

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**FATTORI ANATOMICI PREDISPONENTI AGLI INFORTUNI
NELLA GINNASTICA RITMICA NON ELITARIA: UNO STUDIO
OSSERVAZIONALE**

Relatore: Prof. Stecco Carla

Correlatore: Dott. Pirri Carmelo

Laureando: Sartori Virginia

N° di matricola: 2016017

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1: QUADRO TEORICO

- 1.1 La ginnastica ritmica
- 1.2 Traumi, dolori acuti e cronici
- 1.3 Effetti sulla crescita
- 1.4 La fascia e il suo ruolo nello sport

CAPITOLO 2: STUDIO OSSERVAZIONALE

- 2.1 Scopo dello studio
- 2.2 Campione
- 2.3 Materiali e metodi

CAPITOLO 3: VALUTAZIONE STATISTICA

CAPITOLO 4: DISCUSSIONE

CAPITOLO 5: CONCLUSIONE

STIOGRAFIA

INTRODUZIONE

Il seguente studio di Tesi nasce dalla mia esperienza lavorativa e dal tirocinio svolto nell'anno accademico 2022/2023 presso la ASD Blu Ribbon di Mestre: mi sono avvicinata a bambine e preadolescenti che svolgono l'attività di ginnastica ritmica sia a livello base che agonistico.

Nonostante i differenti livelli a cui le bambine praticano questo sport, ho potuto constatare che spesso sono presenti delle asimmetrie sia posturali, soprattutto in stazione eretta, sia della performance, poiché le atlete tendono a prediligere l'utilizzo di un lato rispetto ad un altro così che la riuscita dell'esercizio risulti tecnicamente ed esteticamente migliore. Si notano altre differenze tra i ROM (Range Of Motion) dei due arti superiori e inferiori nell'esecuzione di determinati gesti, come la flessione di gamba su bacino (comunemente chiamati slanci frontali). Riflettendo sulla questione, mi sono chiesta se queste asimmetrie, protratte nel tempo, potrebbero portare all'attuazione di compensi che, consolidandosi in età adulta, andranno a sfociare in una maggior probabilità di infortunio e alla comparsa di dolori acuti in un primo momento e, in un secondo momento, cronici.

In letteratura la maggioranza degli articoli che ho scelto per questa Tesi trattano le più comuni tipologie di infortuni nelle giovanissime e giovani atlete della ginnastica ritmica, ma a livello principalmente elitario; di conseguenza mi sono interrogata su quali potessero essere i fattori che portano a tali squilibri e conseguenti traumi, concentrandomi in particolar modo sull'influenza di questo sport sulla struttura ossea di schiena e arti inferiori, poiché dalla letteratura è emerso che la maggior parte di infortuni e dolori di chi pratica questo sport compaiono a livello di questi distretti.

Dal momento in cui le ricerche attraverso le banche dati all'interno della letteratura scientifica non hanno condotto a nessun risultato in merito all'argomento per un campione di atlete non elitarie, ho deciso di svolgere uno studio osservazionale, sottoponendo le ginnaste, aderenti a questo studio, a tre test articolari per le articolazioni di anca e ginocchio, e una valutazione antropometrica ecografica dei muscoli della fascia toracolombare, fascia lata e fascia crurale.

CAPITOLO 1

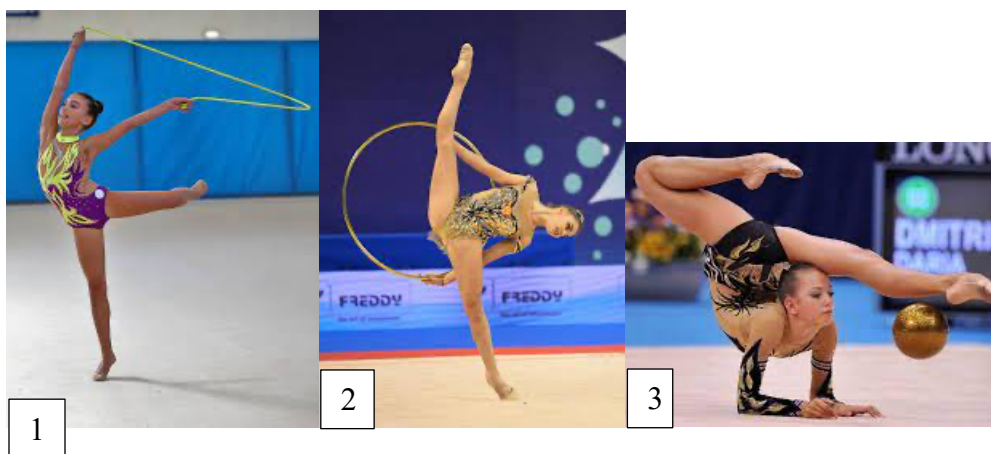
QUADRO TEORICO

1.1 La ginnastica ritmica

La ginnastica ritmica è uno sport prettamente femminile che fonde l'atletismo della ginnastica artistica con la grazia, eleganza e leggerezza di una ballerina.¹

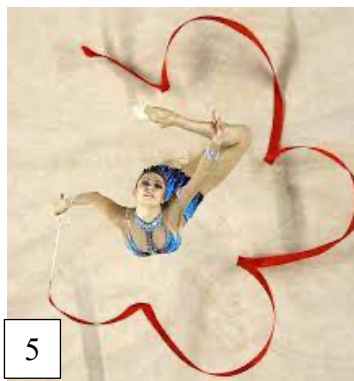
Sebbene si possano far risalire le sue origini a tempi molto antichi, grazie a delle raffigurazioni trovate nelle tombe degli antichi egizi, questo sport fu presentato per la prima volta alle Olimpiadi di Stoccolma del 1912, ma riconosciuto come competitivo agonistico solamente nel 1948, anno in cui si svolse la prima competizione ufficiale in URSS, per entrare nella lista dei giochi Olimpici estivi nel 1984 con le Olimpiadi di Los Angeles.²

Le ginnaste eseguono esercizi con la musica in una pedana 13x13 m, sia individuali che a squadre, a corpo libero o utilizzando uno degli attrezzi tipici di questa disciplina: la fune (foto 1), il cerchio (foto 2), la palla (foto 3), le clavette (foto 4), il nastro (foto 5).



¹ Hutchinson MR. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. Med Sci Sports Exerc. 1999 Nov;31(11):1686-8. doi: 10.1097/00005768-199911000-00027. PMID: 10589874.

² Fonte: <https://www.sportmagazine.it/altri-sport/2020/12/28/ginnastica-ritmica-storia/>



Questo sport stimola e consolida, fin dai primi livelli, tutti gli schemi motori di base, in particolar modo il saltare, lanciare, afferrare e rotolare. A differenza di molti altri sport, la ginnastica ritmica pone il suo focus principalmente sull'allenamento delle capacità coordinative generali, quali la capacità di apprendimento, controllo motorio, di adattamento ad eventuali modifiche dell'ambiente e dei movimenti, e delle capacità coordinative speciali, ovvero la capacità di combinazione, equilibrio, destrezza fine, reazione, orientamento, anticipazione, differenziazione spazio-tempo, differenziazione dinamica e ritmizzazione. Indispensabile è anche l'allenamento della mobilità articolare, che spesso porta le atlete ad eseguire movimenti e figure esasperando il ROM articolare portandolo ad ampiezze non fisiologiche.

1.2 Traumi, dolori acuti e cronici

Il campione che è stato preso in esame per questo studio presenta soggetti di età compresa tra i 9 e i 13 anni: si tratta quindi di bambine in piena fase di crescita e sviluppo; di conseguenza le ricerche in letteratura si sono maggiormente soffermate su articoli che trattavano l'argomento per questo range di età.

Il tessuto osseo è un tessuto metabolicamente attivo durante tutto l'arco della vita grazie all'attività continua delle sue cellule: gli osteoclasti erodono l'osso "vecchio" e lasciano spazio agli osteoblasti che sintetizzando nuova matrice extracellulare e ricostruiscono l'osso.

Lo scheletro, e in particolare l'accumulo di minerale osseo durante la crescita, è influenzato da:³

- Tempi di maturazione puberale
- Composizione corporea
- Stato nutrizionale
- Funzione endocrina
- Pratica abituale dell'attività fisica
- Tipo di allenamento svolto

Tutti questi fattori possono influenzare sia positivamente che negativamente la crescita del bambino.

Sapendo che la quantità di osso acquisita nel corso dell'infanzia influisce notevolmente sulla salute scheletrica nel corso della vita, è importante dosare sia la quantità che la qualità delle sollecitazioni che verranno indotte durante l'esercizio: se inadatte potranno andare ad influire negativamente sull'intera struttura ossea causando alterazioni, che col passare del tempo risulteranno difficilmente rimediabili.

In fase giovanile in particolar modo, ma a tutte le età, una diminuzione di attività fisica influenza negativamente l'accumulo di minerale osseo, contrariamente al carico meccanico indotto dall'allenamento che stimola il deposito di tessuto, influenzando sia l'accumulo che la forza dell'osso stesso.

Lo sport in questo caso ha diverso impatto a seconda dell'intensità a cui viene svolto (attività senza sopportazione di peso, attività a bassa ed alta intensità) e gioca un ruolo di fondamentale importanza per quanto riguarda sì gli effetti su massa e densità ossea, ma anche circa i cambiamenti strutturali delle ossa sottoposte a specifiche condizioni di carico per aumentarne la forza.

È molto più rilevante l'intensità che il tipo di sport che si pratica.

Secondo lo studio di Jürimäe J et al.⁴ eseguito su atlete di ginnastica ritmica, bambine e adolescenti di diversi livelli di allenamento, suggerisce che la pratica della ginnastica ritmica condiziona lo stato del tessuto scheletrico: ad esempio l'attività protratta per due anni, un'ora a settimana, a scopo ricreativo, svolta da bambine tra i 4 e gli 8 anni, porta ad un aumento della densità minerale ossea areale rispetto a bambine che non partecipano ad alcuna attività sportiva.

³ Jürimäe J, Gruodyte-Raciene R, Baxter-Jones ADG. Effects of Gymnastics Activities on Bone Accrual during Growth: A Systematic Review. *J Sports Sci Med.* 2018 May 14;17(2):245-258. PMID: 29769826; PMCID: PMC5950742.

⁴ Jürimäe J, Gruodyte-Raciene R, Baxter-Jones ADG. Effects of Gymnastics Activities on Bone Accrual during Growth: A Systematic Review. *J Sports Sci Med.* 2018 May 14;17(2):245-258. PMID: 29769826; PMCID: PMC5950742.

Sottolinea poi l'importanza di questo sport nel periodo di sviluppo della ginnasta, poiché è emerso che durante la pubertà l'organismo attraversa una fase di maggior sensibilità per massimizzare il guadagno minerale osseo.

L'altra faccia della medaglia mostra invece come un allenamento ad intensità eccessivamente alta porti, chi lo pratica, ad un aumento di stress sia fisico che mentale, che inevitabilmente provoca ripercussioni spiacevoli.

In particolar modo la ginnastica ritmica richiede l'esecuzione degli elementi degli esercizi migliaia di volte affinché siano perfetti e le posizioni da assumere spesso risultano non fisiologiche; ciò pone l'atleta a rischio di molteplici tipologie di lesioni da sovraccarico della struttura.⁵

Ad esempio, la ripetitiva esecuzione di elementi in cui viene richiesta un'iperestensione della colonna porta le atlete a lamentarsi di dolori a livello lombare.

M.R. Hutchinson⁶ ha condotto uno studio sul dolore alla bassa schiena in un campione di ginnaste ritmiche di élite: riporta che l'86% delle atlete riferiscono dolore lombare, di cui al 24% era suggerita una valutazione medica. Tali dolori risultano essere causati da tensioni muscolari, il fattore più comune, ma anche le risposte da stress delle ossa e le fratture alle vertebre lombari, spondilolisi⁷, non erano poco frequenti.

Questo perché, come anticipato già in precedenza, la ginnastica ritmica richiede una notevole flessibilità che non tutti i soggetti che si avvicinano a questo sport possiedono, di conseguenza la struttura ossea viene forzata e stressata oltre le sue capacità anatomo-fisiologiche.

Da questa ricerca si evince che la ginnastica ritmica è uno sport ad aumentato rischio di lesioni lombari.

Per confutare la tesi dello studio precedente, mi rifaccio allo studio di Gulati R. et al.⁸ durato ben 10 anni, su 79 atlete americane, di età compresa tra i 6 e i 20 anni, che fornisce dati ed informazioni sulle tipologie di infortuni tipici di questo sport.

⁵ Hutchinson MR. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Nov;31(11):1686-8. doi: 10.1097/00005768-199911000-00027. PMID: 10589874.

⁶ Hutchinson MR. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Nov;31(11):1686-8. doi: 10.1097/00005768-199911000-00027. PMID: 10589874.

⁷ **Spondilolisi**: frattura della pars interarticularis, o anche chiamata istmo, della vertebra. Si verifica più frequentemente a livello lombare, occasionalmente a livello cervicale, ed è estremamente raro a livello toracico.

Fonte: Jha SC, Sakai T, Hangai M, Toyota A, Fukuta S, Nagamachi A, Sairyo K. Stress fracture of the thoracic spine in an elite rhythmic gymnast: A case report. *J Med Invest.* 2016;63(1-2):119-21. doi: 10.2152/jmi.63.119. PMID: 27040065.

Anche Gulati conferma che la ginnastica ritmica aumenti la probabilità di lesioni lombari, e per quanto riguarda le lesioni specifiche per tutti gli altri distretti corporei; è emerso che:

- Le regioni del corpo che hanno subito più lesioni sono arto inferiore (75.1%), colonna/tronco (19.2%), arto superiore (4.7%) e testa/collo (1.0%);
- Le più comuni diagnosi di infortuni sono strappo muscolare (20.7%), dolore non specifico (15.5%), tendiniti/tenosinoviti⁹ (10.4%), distorsione¹⁰ della articolazione/legamento (8.8%) e fratture da stress (8.3%);
- La maggior parte di infortuni sono il risultato del sovraccarico (76.7%) piuttosto che di lesioni acute (23.3%);
- La maggior parte degli infortuni avvengono durante l'allenamento (87.7%) o durante una competizione (12.3%).

Poiché anche questi dati sostengono la tesi dello studio di M.R. Hutchinson, possiamo confermare che schiena e arti inferiori sono le regioni più a rischio infortuni nella ginnastica ritmica, dovuti in particolar modo dallo stress indotto da un allenamento eccessivamente intenso.

1.3 Effetti sulla crescita

Per quanto riguarda gli effetti della ginnastica ritmica sulla crescita, la letteratura non ci fornisce molti dati, contrariamente a molti altri sport come la ginnastica artistica, che però non è equiparabile per modalità ed intensità di allenamento.

Come sottolineato nel paragrafo precedente, una crescita ottimale dipende da molti fattori, sia interni, come la genetica e il funzionamento del sistema endocrino, sia esterni, come l'ambiente in cui si vive, l'alimentazione e la frequenza, tipologia ed intensità dello svolgimento dell'attività fisica e sportiva.

Quest'ultima nelle atlete femminili, influenza lo sviluppo puberale, la maturazione sessuale, e la precocità o il ritardo del menarca. Ciò fa pensare che la ginnastica

⁸ Gulati R, Rychlik K, Wild JT, LaBella CR. Rhythmic gymnasts' injuries in a pediatric sports medicine clinic in the United States: a 10-year retrospective chart review. *Phys Sportsmed.* 2022 Oct;50(5):454-460. doi: 10.1080/00913847.2022.2040890. Epub 2022 Feb 16. PMID: 35135415.

⁹ Tendinite: infiammazione del tendine.

Fonte: <https://www.my-personaltrainer.it/tendinite.html>

Tenosinoviti: infiammazione della guaina sinoviale, struttura anatomica che riveste il tendine per ridurre l'attrito da sfregamento lungo il suo decorso.

Fonte: <https://www.my-personaltrainer.it/salute-benessere/tenosinovite-sinovite-tendine.html>

¹⁰ Distorsione: infortunio dell'apparato locomotore, caratterizzato dalla temporanea alterazione dei rapporti anatomici che sussistono tra gli elementi dell'articolazione colpita.

Fonte: <https://www.my-personaltrainer.it/salute/distorsione.html>

ritmica sia uno sport che agisce in modo importante sulle atlete per via dell'alta intensità sia a livello fisico che mentale provocando alterazioni a tutto l'organismo. In letteratura si legge che¹¹ le ginnaste di élite risultano avere una maturazione scheletrica sensibilmente ritardata rispetto alle coetanee che non praticano questo sport: questo perché, probabilmente, gli allenamenti molto pesanti e lo stress psicologico, unito ad un apporto energetico inadeguato¹², condizionano il sistema endocrino causando un ritardo nello sviluppo puberale. Questi fattori, inoltre, si sommano all'uso eccessivo delle strutture scheletriche che nelle giovani si traducono con lesioni, in particolare, delle cartilagini di accrescimento.

È importante però sottolineare che questi fenomeni si presentano solo dal momento in cui l'allenamento risulta eccessivamente intenso divenendo un fattore di stress cronico; l'attività fisica moderata al contrario è l'ingrediente necessario per promuovere una crescita in salute.

Ultimo aspetto di questo sport che vorrei prendere in esame, è quello di utilizzare sempre l'arto dominante per eseguire gli esercizi affinché siano perfetti: questa caratteristica col tempo può creare delle asimmetrie?

Da uno studio presente in letteratura¹³ è risultato che l'utilizzo prevalente dell'arto "preferito" (nello studio vengono presi in considerazione gli arti inferiori) col tempo ha portato ad un'asimmetria per quanto riguarda la circonferenza della coscia e sulla produzione di forza dell'arto stesso, senza però andare a condizionare il ROM dell'articolazione di anca, ginocchio a caviglia.

Non è possibile però determinare se questa condizione ha effetti sullo scheletro anche in età adulta, perché in letteratura non sono stati trovati studi protratti per un periodo così lungo.

1.4 La fascia e il suo ruolo nello sport

La fascia è una lamina di tessuto connettivo organizzata in strati, che avvolge muscoli, ossa, legamenti, tendini, cartilagini, articolazioni e organi. L'apparato locomotore in particolare risente ampiamente della presenza di questa struttura

¹¹ Georgopoulos N, Markou K, Theodoropoulou A, Paraskevopoulou P, Varaki L, Kazantzi Z, Leglise M, Vagenakis AG. Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999 Dec;84(12):4525-30. doi: 10.1210/jcem.84.12.6177. PMID: 10599712.

¹² La ginnastica ritmica richiede che le ginnaste di élite tengano sotto controllo il proprio peso corporeo, e spesso questo porta al consumo di una dieta che non apporta la quantità necessaria di nutrienti ed energia per il corretto funzionamento dell'organismo.

¹³ Frutuoso AS, Diefenthaeler F, Vaz MA, Freitas Cde L. LOWER LIMB ASYMMETRIES IN RHYTHMIC GYMNASTICS ATHLETES. *Int J Sports Phys Ther.* 2016 Feb;11(1):34-43. PMID: 26900498; PMCID: PMC4739046.

poiché lega tutti gli elementi (articolazioni, legamenti e muscoli) così da creare un continuum tra una struttura e l'altra, andando a costituire un sistema fasciale, che permette la trasmissione di forza a distretti corporei anche lontani tra loro (es. da arti inferiori a superiori durante un lancio) coordinando al meglio il movimento.

La fascia si organizza in due strati, uno superficiale, posto a contatto con il tessuto sottocutaneo, e uno profondo, a diretto contatto con il muscolo e tutte le strutture dell'apparato locomotore, che si porta in profondità dividendosi in setti fino a prendere contatto con le ossa.

Per via della tipologia di tessuto da cui è formata, la fascia è soggetta a cambiamenti strutturali a seconda delle forze che agiscono sulla struttura a cui è vincolata: risponde infatti agli stress meccanici orientando le proprie fibre di collagene nella direzione in cui è applicato il carico, oltre che a presentare un inspessimento, poiché maggior forza muscolare e maggior peso corporeo richiedono un tessuto connettivo più spesso, in grado di trasmettere e sopportare forze maggiori.

Una fascia più spessa, però, non sempre mostra un'associazione positiva: è stato studiato¹⁴ che una fascia ispessita implica maggior rigidità e di conseguenza un deficit di flessibilità e quindi una riduzione del ROM. Ma è anche stato dimostrato che alte concentrazioni di acido ialuronico, un gel con comportamento tissotropico¹⁵ che ha lo scopo di idratare e proteggere i tessuti, insieme ad un'attività fisica regolare, promuovono la flessibilità: questo perché il carico meccanico diminuisce la viscosità dell'acido, di conseguenza uno spessore maggiore della fascia insieme ad elevate quantità di acido ialuronico facilitano lo scivolamento tra gli strati fasciali, promuovendo la flessibilità.

Per completezza è importante aggiungere che la funzionalità degli scorrimenti della fascia sono influenzati anche dal rapporto tra l'acido ialuronico e il livello di pH e la temperatura.

La fascia nello sport è quindi una struttura altamente sollecitata, che supporta e coordina il movimento, con ruolo di ausilio all'apparato muscolare nella sopportazione del carico, nella trasduzione delle forze e, come nel caso sopra citato, anche di aumento del ROM articolare soprattutto in sport come la ginnastica ritmica, la ginnastica, o la danza in cui è richiesta un'escursione articolare più ampia possibile.

È anche vero, però, che la fascia, nello sport, ma anche nella vita quotidiana, può rappresentare un limite in quanto un'alterazione, seppur apparentemente piccola, come una cicatrice, crea adesione tra i due foglietti compromettendo la meccanica fasciale di trasmissione delle forze e di conseguenza il movimento. Nella fase di guarigione si può notare che il connettivo si organizza in mucchi con il solo scopo

¹⁴ Wilke J, Macchi V, De Caro R, Stecco C. Fascia thickness, aging and flexibility: is there an association? *J Anat.* 2019 Jan;234(1):43-49. doi: 10.1111/joa.12902. Epub 2018 Nov 11. PMID: 30417344; PMCID: PMC6284431

¹⁵ Proprietà di alcuni fluidi di variare la propria viscosità se sottoposti a sollecitazioni e movimento.

di chiudere la ferita creando una sorta di cordone duro: è opportuno in questa fase mantenere in movimento il sito della lesione così che il collagene si organizzi secondo le linee di forza e secondo il movimento.

Per rimanere in ambito sportivo è bene sottolineare che anche l'inattività legata ad un infortunio ha come conseguenza l'adesione delle due lamine fasciali; per lo stesso motivo citato subito sopra, infatti, per una guarigione più rapida e funzionale si consiglia di evitare l'immobilizzazione.

CAPITOLO 2

STUDIO OSSERVAZIONALE

2.1 Scopo dello studio

Sulla base delle informazioni circa il sistema fasciale e il ruolo e la rilevanza che ha in ambito sportivo, il presente studio ha come scopo quello di valutare le strutture fasciali e, tramite dei test descritti in seguito in questo capitolo, come e se interferiscono nella ginnastica ritmica, in particolare in un campione di giovani atlete non elitarie, ponendo enfasi sulla presenza di possibili asimmetrie posturali, e sulla predisposizione ai traumi e dolori acuti e cronici che possono portare ad implicazioni negative per il futuro.

Questo al fine di suggerire accorgimenti da proporre in allenamento affinché diminuisca il tasso di infortunio, dolori, e compensi indotti dalla pratica di questo sport.

2.2 Campione

Il campione su cui si è basato lo studio conta 21 atlete di ginnastica ritmica non elitaria di età compresa tra i 9 e i 13 anni ($10,33 \pm 1,39$)¹⁶, di diverso livello, sia che svolgono l'attività a scopo ricreativo sia a livello agonistico.

Si allenano dalle 2 alle 3 volte a settimana, per un totale di 3 ore settimanali nel primo caso e 6 ore settimanali nel secondo.

Il campione è molto vario sia per il background sportivo delle singole atlete, sia per differenza di mesi di pratica dello sport: si oscilla, al momento dello studio, tra un valore minimo di 3 mesi, ad un valore massimo di 96 mesi ($44,38 \pm 28,65$).

Di seguito è inserita la tabella con i dati del campione raccolti.

¹⁶ Media e deviazione standard

Nome e Cognome	Età	Altezza in cm	Peso in kg	Infortunati	Operazioni subite	Mesi di ginnastica ritmica	Sport praticati in precedenza	Sport praticati attualmente oltre a ginnastica ritmica
Sogg. 1	9	136	40			36		
Sogg. 2	9	141	38,4			60		
Sogg. 3	13	165	38,3			96	rock and roll	
Sogg. 4	9	140	45			3	nuoto, danza moderna	
Sogg. 5	9	143	32			24	atletica leggera, hip hop, danza	
Sogg. 6	11	140	26			36	danza	
Sogg. 7	10	137	39			24	danza classica, nuoto	
Sogg. 8	11	147	32			84		
Sogg. 9	13	163	45			96	nuoto	
Sogg. 10	11	142	36			84	nuoto	
Sogg. 11	12	156	41	Frattura del radio 12 anni		36	judo, danza, nuoto	
Sogg. 12	10	153	35			60	nuoto, danza	
Sogg. 13	12	150	42			72	nuoto, judo	
Sogg. 14	9	134	25			24	nuoto	nuoto
Sogg. 15	9	135	28			36		
Sogg. 16	9	140	29			5		
Sogg. 17	11	163	55,2	Frattura del braccio sinistro	Ernia inguinale	24	hip hop	
Sogg. 18	11	148	31	Displasia dell'anca dalla nascita (con tutore)		60	tennis	
Sogg. 19	9	132	27			24	ginnastica artistica	
Sogg. 20	9	140	33			24	nuoto	
Sogg. 21	11	148	29	Frattura mignolo e anulare mano dx		24	atletica leggera	

2.4 Materiali e metodi

Poiché tutti i soggetti del campione sono minorenni, è stata fatta firmare un'autorizzazione da uno dei due genitori, o da chi ne fa le veci, per permettere il trattamento dei dati personali, dei risultati dei test e delle immagini ecografiche delle ginnaste; inoltre è stato fornito un modulo da compilare in cui si chiedeva:

- Nome e cognome (sostituiti dalla denominazione “sogg. n”);
- Data di nascita;
- Et ;
- Altezza in cm;
- Peso in kg;
- Infortuni pregressi;
- Operazioni subite;
- Numero di mesi da cui si pratica ginnastica ritmica;
- Sport praticati in precedenza;
- Sport praticati contemporaneamente alla ginnastica ritmica.

Si   poi proceduto con la somministrazione dei test articolari, i quali erano stati selezionati in precedenza dopo una ricerca in letteratura sui test a cui vengono sottoposti atleti e non, per le articolazioni di anca e ginocchio:

1. **Sit and reach test**¹⁷:   un test che permette di valutare la mobilit  dell'articolazione dell'anca durante una flessione di busto su coscia, che nella maggior parte dei casi   limitata da un'eccessiva stiffness dei muscoli della catena cinetica posteriore.

I materiali utilizzati sono: un box 33,5 cm lunghezza x 21 cm altezza x 21 cm larghezza e un'asta millimetrata.

Il soggetto si siede con i glutei a terra davanti ad un muro, cos  da formare un angolo di 90  tra busto e coscia, i piedi in flessione dorsale sono appoggiati al box. L'operatore chiede di flettere il busto in avanti toccando il punto pi 



¹⁷ Fonte: studi degli anni precedenti

lontano possibile dell'asta millimetrata, posizionata sopra al box, con le braccia tese.

2. Knee extension test¹⁸: è un test passivo che permette di valutare l'ampiezza del ROM dell'articolazione del ginocchio.

I materiali utilizzati sono: un goniometro per misurazioni articolari, un tappetino e un asciugamano.

Il soggetto si stende a terra supino sul tappetino, a livello lombare si posiziona un asciugamano arrotolato come vincolo per evitare eventuali rotazioni, e si esegue il reset del bacino in modo tale che sia in posizione neutra durante il test. Una gamba rimane a terra stesa, mentre l'arto controlaterale, da testare, viene sollevato dall'operatore formando un angolo di 90° sia tra tronco e coscia che tra coscia e gamba.

Da questa posizione, l'operatore estende la gamba finché non sentirà opporre resistenza dalle strutture anatomiche, o il soggetto non accusa fastidio/dolore, o l'arto non testato si piega, o l'anca si destabilizza.

Da qui si posiziona il perno del goniometro sull'epicondilo laterale del femore e i due assi uno lungo la linea che collega l'epicondilo laterale e il grande trocantere, e l'altro lungo la linea che collega l'epicondilo laterale del femore e il malleolo laterale; si misura il grado articolare raggiunto.

Il test si ripete anche per l'altro arto.



3. Leg rise ROM¹⁹: è un test passivo che si pone come obiettivo quello di misurare il ROM dell'articolazione dell'anca dopo una flessione di coscia su busto.

I materiali utilizzati sono: un goniometro per misurazioni articolari, un tappetino e un asciugamano.

¹⁸ Lempke L, Wilkinson R, Murray C, Stanek J. The Effectiveness of PNF Versus Static Stretching on Increasing Hip-Flexion Range of Motion. *J Sport Rehabil.* 2018 May 1;27(3):289-294. doi: 10.1123/jsr.2016-0098. Epub 2018 May 22. PMID: 28182516.

¹⁹ Donti O, Tsolakis C, Bogdanis GC. Effects of baseline levels of flexibility and vertical jump ability on performance following different volumes of static stretching and potentiating exercises in elite gymnasts. *J Sports Sci Med.* 2014 Jan 20;13(1):105-13. PMID: 24570613; PMCID: PMC3918545.

Il soggetto si posiziona a terra supino sul tappetino, a livello lombare si posiziona un asciugamano arrotolato come vincolo per evitare eventuali rotazioni, e si esegue il reset del bacino in modo tale che sia in posizione neutra durante il test. Una gamba rimane stesa a terra mentre l'altro arto viene sollevato teso dall'operatore facendo flettere la coscia sul tronco. La flessione passiva continua fino a quando o l'operatore sente opporre resistenza dall'arto, o il soggetto sente fastidio/dolore, o il bacino si solleva, o l'arto a terra si piega.

Si procede con la misurazione dell'angolo raggiunto, posizionando il perno del goniometro sul grande trocantere e i due assi rispettivamente il primo lungo la linea laterale del busto e il secondo lungo la linea che collega idealmente il grande trocantere all'epicondilo laterale della coscia.

Il test si esegue allo stesso modo anche per l'altro arto.



In un secondo momento sono stati svolti gli esami ecografici.

Tutte le immagini ecografiche ricavate per la misurazione dello spessore dei tessuti d'interesse per questo studio sono state ottenute dallo stesso operatore, medico fisiatra ed ecografista con 9 anni di esperienza. Per l'esecuzione delle ultrasonografie è stato utilizzato un ecografo Fujifilm Sonosite Edge II ed una sonda lineare 6-15 MHz. I tessuti analizzati sono stati secondo i protocolli di Pirri et al.²⁰

²¹ ²² bilateralmente, nel seguente ordine di raccolta delle immagini:

²⁰ Pirri C, Pirri N, Guidolin D, Macchi V, Porzionato A, De Caro R, Stecco C. Ultrasound Imaging of Thoracolumbar Fascia Thickness: Chronic Non-Specific Lower Back Pain versus Healthy Subjects; A Sign of a "Frozen Back"? *Diagnostics (Basel)*. 2023 Apr 16;13(8):1436.

²¹ Pirri C, Fede C, Petrelli L, Guidolin D, Fan C, De Caro R, Stecco C. An anatomical comparison of the fasciae of the thigh: A macroscopic, microscopic and ultrasound imaging study. *J Anat*. 2021 Apr;238(4):999-1009

²² Pirri C, Fede C, Stecco A, Guidolin D, Fan C, De Caro R, Stecco C. Ultrasound Imaging of Crural Fascia and Epimysial Fascia Thicknesses in Basketball Players with Previous Ankle Sprains Versus Healthy Subjects. *Diagnostics (Basel)*. 2021 Jan 26;11(2):177.

- 1- Fascia toracolombare: livello L3 in longitudinale;
- 2- Fascia toracolombare: livello L3 in trasversale;
- 3- Fascia lata: compartimento anteriore, livello Ant 2 della coscia;
- 4- Fascia lata: compartimento posteriore, livello Post 2 della coscia;
- 5- Fascia crurale: compartimento anteriore, livello Ant 2 della gamba;
- 6- Fascia crurale: compartimento posteriore, livello Post 2 della gamba.

La valutazione ecografica è iniziata dal compartimento anteriore della fascia crurale e della fascia lata. Si è fatto stendere il paziente in posizione supina, con gli arti inferiori distesi e rilassati in posizione neutrale. L'operatore, cercando di mantenere la sonda ecografica perpendicolarmente alla cute, senza esercitare eccessiva pressione, ha individuato il ventre muscolare del tibiale anteriore per la fascia crurale e del retto femorale per la fascia lata.

Successivamente, per valutare la porzione posteriore della fascia crurale e della fascia lata, il paziente è stato posto in posizione prona, con le ginocchia estese, i piedi sporgenti oltre il bordo del lettino e le caviglie in posizione neutra. Sempre mantenendo la sonda perpendicolarmente alla cute, l'operatore ha raccolto un'immagine della fascia crurale e della fascia lata.

Si è proseguito poi alla valutazione ecografica della fascia toracolombare. Il paziente è rimasto nella medesima posizione prona descritta in precedenza. Con la sonda il più perpendicolare possibile alla regione lombare, si è esaminata la fascia lungo il livello della terza vertebra lombare con lo scan in trasversale. Quindi l'operatore ha ruotato la sonda di 90 ° nel medesimo livello per raccogliere un'immagine in trasversale.

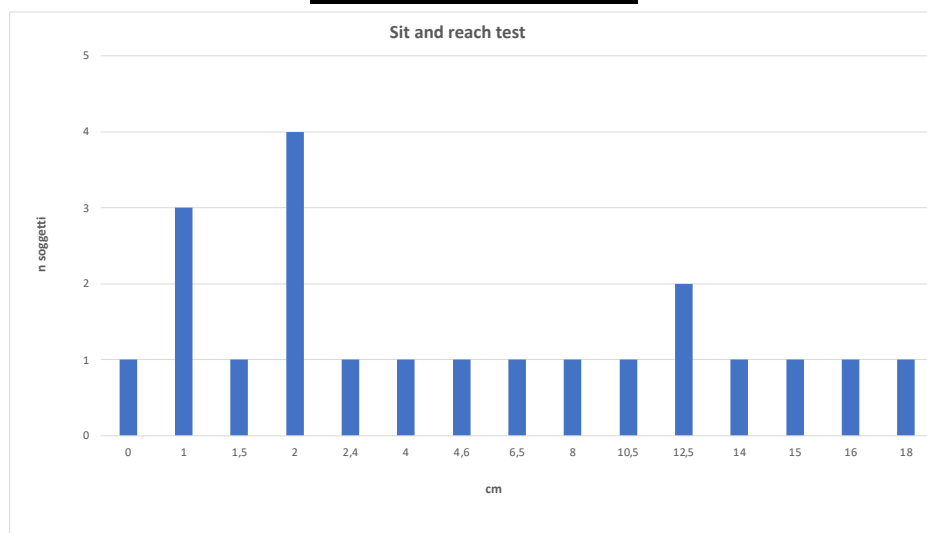
CAPITOLO 3

VALUTAZIONE STATISTICA

Sit and reach test

Per questo test, maggiore è la distanza raggiunta, maggiore è il ROM articolare dell'anca nella flessione di busto su coscia.

Sit and reach	
Nome e Cognome	cm
Sogg. 1	4.6
Sogg. 2	2
Sogg. 3	16
Sogg. 4	1
Sogg. 5	1
Sogg. 6	0
Sogg. 7	15
Sogg. 8	12.5
Sogg. 9	12.5
Sogg. 10	8
Sogg. 11	4
Sogg. 12	1.5
Sogg. 13	2
Sogg. 14	2
Sogg. 15	10.5
Sogg. 16	1
Sogg. 17	6.5
Sogg. 18	2.4
Sogg. 19	2
Sogg. 20	14
Sogg. 21	18



I risultati hanno riportato una media di $6.14 \text{ cm} \pm 6.63 \text{ cm}$ in cui si nota che:

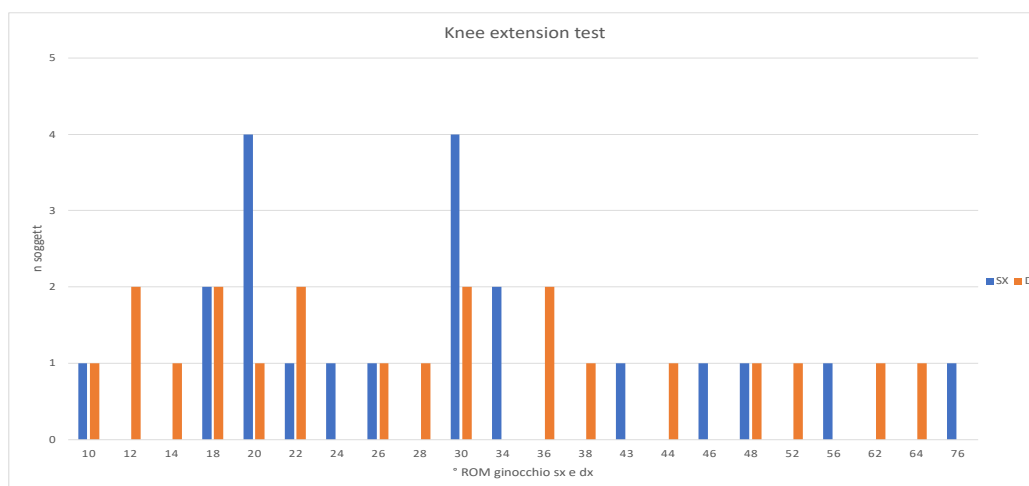
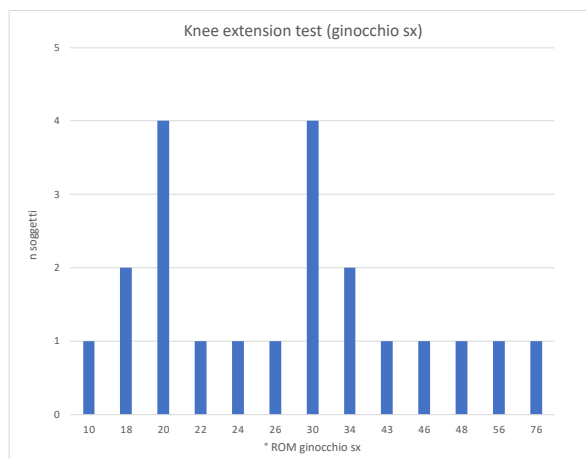
1. Il risultato più basso è uguale a 0 cm, mentre il più alto è uguale a 18 cm;
2. Il valore che si presenta più spesso è 2 cm (per 4 soggetti), seguito da 1 cm (per 3 soggetti);

3. La capacità di flessione di busto su coscia è maggiore per tutte le atlete che si allenano per 6 ore a settimana rispetto a quelle che sia allenano per 3 ore a settimana;
4. Non necessariamente i risultati più alti coincidono con il maggior numero di mesi di pratica di ginnastica ritmica;
5. Una buona flessione di busto su coscia non implica una miglior flessione di coscia su busto.

Knee extension test

In questo caso, minore è l'angolo indicato, migliore è l'escursione articolare compiuta dal ginocchio.

Knee extension test		
Nome e Cognome	sx	dx
Sogg. 1	34°	48°
Sogg. 2	20°	18°
Sogg. 3	18°	18°
Sogg. 4	48°	52°
Sogg. 5	30°	38°
Sogg. 6	56°	30°
Sogg. 7	20°	28°
Sogg. 8	18°	14°
Sogg. 9	24°	26°
Sogg. 10	30°	10°
Sogg. 11	26°	22°
Sogg. 12	43°	36°
Sogg. 13	46°	62°
Sogg. 14	76°	64°
Sogg. 15	10°	22°
Sogg. 16	30°	36°
Sogg. 17	20°	20°
Sogg. 18	20°	30°
Sogg. 19	34°	44°
Sogg. 20	30°	12°
Sogg. 21	22°	12°



Dai dati è emerso che:

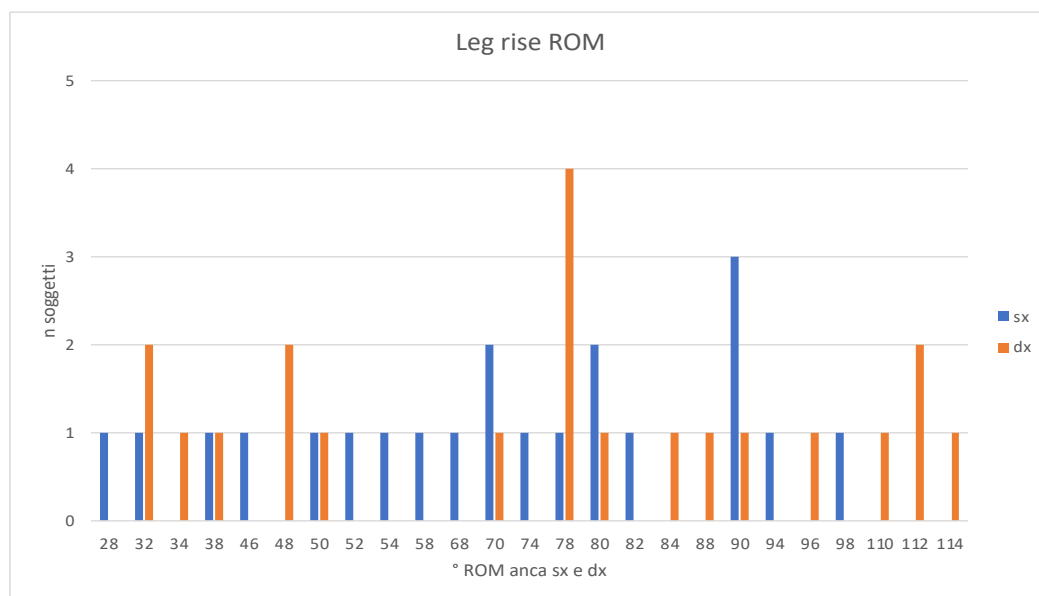
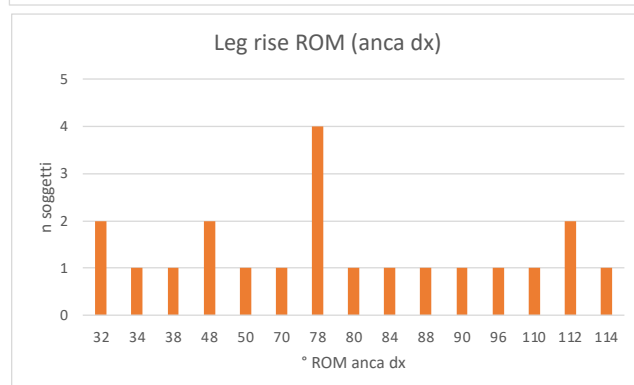
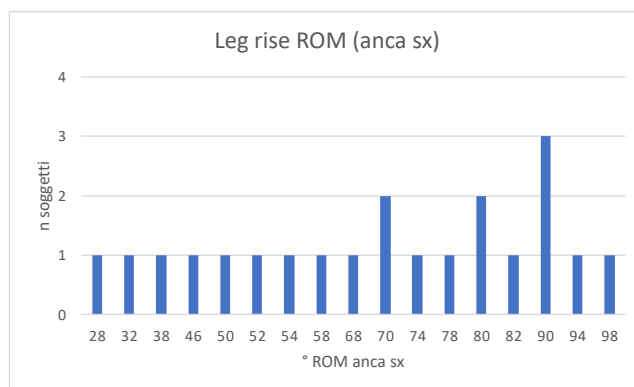
1. La media per l'arto sinistro è $31.19^{\circ} \pm 15.41^{\circ}$, mentre per l'arto destro $30.57^{\circ} \pm 16.05^{\circ}$;
2. La moda per il ginocchio sinistro è 20° e 30° , mentre per il ginocchio destro è 12° , 18° , 22° , 30° e 36° ;

3. Il valore più basso è 10° sia per l'articolazione della gamba sinistra che destra, ma compare in due soggetti diversi che sia allenano in un caso 3 ore a settimana e nell'altro 6;
4. Il valore più alto per il ginocchio sinistro è 56°, mentre per l'arto destro 52°, e compaiono entrambi in un solo caso su due soggetti diversi;
5. In tutti i casi, tranne due, è sempre presente una differenza che varia dai 2° ai 26° tra l'articolazione di una gamba e l'altra;
6. Tendenzialmente i risultati minori sono stati raggiunti dalle ginnaste che si allenano 6 ore a settimana, mentre quelli più alti sono stati raggiunti dalle ginnaste che si allenano 3 ore a settimana;
7. Non c'è correlazione tra il numero di mesi da cui si pratica ginnastica ritmica e il miglior risultato;
8. Non c'è correlazione tra il numero di mesi da cui si pratica ginnastica ritmica e il minor risultato.

Leg rise ROM

Più grande è il valore risultante, migliore è l'escursione articolare dell'anca in flessione di coscia su busto.

Leg rise ROM		
Nome e Cognome	sx	dx
Sogg. 1	68°	78°
Sogg. 2	70°	90°
Sogg. 3	74°	78°
Sogg. 4	46°	48°
Sogg. 5	80°	88°
Sogg. 6	52°	38°
Sogg. 7	98°	110°
Sogg. 8	90°	84°
Sogg. 9	78°	96°
Sogg. 10	90°	80°
Sogg. 11	94°	114°
Sogg. 12	54°	48°
Sogg. 13	38°	34°
Sogg. 14	32°	32°
Sogg. 15	50°	70°
Sogg. 16	28°	32°
Sogg. 17	80°	78°
Sogg. 18	82°	78°
Sogg. 19	58°	50°
Sogg. 20	70°	112°
Sogg. 21	90°	112°



I risultati sono i seguenti:

1. La media per l'arto sinistro è di $67.71^\circ \pm 20.99^\circ$, mentre per l'arto destro $73.81^\circ \pm 27.65^\circ$;
2. La moda per l'articolazione sinistra è 90° , per quella destra è 78° ;
3. Il dato con valore più alto per l'arto sinistro è 98° e per l'arto destro è 114° , raggiunti in entrambi i casi da atlete che si allenano 3 ore a settimana;

4. I dati con valore minore sono 28° per l'anca sinistra e 32° per l'anca destra, anche questi raggiunti dalle atlete che si allenano 3 ore a settimana.
5. È presente, tranne che in un caso, una differenza tra i due lati, che oscilla tra i 2° e i 42°;
6. Sia i dati più alti che quelli più bassi provengono dalle atlete che si allenano meno;
7. Il risultato migliore non è stato raggiunto dalle atlete che si allenano da più tempo;
8. Il risultato più basso non è stato raggiunto dalle atlete che si allenano da meno tempo.

Ecografie

La valutazione statistica è stata realizzata con il programma GraphPad Prism 8.4.2. e $p < 0.05$ è sempre stato considerato come limite significativo per la statistica. La valutazione della normalità è stata effettuata utilizzando il test di Kolmogorov-Smirnov.

L'analisi descrittiva della popolazione sotto studio è stata realizzata calcolando la media e la deviazione standard per i dati antropometrici (età, peso, altezza, BMI), per i test (sit and reach test, knee extension test, leg rise ROM) e per tutti i valori ecografici (spessori fasciali), rispettivamente nei diversi compartimenti e livelli, in entrambi i lati.

È stata fatta un'analisi della varianza a una via per valutare se vi fossero differenze significative tra gli spessori fasciali misurati; seguita da un Tukey's multiple comparisons test, utilizzato per confronti appaiati tra gruppi in tutte le possibili combinazioni, per vedere quali fossero le differenze statisticamente significative tra gli spessori ecografici fasciali.

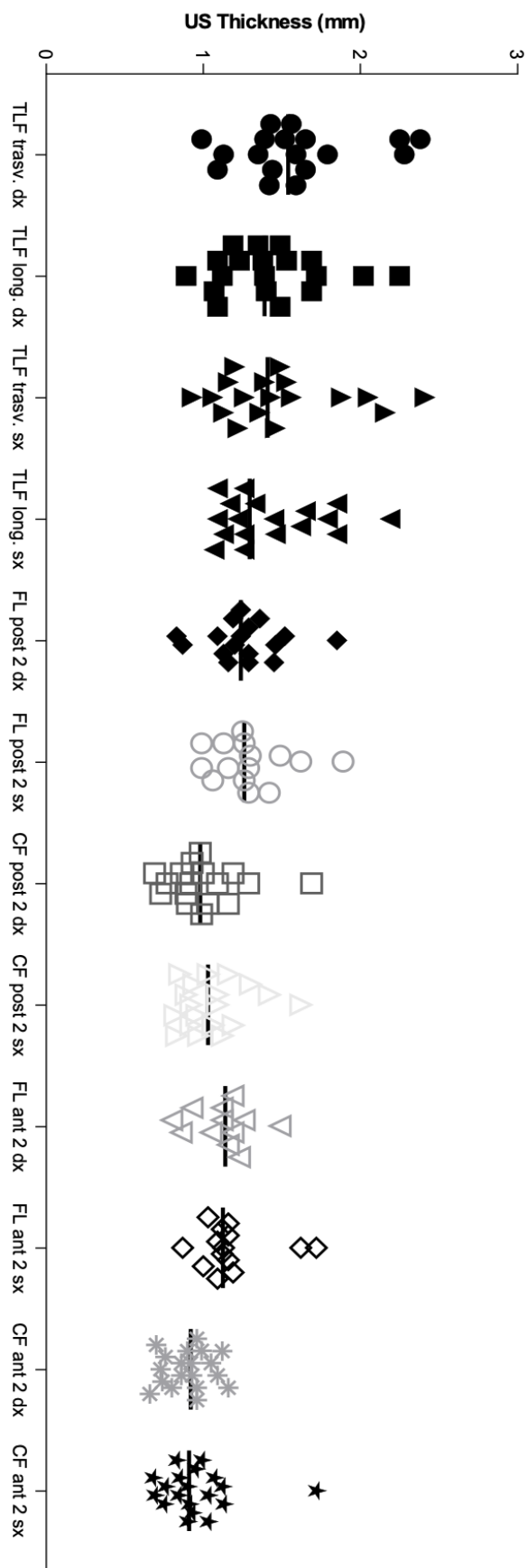
Un'ultima indagine è stata effettuata calcolando l'indice di correlazione di Pearson r tra i dati raccolti per gli spessori fasciali ecografici e le valutazioni effettuate nei vari test.

Tukey's multiple comparisons test	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
TLF trasversale dx vs. TLF longitudinale dx	0.1581	-0,1456 to 0,4618	No	ns	0.8559
TLF trasversale dx vs. TLF trasversale sx	0.1011	-0,2067 to 0,4089	No	ns	0.9949
TLF trasversale dx vs. TLF longitudinale sx	0.1533	-0,1544 to 0,4611	No	ns	0.8886
TLF trasversale dx vs. FL post 2 dx	0.321	0,008709 to 0,6333	Yes	*	0.0379
TLF trasversale dx vs. FL post 2 sx	0.29	-0,03280 to 0,6128	No	ns	0.125
TLF trasversale dx vs. CF post 2 dx	0.5769	0,2646 to 0,8891	Yes	****	<0,0001
TLF trasversale dx vs. CF post 2 sx	0.5212	0,2175 to 0,8249	Yes	****	<0,0001
TLF trasversale dx vs. FL ant 2 dx	0.4667	0,1226 to 0,8108	Yes	***	0.0007
TLF trasversale dx vs. FL ant 2 sx	0.4076	0,07859 to 0,7366	Yes	**	0.0035
TLF trasversale dx vs. CF ant 2 dx	0.6807	0,3770 to 0,9844	Yes	****	<0,0001
TLF trasversale dx vs. CF ant 2 sx	0.6318	0,3281 to 0,9355	Yes	****	<0,0001
TLF longitudinale dx vs. TLF trasversale sx	-0.05696	-0,3607 to 0,2467	No	ns	>0,9999
TLF longitudinale dx vs. TLF longitudinale sx	-0.00474	-0,3084 to 0,2990	No	ns	>0,9999
TLF longitudinale dx vs. FL post 2 dx	0.1629	-0,1453 to 0,4712	No	ns	0.843
TLF longitudinale dx vs. FL post 2 sx	0.1319	-0,1870 to 0,4508	No	ns	0.968
TLF longitudinale dx vs. CF post 2 dx	0.4188	0,1105 to 0,7270	Yes	***	0.0007
TLF longitudinale dx vs. CF post 2 sx	0.3632	0,06359 to 0,6627	Yes	**	0.0048
TLF longitudinale dx vs. FL ant 2 dx	0.3086	-0,03187 to 0,6491	No	ns	0.1169
TLF longitudinale dx vs. FL ant 2 sx	0.2495	-0,07567 to 0,5748	No	ns	0.3226
TLF longitudinale dx vs. CF ant 2 dx	0.5226	0,2231 to 0,8222	Yes	****	<0,0001
TLF longitudinale dx vs. CF ant 2 sx	0.4737	0,1741 to 0,7733	Yes	****	<0,0001
TLF trasversale sx vs. TLF longitudinale sx	0.05222	-0,2556 to 0,3600	No	ns	>0,9999

TLF trasversale sx vs. FL post 2 dx	0.2199	-0,09240 to 0,5321	No	ns	0.4594
TLF trasversale sx vs. FL post 2 sx	0.1889	-0,1339 to 0,5117	No	ns	0.7351
TLF trasversale sx vs. CF post 2 dx	0.4758	0,1635 to 0,7880	Yes	****	<0,0001
TLF trasversale sx vs. CF post 2 sx	0.4201	0,1164 to 0,7238	Yes	***	0.0005
TLF trasversale sx vs. FL ant 2 dx	0.3656	0,02145 to 0,7097	Yes	*	0.0266
TLF trasversale sx vs. FL ant 2 sx	0.3065	-0,02252 to 0,6355	No	ns	0.0942
TLF trasversale sx vs. CF ant 2 dx	0.5796	0,2759 to 0,8833	Yes	****	<0,0001
TLF trasversale sx vs. CF ant 2 sx	0.5306	0,2269 to 0,8343	Yes	****	<0,0001
TLF longitudinale sx vs. FL post 2 dx	0.1676	-0,1446 to 0,4799	No	ns	0.8288
TLF longitudinale sx vs. FL post 2 sx	0.1367	-0,1861 to 0,4595	No	ns	0.9622
TLF longitudinale sx vs. CF post 2 dx	0.4235	0,1113 to 0,7358	Yes	***	0.0007
TLF longitudinale sx vs. CF post 2 sx	0.3679	0,06419 to 0,6716	Yes	**	0.0049
TLF longitudinale sx vs. FL ant 2 dx	0.3133	-0,03077 to 0,6574	No	ns	0.1129
TLF longitudinale sx vs. FL ant 2 sx	0.2543	-0,07474 to 0,5833	No	ns	0.3118
TLF longitudinale sx vs. CF ant 2 dx	0.5274	0,2237 to 0,8311	Yes	****	<0,0001
TLF longitudinale sx vs. CF ant 2 sx	0.4784	0,1747 to 0,7821	Yes	****	<0,0001
FL post 2 dx vs. FL post 2 sx	-0.03098	-0,3581 to 0,2961	No	ns	>0,9999
FL post 2 dx vs. CF post 2 dx	0.2559	-0,06082 to 0,5726	No	ns	0.2478
FL post 2 dx vs. CF post 2 sx	0.2002	-0,1080 to 0,5085	No	ns	0.5881
FL post 2 dx vs. FL ant 2 dx	0.1457	-0,2024 to 0,4938	No	ns	0.9652
FL post 2 dx vs. FL ant 2 sx	0.08664	-0,2466 to 0,4199	No	ns	0.9994
FL post 2 dx vs. CF ant 2 dx	0.3597	0,05147 to 0,6680	Yes	**	0.0083
FL post 2 dx vs. CF ant 2 sx	0.3108	0,002520 to 0,6190	Yes	*	0.0462

FL post 2 sx vs. CF post 2 dx	0.2869	-0,04022 to 0,6140	No	ns	0.1486
FL post 2 sx vs. CF post 2 sx	0.2312	-0,08769 to 0,5501	No	ns	0.4119
FL post 2 sx vs. FL ant 2 dx	0.1767	-0,1809 to 0,5343	No	ns	0.8941
FL post 2 sx vs. FL ant 2 sx	0.1176	-0,2255 to 0,4607	No	ns	0.9927
FL post 2 sx vs. CF ant 2 dx	0.3907	0,07179 to 0,7096	Yes	**	0.0041
FL post 2 sx vs. CF ant 2 sx	0.3418	0,02284 to 0,6607	Yes	*	0.0241
CF post 2 dx vs. CF post 2 sx	-0.05563	-0,3639 to 0,2526	No	ns	>0,9999
CF post 2 dx vs. FL ant 2 dx	-0.1102	-0,4583 to 0,2379	No	ns	0.9963
CF post 2 dx vs. FL ant 2 sx	-0.1692	-0,5025 to 0,1640	No	ns	0.875
CF post 2 dx vs. CF ant 2 dx	0.1038	-0,2044 to 0,4121	No	ns	0.9937
CF post 2 dx vs. CF ant 2 sx	0.05489	-0,2534 to 0,3631	No	ns	>0,9999
CF post 2 sx vs. FL ant 2 dx	-0.05456	-0,3950 to 0,2859	No	ns	>0,9999
CF post 2 sx vs. FL ant 2 sx	-0.1136	-0,4388 to 0,2116	No	ns	0.9915
CF post 2 sx vs. CF ant 2 dx	0.1595	-0,1401 to 0,4590	No	ns	0.8366
CF post 2 sx vs. CF ant 2 sx	0.1105	-0,1890 to 0,4101	No	ns	0.9867
FL ant 2 dx vs. FL ant 2 sx	-0.05905	-0,4223 to 0,3042	No	ns	>0,9999
FL ant 2 dx vs. CF ant 2 dx	0.214	-0,1264 to 0,5545	No	ns	0.6376
FL ant 2 dx vs. CF ant 2 sx	0.1651	-0,1754 to 0,5056	No	ns	0.9056
FL ant 2 sx vs. CF ant 2 dx	0.2731	-0,05214 to 0,5983	No	ns	0.1978
FL ant 2 sx vs. CF ant 2 sx	0.2241	-0,1011 to 0,5494	No	ns	0.4942
CF ant 2 dx vs. CF ant 2 sx	-0.04895	-0,3485 to 0,2506	No	ns	>0,9999

	TLF trasversale dx	TLF longitudinale dx	TLF trasversale sx	TLF longitudinale sx	FL post 2 dx	FL post 2 sx	CF post 2 dx	CF post 2 sx	FL ant 2 dx	FL ant 2 sx	CF ant 2 dx	CF ant 2 sx
Number of values	18	19	18	18	17	15	17	19	12	14	19	19
Minimum	0.99	0.89	0.93	1.07	0.83	0.99	0.69	0.82	0.8	0.87	0.66	0.68
Maximum	2.38	2.25	2.41	2.19	1.85	1.89	1.69	1.62	1.49	1.72	1.16	1.72
Range	1.39	1.36	1.48	1.12	1.02	0.9	1	0.8	0.69	0.85	0.5	1.04
Mean	1.583	1.425	1.482	1.43	1.262	1.293	1.006	1.062	1.117	1.176	0.9026	0.9516
Std. Deviation	0.3899	0.3427	0.4018	0.3258	0.238	0.2397	0.2379	0.2094	0.1885	0.2259	0.1452	0.2289
Std. Error of Mean	0.0919	0.07862	0.09471	0.0768	0.05773	0.0619	0.0577	0.04803	0.05442	0.06036	0.03331	0.05251
Lower 95% CI of mean	1.389	1.26	1.282	1.268	1.14	1.161	0.8842	0.9612	0.9969	1.045	0.8326	0.8413
Upper 95% CI of mean	1.777	1.59	1.682	1.592	1.385	1.426	1.129	1.163	1.236	1.306	0.9726	1.062
Coefficient of variation	24,62%	24,05%	27,11%	22,79%	18,86%	18,54%	23,64%	19,71%	16,88%	19,21%	16,09%	24,05%



CAPITOLO 4

DISCUSSIONE

La prima novità introdotta da questo studio è il fatto che in letteratura non sono presenti studi che valutano lo spessore delle fasce per un campione di una popolazione così giovane non elitaria che pratica ginnastica ritmica.

Confrontando test ed ecografie non sono emersi dati particolarmente significativi; si nota unicamente una correlazione positiva tra sit and reach test e lo spessore della fascia FL post 2 sx: risulta un andamento direttamente proporzionale in cui all'aumentare del valore raggiunto nel test, aumenta lo spessore della fascia, questo perché, probabilmente, la fascia in quel sito anatomico risulta maggiormente sviluppata.

Un risultato rilevante è invece emerso dal paragone dello spessore delle fasce del nostro campione con quello che era stato rilevato in altri studi presenti in letteratura su tre campioni di adulti sani.

Le fasce dell'embrione sono più spesse rispetto a quelle dell'adulto, poiché ricche di acido ialuronico e meno di tessuto collagene, in quanto il tessuto deve ancora specializzarsi ed è soggetto, quindi, ad ampia variabilità, ma col tempo la fascia si struttura e diventa più fina; di conseguenza, prima di questo studio, ci si aspettava che le fasce dei soggetti presi a campione fossero più fine rispetto a quelle di una popolazione adulta.

Comparando ulteriormente gli spessori delle bambine con quelli di tre studi^{23 24 25} su un campione di adulti, è emerso che gli spessori delle fasce di queste due popolazioni sono molto simili.

In particolare, i valori che più si sovrappongono sono quelli rilevati per la fascia toracolombare: questa fascia appare strutturata a sviluppata precocemente, probabilmente per via del carico meccanico a cui è sottoposta nelle attività di vita quotidiana e in questo caso anche per la grande sollecitazione che ne deriva dallo sport preso in considerazione per questo studio.

Di seguito viene riportata la tabella con i valori²⁶ a confronto.

²³ Pirri C, Fede C, Stecco A, Guidolin D, Fan C, De Caro R, Stecco C. Ultrasound Imaging of Crural Fascia and Epimysial Fascia Thicknesses in Basketball Players with Previous Ankle Sprains Versus Healthy Subjects. *Diagnostics (Basel)*. 2021 Jan 26;11(2):177. doi: 10.3390/diagnostics11020177. PMID: 33530583; PMCID: PMC7911860.

²⁴ Pirri C, Pirri N, Guidolin D, Macchi V, Porzionato A, De Caro R, Stecco C. Ultrasound Imaging of Thoracolumbar Fascia Thickness: Chronic Non-Specific Lower Back Pain versus Healthy Subjects; A Sign of a "Frozen Back"? *Diagnostics (Basel)*. 2023 Apr 16;13(8):1436. doi: 10.3390/diagnostics13081436. PMID: 37189537; PMCID: PMC10137552.

²⁵ Pirri C, Fede C, Petrelli L, Guidolin D, Fan C, De Caro R, Stecco C. An anatomical comparison of the fasciae of the thigh: A macroscopic, microscopic and ultrasound imaging study. *J Anat*. 2021 Apr;238(4):999-1009. doi: 10.1111/joa.13360. Epub 2020 Nov 20. PMID: 33219512; PMCID: PMC7930759.

²⁶ Unità di misura: mm

		Ginnaste	Adulti sani²⁷
Fascia toracolombare	longitudinale dx	1,48 ± 0,40	1,75 ± 0,71
	trasversale dx	1,58 ± 0,39	1,61 ± 0,4
	longitudinale sx	1,43 ± 0,33	1,96 ± 0,81
	trasversale sx	1,48 ± 0,40	1,7 ± 0,51
Fascia crurale	ant 2	0,93 ± 0,19	0,78 ± 0,51
	post 2	1,03 ± 0,22	0,95 ± 0,27
Fascia lata	ant 2	1,15 ± 0,21	1,29 ± 0,48
	post 2	1,28 ± 0,24	1,34 ± 0,45

Altro risultato importante deriva dai test Knee extension test e Leg rise ROM. Nella maggior parte dei casi, infatti, si ha una differenza, importante per alcuni soggetti, per il ROM della stessa articolazione tra un arto e quello controlaterale:

- nel Knee extension test: in tutti i casi, tranne due, è sempre presente una differenza che varia dai 2° ai 26° tra l'articolazione di una gamba e l'altra
- nel Leg rise ROM: è presente, tranne che in un caso, una differenza tra i due lati, che oscilla tra i 2° e i 42°

Questo perché nella ginnastica ritmica si dà più importanza all'esecuzione perfetta del gesto tecnico e al raggiungimento della più ampia escursione articolare, che solitamente viene raggiunta dall'arto dominante, facendo passare in secondo piano l'arto non dominante e allenandolo meno.

Col tempo utilizzare sempre lo stesso arto porta all'insorgenza di asimmetrie, che risulteranno difficili da compensare una volta assimilate.

Di conseguenza una fascia già strutturata insieme ad un allenamento non equilibrato per entrambi gli arti porterà sicuramente ad asimmetrie che potrebbero permanere a lungo, se non per tutto l'arco della vita di un soggetto, procurando algie che si ripercuoteranno sulla postura e l'atteggiamento di tutto il corpo.

²⁷ Fascia toracolombare: confronto dati con gruppo di controllo di 46 adulti sani di età 27,09 ± 12,38;
 Fascia crurale: confronto dati con gruppo di controllo di 15 adulti sani di età 38,07 ± 12,38
 Fascia lata: confronto dati con gruppo di controllo di 20 adulti sani di età 30,35 ± 11,22

CAPITOLO 5

CONCLUSIONE

Alla luce dei risultati emersi da questo studio, si arriva alla conclusione che la componente genetica di un soggetto influisce sulla capacità delle atlete di raggiungere una maggior escursione articolare: i risultati migliori per i test somministrati non sono stati necessariamente ottenuti dalle ginnaste che si allenano per più ore a settimana o da più tempo.

Confrontando i valori dei test e quelli ottenuti dall'esame ecografico, non sono emerse correlazioni significative, ma inaspettatamente si è osservata una similitudine importante tra lo spessore delle fasce delle bambine e quella degli adulti.

Inoltre, si è notata una differenza anche sostanziale tra le ampiezze articolari raggiunte dagli stessi soggetti per la stessa articolazione tra i due arti.

Proprio per questi motivi, è necessario che gli allenamenti proposti per le ginnaste sia in questa fascia d'età, che in tutte le altre, siano in primo luogo seguiti da personale competente e consapevole delle possibili problematiche e rischi a cui sono sottoposte le atlete. In secondo luogo, è necessario che gli allenamenti siano volti ad incrementare la flessibilità e la capacità tecnica, mantenendo un equilibrio per l'allenamento dei due arti, cercando di generare meno differenze e, conseguentemente, meno probabilità di scompensi, dolori e infortuni.

Infine, in questo sport bisogna porre un'ulteriore attenzione sul tratto lombare, in quanto fortemente sollecitato sia per l'attività svolta sia nella vita di tutti i giorni: poiché la fascia toracolombare inizia a strutturarsi precocemente causando solitamente, un atteggiamento iperlordotico, è bene concentrarsi fin da subito su un rinforzo del core e dell'addome, come afferma Hutchinson MR nel suo studio²⁸, così che gli sforzi e il fulcro del movimento non inizino dalle vertebre lombari (principale causa di disturbi lombari), ma dalla muscolatura addominale e del core.

²⁸ Hutchinson MR. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Nov;31(11):1686-8. doi: 10.1097/00005768-199911000-00027. PMID: 10589874.

SITOGRAFIA

Hutchinson MR. Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Nov;31(11):1686-8. doi: 10.1097/00005768-199911000-00027. PMID: 10589874.

<https://www.sportmagazine.it/altri-sport/2020/12/28/ginnastica-ritmica-storia/>

Jürimäe J, Gruodyte-Raciene R, Baxter-Jones ADG. Effects of Gymnastics Activities on Bone Accrual during Growth: A Systematic Review. *J Sports Sci Med.* 2018 May 14;17(2):245-258. PMID: 29769826; PMCID: PMC5950742.

Jha SC, Sakai T, Hangai M, Toyota A, Fukuta S, Nagamachi A, Sairyō K. Stress fracture of the thoracic spine in an elite rhythmic gymnast: A case report. *J Med Invest.* 2016;63(1-2):119-21. doi: 10.2152/jmi.63.119. PMID: 27040065.

Gulati R, Rychlik K, Wild JT, LaBella CR. Rhythmic gymnasts' injuries in a pediatric sports medicine clinic in the United States: a 10-year retrospective chart review. *Phys Sportsmed.* 2022 Oct;50(5):454-460. doi: 10.1080/00913847.2022.2040890. Epub 2022 Feb 16. PMID: 35135415.

<https://www.my-personaltrainer.it/tendinite.html>

<https://www.my-personaltrainer.it/salute-benessere/tenosinovite-sinovite-tendine.html>

<https://www.my-personaltrainer.it/salute/distorsione.html>

Georgopoulos N, Markou K, Theodoropoulou A, Paraskevopoulou P, Varaki L, Kazantzi Z, Leglise M, Vagenakis AG. Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999 Dec;84(12):4525-30. doi: 10.1210/jcem.84.12.6177. PMID: 10599712.

Frutuoso AS, Diefenthaler F, Vaz MA, Freitas Cde L. LOWER LIMB ASYMMETRIES IN RHYTHMIC GYMNASTICS ATHLETES. *Int J Sports Phys Ther.* 2016 Feb;11(1):34-43. PMID: 26900498; PMCID: PMC4739046.

Wilke J, Macchi V, De Caro R, Stecco C. Fascia thickness, aging and flexibility: is there an association? *J Anat.* 2019 Jan;234(1):43-49. doi: 10.1111/joa.12902. Epub 2018 Nov 11. PMID: 30417344; PMCID: PMC6284431

Lempke L, Wilkinson R, Murray C, Stanek J. The Effectiveness of PNF Versus Static Stretching on Increasing Hip-Flexion Range of Motion. *J Sport Rehabil.* 2018 May 1;27(3):289-294. doi: 10.1123/jsr.2016-0098. Epub 2018 May 22. PMID: 28182516.

Donti O, Tsolakis C, Bogdanis GC. Effects of baseline levels of flexibility and vertical jump ability on performance following different volumes of static

stretching and potentiating exercises in elite gymnasts. *J Sports Sci Med.* 2014 Jan 20;13(1):105-13. PMID: 24570613; PMCID: PMC3918545.

Pirri C, Pirri N, Guidolin D, Macchi V, Porzionato A, De Caro R, Stecco C. Ultrasound Imaging of Thoracolumbar Fascia Thickness: Chronic Non-Specific Lower Back Pain versus Healthy Subjects; A Sign of a "Frozen Back"? *Diagnostics (Basel).* 2023 Apr 16;13(8):1436.

Pirri C, Fede C, Petrelli L, Guidolin D, Fan C, De Caro R, Stecco C. An anatomical comparison of the fasciae of the thigh: A macroscopic, microscopic and ultrasound imaging study. *J Anat.* 2021 Apr;238(4):999-1009

Pirri C, Fede C, Stecco A, Guidolin D, Fan C, De Caro R, Stecco C. Ultrasound Imaging of Crural Fascia and Epimysial Fascia Thicknesses in Basketball Players with Previous Ankle Sprains Versus Healthy Subjects. *Diagnostics (Basel).* 2021 Jan 26;11(2):177.