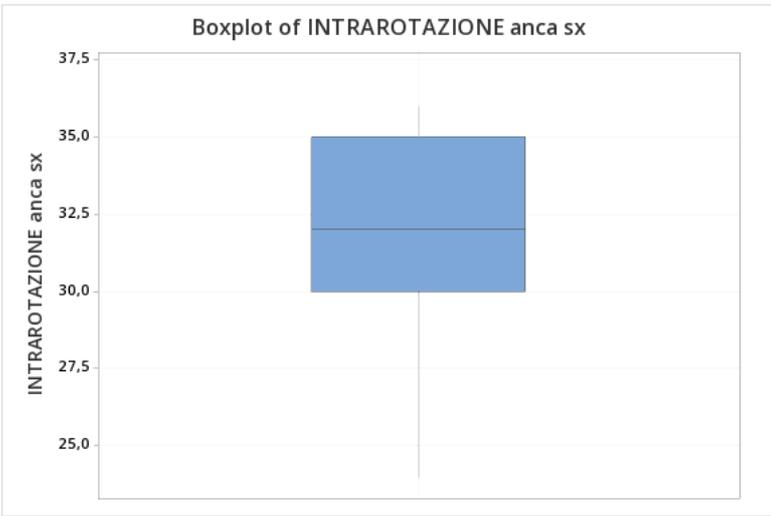
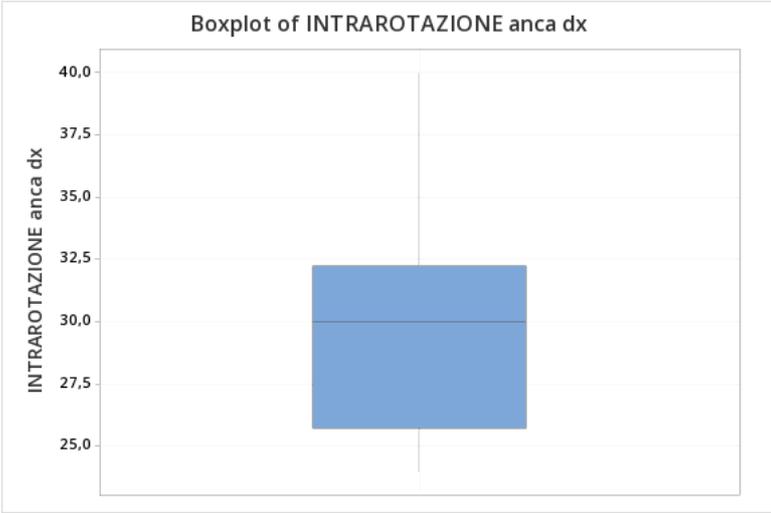


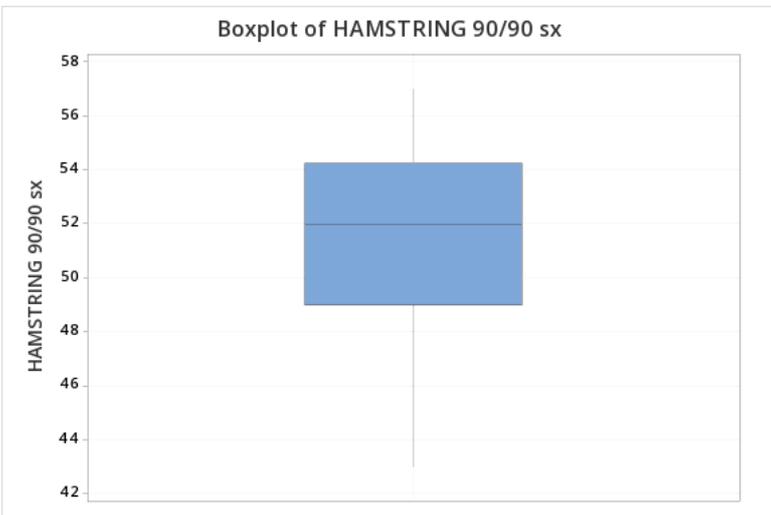
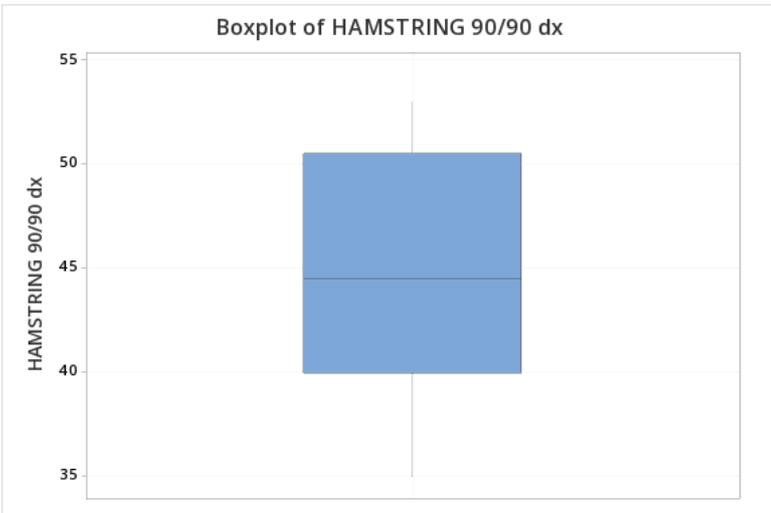
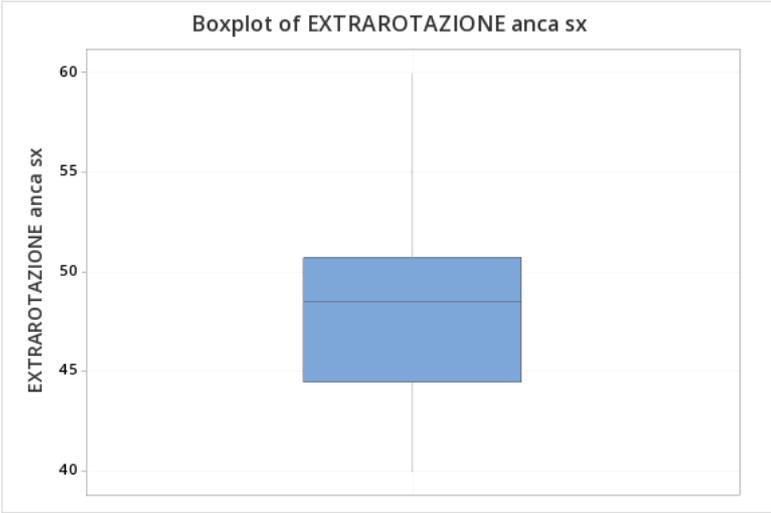


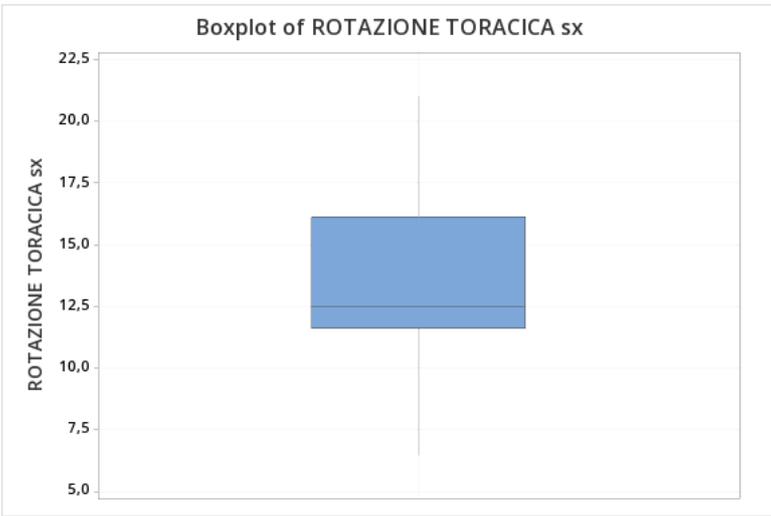
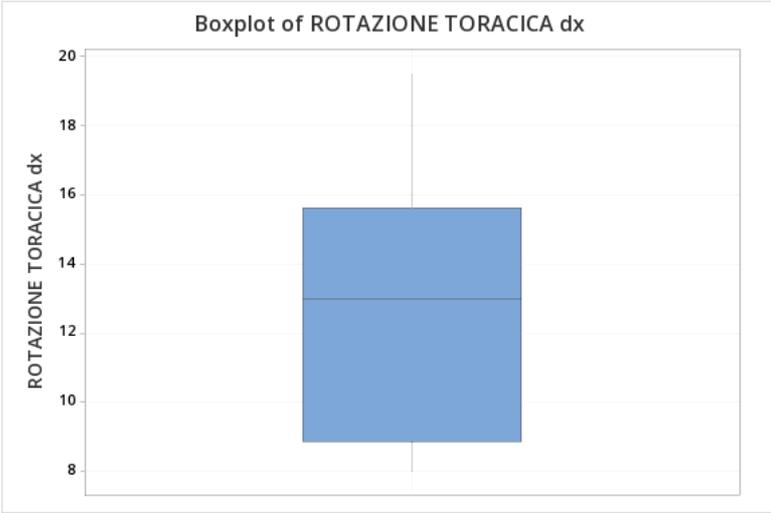












Appendice POST-PUBERALI

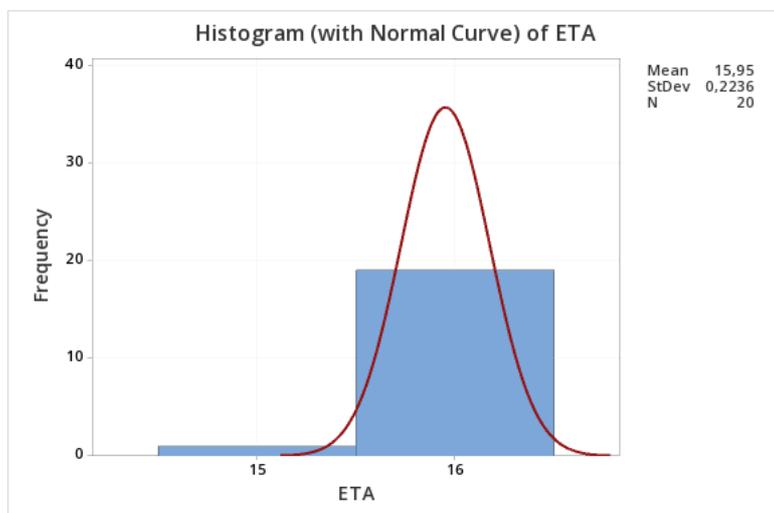
POST-PUBERALI

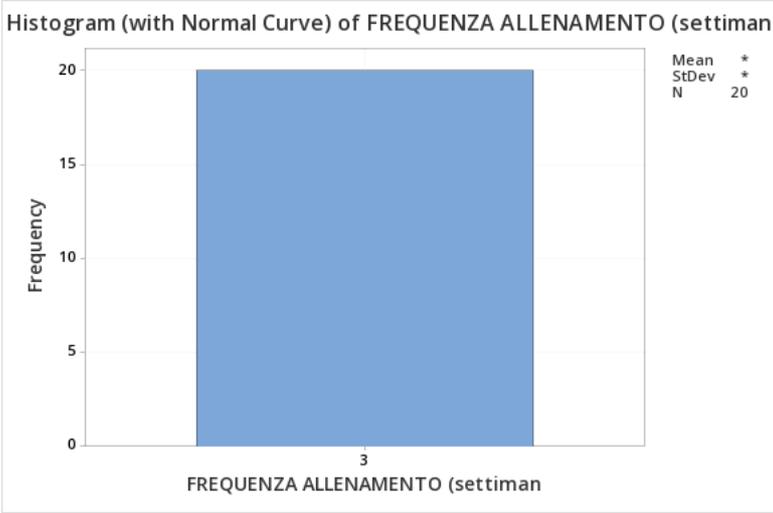
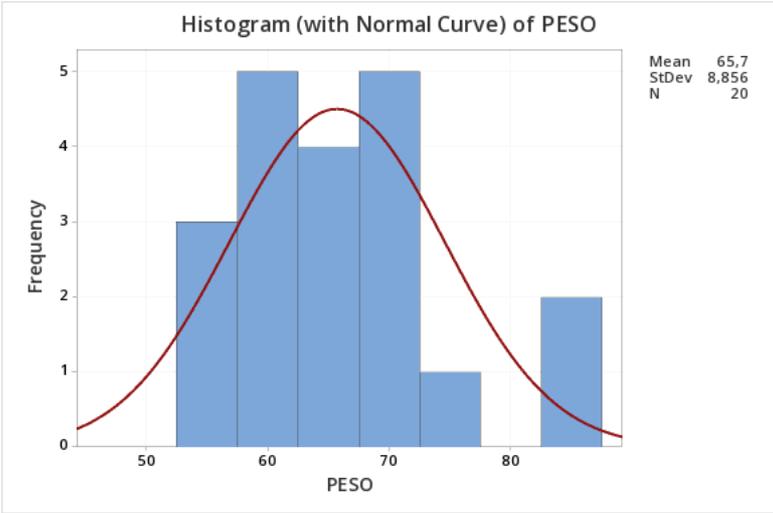
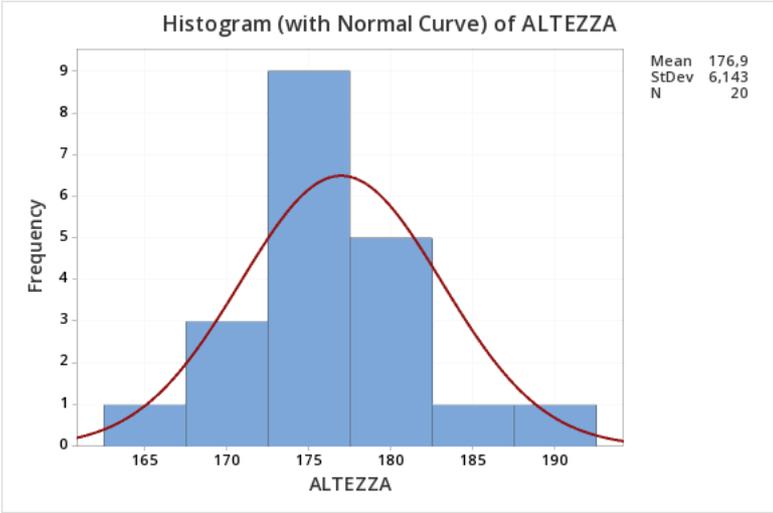
Descriptive Statistics: ETA; ALTEZZA; PESO; FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman; ORE DI GIOCO (settimanale); PAS

Statistics

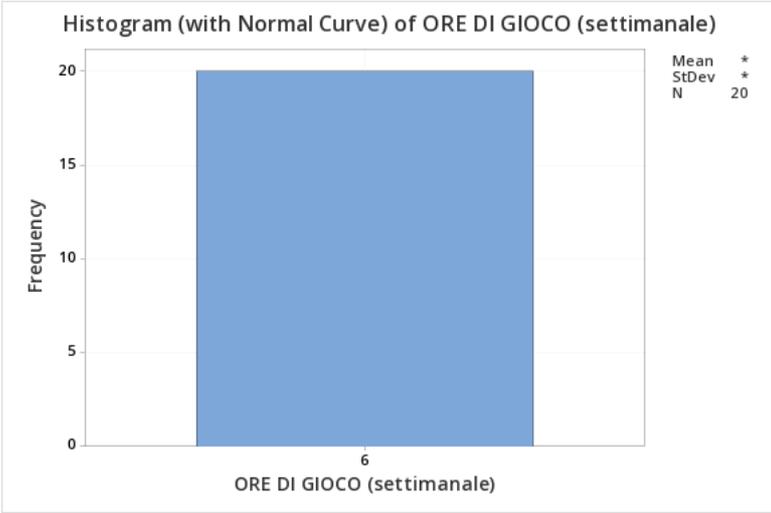
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Variance	CoefVar	Minimum
ETA	20	0	15,950	0,0500	0,224	0,0500	1,40	15,000
ALTEZZA	20	0	176,95	1,37	6,14	37,73	3,47	165,00
PESO	20	0	65,70	1,98	8,86	78,43	13,48	54,00
FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman	20	0	3,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	3,0000
ORE DI GIOCO (settimanale)	20	0	6,0000	0,000000	0,000000	0,000000	0,00	6,0000
PASSATO CALCISTICO (anni di gio	20	0	9,300	0,411	1,838	3,379	19,77	5,000
DORSIFLESSIONE dx	20	0	11,775	0,714	3,193	10,197	27,12	5,500
DORSIFLESSIONE sx	20	0	12,575	0,714	3,192	10,191	25,39	5,500
INTRAROTAZIONE anca dx	20	0	27,95	1,26	5,61	31,52	20,09	20,00
INTRAROTAZIONE anca sx	20	0	28,40	1,05	4,69	22,04	16,53	21,00
EXTRAROTAZIONE anca dx	20	0	40,75	1,06	4,72	22,30	11,59	30,00
EXTRAROTAZIONE anca sx	20	0	42,00	1,03	4,61	21,26	10,98	33,00
HAMSTRING 90/90 dx	20	0	41,25	1,89	8,43	71,14	20,45	25,00
HAMSTRING 90/90 sx	20	0	45,25	1,70	7,61	57,88	16,81	28,00
ROTAZIONE TORACICA dx	20	0	12,82	1,12	5,00	25,03	39,01	6,00
ROTAZIONE TORACICA sx	20	0	12,53	1,05	4,69	22,01	37,46	5,50
FLESSIONE LOMBARE	20	0	-3,02	1,87	8,38	70,30	-277,18	-15,00

Variable	Q1	Median	Q3	Maximum	Range
ETA	16,000	16,000	16,000	16,000	1,000
ALTEZZA	173,50	176,50	180,75	192,00	27,00
PESO	60,00	64,00	71,50	85,00	31,00
FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	0,000000
ORE DI GIOCO (settimanale)	6,0000	6,0000	6,0000	6,0000	0,000000
PASSATO CALCISTICO (anni di gio	8,000	9,000	10,750	12,000	7,000
DORSIFLESSIONE dx	9,875	12,250	14,000	17,500	12,000
DORSIFLESSIONE sx	10,375	12,500	15,000	18,500	13,000
INTRAROTAZIONE anca dx	24,25	27,00	30,00	40,00	20,00
INTRAROTAZIONE anca sx	25,00	28,50	30,00	40,00	19,00
EXTRAROTAZIONE anca dx	38,00	40,00	45,00	50,00	20,00
EXTRAROTAZIONE anca sx	38,50	42,00	45,00	52,00	19,00
HAMSTRING 90/90 dx	36,25	41,00	47,25	57,00	32,00
HAMSTRING 90/90 sx	40,00	46,50	50,75	59,00	31,00
ROTAZIONE TORACICA dx	8,63	11,00	18,38	21,00	15,00
ROTAZIONE TORACICA sx	10,00	11,25	15,38	24,00	18,50
FLESSIONE LOMBARE	-9,88	-2,50	2,13	16,00	31,00





* NOTE * Distribution could not be fit. The number of distinct rows of data in FREQUENZA ALLENAMENTO (settiman must be greater than or equal to the number of estimated distribution parameters.



* NOTE * Distribution could not be fit. The number of distinct rows of data in ORE DI GIOCO (settimanale) must be greater than or equal to the number of estimated distribution parameters.

