

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**Cambiamenti ed evoluzione delle capacità motorie nella scuola  
secondaria di secondo grado**

Relatore: Dott. Casolo Andrea

Laureando: Schiavon Tommaso

N° di matricola: 2011734

Anno Accademico 2022/2023

## **INDICE**

### **Capitolo 1: INTRODUZIONE**

- 1.1. L'età evolutiva
- 1.2. Effetti benefici dell'attività fisica in età evolutiva
- 1.3. Abitudini motorie di ragazzi e adolescenti: raccomandazioni vs. partecipazione effettiva
  - 1.3.1 Abitudini motorie durante la pandemia da COVID-19
- 1.4. Le capacità motorie: definizioni e confronto tra passato e presente
  - 1.4.1 La valutazione delle capacità motorie
  - 1.4.2 La teoria delle fasi sensibili
  - 1.4.3 La capacità di forza
  - 1.4.4 La capacità di resistenza
  - 1.4.5 La capacità di rapidità
  - 1.4.6 Capacità motorie nella scuola secondaria di secondo grado
- 1.5. Scopo della tesi

### **Capitolo 2: MATERIALI E METODI**

- 2.1 Descrizione dello studio e dei partecipanti
- 2.2 Test da campo effettuati
  - 2.2.1 Sargeant test
  - 2.2.2 Salto in lungo da fermo
  - 2.2.3 Lancio della palla medica
  - 2.2.4 Test di Cooper
  - 2.2.5 Sprint 30 metri test
  - 2.2.6 Stand and Reach Flexibility Test (SRFT)

### **Capitolo 3: RISULTATI**

- 3.1 Confronto sviluppo/evoluzione capacità motorie nella scuola secondaria di secondo grado (analisi trasversale)
- 3.2 Confronto cambiamento delle capacità motorie degli studenti in entrata e uscita dalla scuola secondaria negli ultimi 5 anni (analisi trasversale)

3.3 Confronto cambiamento delle capacità motorie pre vs. post COVID-19  
(analisi longitudinale)

#### **Capitolo 4: DISCUSSIONE E CONCLUSIONI**

4.1 Come sono variate le prestazioni in base all'età

4.2 Come sono variate le prestazioni tra le diverse annate

4.3 Come sono variate le prestazioni dopo la pandemia

4.4 Punti di forza dello studio

4.5 Limitazioni dello studio

#### **Bibliografia e Sitografia**

## **CAPITOLO 1**

### **1.1. L'ETA' EVOLUTIVA**

L'età evolutiva è un periodo nella vita di un individuo compreso dalla nascita fino ai 18 anni circa, anche se non vi è uno specifico arco temporale ben preciso per definirla. Si può distinguere in tre fasi distinte:

1. Dalla nascita ai sei anni: identificata come infanzia;
2. Dai sette ai tredici o quattordici anni: identificata come fanciullezza;
3. Dai quattordici ai diciotto anni: identificata come adolescenza.

L'età evolutiva, nel corso della vita di una persona, è una fase molto sensibile che porta dei cambiamenti importanti a livello fisiologico, biologico, psicologico e anche sociale; una maturazione radicale e accelerata del proprio organismo, che subisce trasformazioni irreversibili al fine di aumentarne l'efficienza e le potenzialità dei propri mezzi. Questa fase è tanto importante quanto delicata, poiché portando una maturazione così marcata al corpo, spesso finisce per creare degli squilibri sia motori che psicologici al soggetto. Motori ad esempio perché con l'aumentare delle masse corporee e l'allungamento del proprio compartimento osseo, gli equilibri di coordinazione, gli schemi motori acquisiti e la differenziazione cinestesica precedentemente creata nell'infanzia vanno a modificarsi (Hirtz & Starosta, 2002); nel mentre psicologici, poiché l'immagine che ci si era creati viene mutata improvvisamente. L'adolescente percepisce di dover chiudere con la propria fanciullezza, gli squilibri ormonali comportano cambiamenti emotivi, la comparsa di acne può causare depressione etc. Tutto ciò comporta un periodo nel quale il giovane adulto si trova nella situazione di dover chiudere una porta con il passato per aprirne un'altra verso il futuro che comporterà diventare un adulto vero e proprio.

Come abbiamo ben capito l'età evolutiva comporta importanti modificazioni al corpo che lo portano a maturare, allungarsi e ingrossarsi, manifestando la comparsa dei caratteri sessuali secondari (cambiamento della voce,

sviluppo genitali esterni, ingrossamento della muscolatura, comparsa di barba, baffi e peli pubici, ascellari, sul petto per l'uomo; per la donna invece: sviluppo del seno, l'allargamento del bacino, la comparsa di peli pubici ed ascellari).

Questo periodo è indipendente dall'età anagrafica del soggetto poiché cambia a seconda dell'orologio biologico di ciascuno in base alla genetica, al sesso e ad altri fattori ambientali. Parlando dell'età evolutiva, non possiamo far riferimento ad un singolo anno o ad un periodo specifico ma semplicemente ad un range di tempo che potrà essere del tutto variabile dipendentemente da alcuni fattori.

Tra i principali fattori che variano lo sviluppo troviamo (Balasundaram, Avulakunta, 2023):

- Fattori genetici;
- Salute nello stadio fetale;
- Fattori socio-economici (urbanizzazione, livello di classe socio-economica);
- Malnutrizione (carenza da oligominerali, ferro, zinco etc.).

Vi è una chiara e definita differenza tra l'età anagrafica (o cronologica), cioè l'età effettiva del soggetto in base alla data della propria nascita, ed età biologica, cioè l'età dimostrata dal soggetto in base alla comparsa dei caratteri sessuali secondari; ciò comporterà di avere ragazzi che pur avendo la stessa età anagrafica, a livello biologico non sembreranno per niente coetanei: alcuni soggetti con uno sviluppo precoce dimostreranno un'età decisamente superiore all'età effettiva mentre altri coetanei conserveranno tratti decisamente più infantili.

Questa differenza di maturazione tra individui della stessa età comporta una serie di ineguaglianze dal punto di vista motorio-prestative all'interno dello sport giovanile: soggetti anche più talentuosi e dotati tecnicamente ma in uno stato di sottosviluppo rispetto all'età anagrafica non riescono a far fronte

rispetto ad avversari magari meno dotati tecnicamente ma con uno sviluppo precoce; semplificando, sarebbe come mettere nello stesso campo, nella stessa gara o nella stessa competizione un bambino e un adulto.

Se è vero che a livello biologico l'età evolutiva porta progressivamente al corpo nuove straordinarie risorse, capacità ed energie questo amaramente non si può rispecchiare a livello psicologico per l'individuo. Un'analisi dell'Ocse rileva come nella fascia d'età dai 16 ai 24 si è riscontrato, nel campione utilizzato, che più del 24% dei soggetti presenta sintomi della depressione (OECD/European Union 2022), di conseguenza è impossibile non citare quanto questa fase spesso si porti con sé una estrema fragilità psicologica che porta numerosissimi ragazzi ad essere infelici della propria vita caratterizzando la scuola di secondaria istruzione come il teatro di tristi vicende e relazioni interpersonali malsane quali il bullismo. Questa tesi non ha lo scopo di andare ad approfondire questo argomento di cui tuttavia è necessario prendere coscienza anche perché la motivazione e il benessere psicologico influenzano direttamente il grado di performance motoria di un soggetto.

Come viene indicato da Scammon tramite il proprio modello teorico, la crescita postnatale dei diversi sistemi non è proporzionata e costante. L'andamento della maturazione lungo tutto l'arco dell'età evolutiva ha tempistiche del tutto diverse tra loro, ad esempio il sistema neurale è il primo che riceve un forte adattamento fin dai 4 anni mentre ad esempio l'apparato genitale è l'ultimo a evolversi. Questo implica che ad una certa età si può avere un sistema (come ad esempio, quello neurale) nel pieno delle proprie capacità e potenzialità ed invece altri apparati completamente immaturi.

La crescita differenziata di Scammon suggerisce che gli esseri umani e altri mammiferi non seguono una crescita uniforme, ma piuttosto un modello asimmetrico e differenziato. Questo concetto ha importanti implicazioni nello studio dello sviluppo umano e può fornire una prospettiva più

approfondita sulla sequenza e il ritmo di crescita delle diverse parti del corpo durante la vita di un individuo.

Qui di seguito è presentato il modello teorico proposto da Scammon che graficamente, forse in modo convenzionale ma esaustivo, riassume mediante quattro curve la crescita postnatale dei 4 sistemi principali del nostro organismo (Malina et al. 2004).

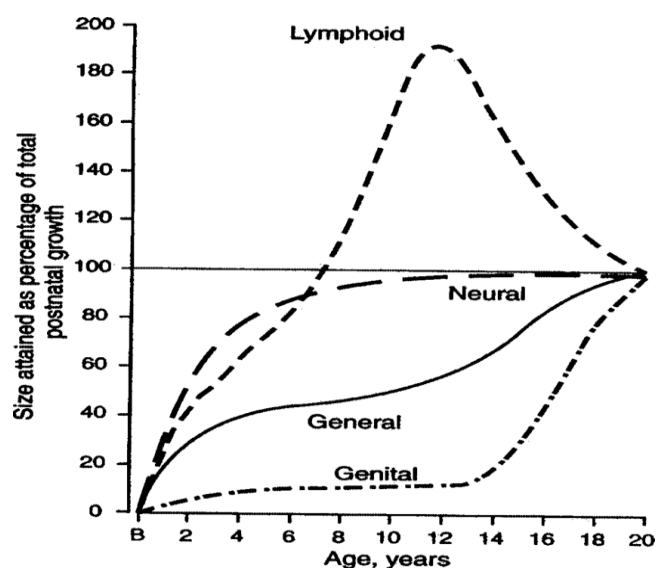


Figura 1. Modello teorico della crescita postnatale proposto da Scammon (Tratto da: Malina, R.M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation and physical activity).

Anche le capacità motorie non hanno una maturazione costante e proporzionata tra di loro. Questo concetto è alla base della teoria delle “fasi sensibili” proposta da Martin nel 1991, il quale ha elaborato una teoria in grado di spiegare quale sia la capacità motoria maggiormente allenabile in modo efficace, in relazione alle varie fasi dello sviluppo dell’individuo. Questo impone ad un educatore che sia capace e a conoscenza di ciò, di prescrivere e implementare un lavoro su misura in base all’età dei propri allievi. Un esempio è fornirgli il giusto bagaglio di esperienze coordinative nella prima infanzia e lavorare in modo specifico sulle capacità condizionali durante l’adolescenza e così via. Questo argomento tuttavia verrà

approfondito in maniera più dettagliata nel paragrafo 1.4.2 del presente elaborato.

Seppure la teoria di Martin abbia avuto e continui ad avere un'importante rilevanza, studi più recenti hanno cercato di confermare (o confutare) questo modello. Ad esempio, uno studio condotto nel 2020 da Solum et al., utilizzando il lancio delle freccette al bersaglio con la mano non dominante, non ha rilevato particolari differenze della curva di apprendimento tra i diversi gruppi (10 anni, 18 anni e adulti), l'unica evidenza emersa è una variabilità maggiore nei bambini di 10 anni; in conclusione lo studio ha evidenziato come l'apprendimento di una task dalla forte componente coordinativa, quale il lancio delle freccette con la mano non dominante, non sia particolarmente influenzato dall'età cronologica del soggetto, ponendo ulteriori dubbi sulla teoria dell'età d'oro per l'apprendimento dai 7 ai 10 anni circa (Solum et al. 2020).

Secondo invece un altro articolo che tratta di un'analisi critica riguardo le fasi sensibili sostiene, in base al principio che diverse capacità siano direttamente correlabili ad altre, che sia limitativo parlare di allenamenti e periodi specifici per una singola capacità e che ogni tipologia di sport e soggetto è diversa, quindi una generalizzazione eccessiva potrebbe risultare alquanto imprecisa. Di conseguenza consiglia agli allenatori di prediligere un lavoro generalizzato senza insistere con allenamenti specializzati nelle diverse capacità motorie singolari, seppur anche questo, con le giuste proporzioni, può risultare una tipologia di allenamento efficace (Van Hooren et Al. 2020).

Infine un articolo del 2002 sostiene che grazie alla nostra plasticità ci viene permesso di apprendere nuovi gesti motori lungo tutto il corso della vita, motivazione e stimoli adatti permettendo. Il grafico seguente mostra come, grazie a degli stimoli adatti vi sia un chiaro ed evidente perfezionamento dell'equilibrio negli anni, con un leggero picco verso la fascia d'età dei 10-11 anni (Hirtz & Starosta, 1988).



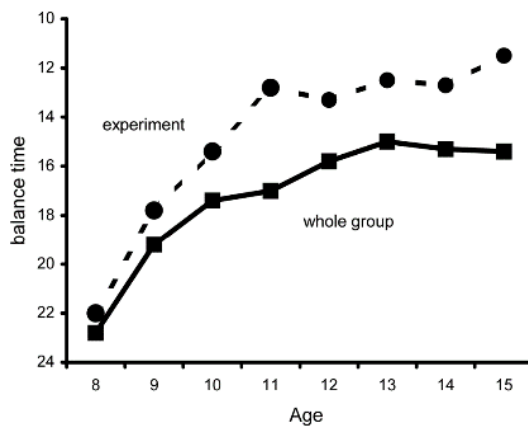


Figura 2. Sviluppo dell'equilibrio nel genere femminile; esperimento pedagogico (Hirtz, 1988).

Secondo la mia opinione non si dovrebbe generalizzare una cosa complessa come l'apprendimento motorio con delle rigide regole, come ad esempio: a 10/12 anni si deve svolgere un lavoro specializzato solo e unicamente sulle capacità coordinative, dopo i 15 anni si programma un lavoro settoriale sulla forza e così via; piuttosto, ci si dovrebbe concentrare sullo sviluppo globale del soggetto, senza avere una prospettiva di dovere creare per forza un atleta perfetto nel lungo termine. Lo sport prima di essere vissuto a livello agonistico e competitivo deve essere impostato al ragazzo come un mezzo per poter divertirsi, sperimentare nuove cose e imparare a lavorare di squadra, solamente dopo ciò si può iniziare a ragionare sotto un punto di vista prettamente tecnico-funzionale. A mio parere effettuare allenamenti generalizzati andando ad allenare tutte le varie capacità motorie come far sperimentare ad un bambino cosa vuol dire correre veloci, percepire la fatica, la sensazione di sentirsi imbranato con un esercizio dalla complessa componente coordinativa etc. può essere una valida metodologia di allenamento per offrire al giovane atleta che si sta avvicinando al mondo dello sport ad avere una consapevolezza di cosa sia il movimento.

## **1.2 Effetti benefici dell'attività fisica in età evolutiva**

E' ormai ampiamente riconosciuto che l'attività fisica, definita come qualsiasi movimento corporeo prodotto dai muscoli scheletrici che comporta un dispendio energetico (Caspersen et al. 1985), ha importanti benefici sul nostro organismo (Bouchard, Blair & Haskell, 2012). Già Ippocrate (460-377 a.C.) enunciava: "Se fossimo in grado di fornire a ciascuno la giusta dose di nutrimento ed esercizio fisico, né in difetto né in eccesso, avremmo trovato la strada per la salute", e attraverso le nuove ricerche scientifiche moderne si stanno sempre più riconfermando le ipotesi di Ippocrate che già migliaia di anni prima aveva elaborato.

Attraverso l'evoluzione che ci ha permesso di essere tali, non siamo assolutamente stati biologicamente adattati per una situazione del genere, infatti, l'importante evoluzione tecnologica ha decisamente superato in velocità l'evoluzione vera e propria, catapultando noi esseri umani da una situazione nella quale il nostro corpo doveva battersi contro l'ambiente esterno ostile per garantirsi la sopravvivenza, ad una situazione nella quale l'ambiente esterno è stato plasmato a nostro utilizzo e comodità, comportando che organi quale l'apparato locomotore risulti quasi sovradimensionato alle nostre attuali esigenze. Il corpo ha bisogno di muoversi: il movimento è vita, ed è un elemento intrinseco alla natura umana necessario per un corretto, sano ed equilibrato benessere.

La sedentarietà infatti è ormai globalmente riconosciuta come uno dei più importanti fattori di rischio (Haileamlak, 2019) per varie patologie quali: malattie cardiovascolari (infarto e ictus), cancro, malattie respiratorie croniche e diabete. Si può stimare che la sedentarietà in quanto fattore di rischio possa essere causa di 1.6 milioni di morti ogni anno ed in quanto tale è stata riconosciuta come il quarto principale fattore di rischio di mortalità globale (GBD, 2015).

L'effetto dell'attività fisica infatti non è solo circoscritta all'apparato locomotore, come ingenuamente si potrebbe pensare, ma coinvolge il corpo

nella sua totalità: tutti gli organi, i sistemi e gli apparati dell'organismo ne sono positivamente influenzati. Vediamo ora brevemente, alcuni esempi dei principali effetti benefici del movimento sull'organismo umano (AAHPERD, 1995):

- Sistema scheletrico: stimola lo sviluppo in lunghezza, favorisce una migliore nutrizione, aumenta la resistenza e la robustezza;
- Sistema articolare: mantenimento della mobilità fisiologica, irrobustisce le capsule articolari, recupero e aumento della mobilità articolare;
- Sistema muscolare: aumento del volume del muscolo, aumento dell'elasticità, aumenta la capacità di sostenere sforzi prolungati, aumenta il deposito di sostanze energetiche, migliora la trasmissione degli stimoli nervosi, facilita lo smaltimento dell'acido lattico;
- Sistema respiratorio: riduzione del tempo di recupero, minor aumento della frequenza respiratoria, aumento della capacità vitale, aumento del tempo di apnea, potenziamento della meccanica respiratoria.
- Sistema cardio-circolatorio: ipertrofia del miocardio, aumento delle cavità interne, maggior gittata sistolica, maggior portata cardiaca, aumento della frequenza cardiaca sotto sforzo, riduzione delle pulsazioni a riposo, riduzione dei tempi di recupero;
- Sistema nervoso: affinamento dei recettori sensoriali, aumento velocità di conduzione degli stimoli nervosi sensoriali e motori, miglioramento dei tempi di reazione, automatizzazione del movimento, affinamento delle capacità coordinative, reclutamento delle unità motorie (coordinazione intra ed inter-muscolare), frequenza di scarica dei moto neuroni;
- Sistema digerente: accelerazione di tutti gli atti della digestione, facilitazione della digestione;
- Dimensione psichica: sviluppa, stimola e migliora la funzionalità delle vie sensoriali afferenti favorendo l'arrivo a livello cerebrale una maggior quantità e qualità di informazioni, conoscenza del mondo;

- Dimensione sociale: aiuta a gestire le esperienze affettive legate al successo o all'insuccesso di una determinata attività; conoscenza nuovi compagni, sviluppo delle capacità di collaborazione, fiducia nell'altro, senso di responsabilità, aiuto dell'altro, capacità di saper trovare un proprio ruolo nel gruppo.

E a livello specifico sulla salute, l'attività fisica se svolta a sufficienza secondo le linee guida:

1. Previene e tratta l'obesità
2. Regola la pressione arteriosa
3. Regola i lipidi nel sangue e la dislipidemia
4. Regola il glucosio nel sangue e il diabete mellito
5. Previene le malattie cardiovascolari
6. Previene alcune forme del cancro (al colon e al seno) (US Department of Health and Human Services, 2008)
7. Rinforza la salute muscolo-scheletrica
8. Aumenta la salute mentale (ansia, stress, depressione, funzioni cognitive) (ACSM, 2011)

Nel caso specifico dell'età evolutiva, l'attività motoria assume ancor di più un ruolo essenziale per l'armonioso e corretto sviluppo della persona. Infatti lo sport o l'attività fisica in generale possono fornire al ragazzo importanti lezioni di vita aldilà del mero benessere fisico e apprendimento motorio educando a 360 gradi l'individuo: temprà il carattere, insegna a collaborare con i propri compagni ma anche lo spirito di competitività, ad accettare la sconfitta, aumentare la dedizione al sacrificio e l'etica al lavoro, a rispettare il proprio avversario ed infine è un antidepressivo naturale.

Un soggetto che pratica o ha praticato uno sport con costanza di certo potrà ricavarne dei benefici concreti nella vita di tutti i giorni e non solo nella sfera circoscritta della salute e della psicomotricità.

### 1.3. Abitudini motorie di ragazzi e adolescenti: raccomandazioni vs. partecipazione effettiva

Dopo aver capito quanto effettivamente l'attività fisica, se praticata su base quotidiana, giochi un ruolo fondamentale per la prevenzione di varie patologie e molto più semplicemente per sostenere uno stile di vita sano, vediamo quanto effettivamente, secondo le linee guida pubblicate dall'American College of Sports Medicine (2011) e costantemente aggiornate, bisognerebbe svolgerne:

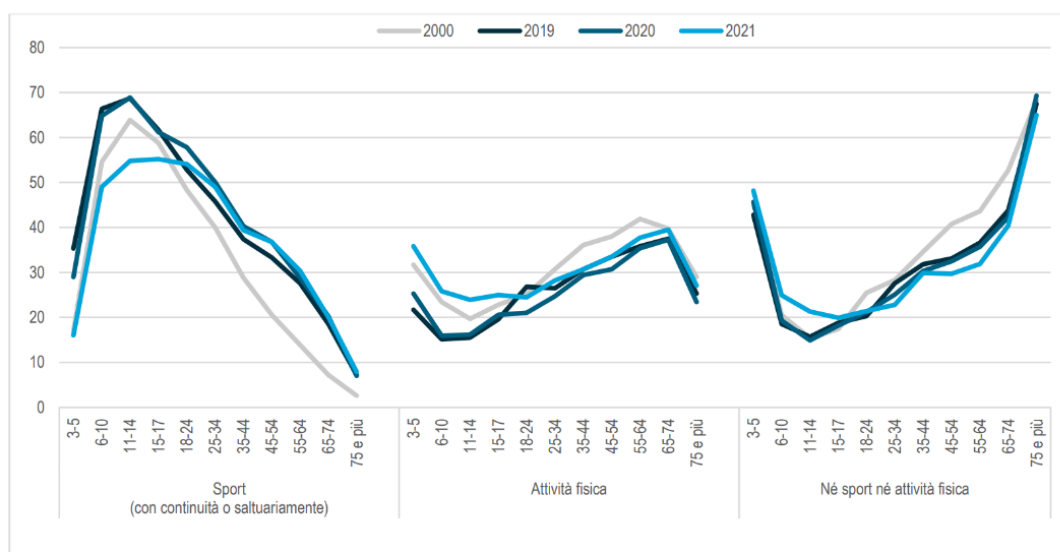
- **Frequenza** –  $\geq 5$  giorni/sett. di esercizio moderato, oppure –  $\geq 3$  giorni/sett. di esercizio vigoroso, oppure –  $\geq 3-5$  giorni/sett. di combinazione di esercizio moderato e vigoroso;
- **Intensità** – Moderata e/o vigorosa nella maggior parte degli adulti e da leggera a moderata in soggetti decondizionati;
- **Tempo** – 30-60 min/giorno (150 min/settimana) di intensità moderata oppure, 20-60 min/giorno (75 min/settimana) di intensità vigorosa, oppure  $< 20$  min/giorno ( $< 150$  min/settimana) può essere sufficiente, soprattutto in sedentari;
- **Tipologia** – Esercizio regolare e in forma ritmica e prolungata che coinvolge i principali gruppi muscolari.

Tutto ciò è raccomandato per una popolazione adulta, invece, per quanto riguarda la fascia d'età tra i 5 e i 17 anni, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS/WHO, 2010) raccomanda:

1. Almeno 60 minuti di attività fisica di intensità da moderata a vigorosa al giorno;
2. Quantità di attività fisica superiori a 60 minuti forniscono ulteriori benefici per la salute;
3. La maggior parte dell'attività fisica quotidiana dovrebbe essere di tipo aerobico. Le attività ad alta intensità dovrebbero essere incorporate,

comprese quelle che rafforzano i muscoli e le ossa, almeno 3 volte alla settimana.

I dati rilevati tramite un'indagine dell'ISTAT (Istituto nazionale di statistica) del 2021 evidenziano come vi sia un aumento della pratica di attività fisico-sportive rispetto al 2000: si è passati dal 59,1% del 2000 al 66,2% nel 2021 e di conseguenza una diminuzione della quota di chi non svolge attività fisica dal 37,5% al 33,7%, tuttavia seppur questi siano dati che lasciano ben sperare (con pur sempre buoni margini di miglioramento), si è amaramente riscontrato un importante calo della frequenza di pratica sportiva tra i bambini e gli adolescenti nel post-pandemia dai 3 ai 17 anni nel quale si è passato dal 51,3% (del 2000) al 36,2% (nel 2021) di pratica sportiva con un relativo e ovvio aumento dei casi di sedentarietà.



Fonte: Istat, Indagine Aspetti della vita quotidiana

Figura 3. Grafico della partecipazione all'attività fisica e sport in base all'età, tratto da indagini Istat 2021.

Sempre riguardo la pratica di attività fisico-sportiva è interessante notare come vi sia un importante divario territoriale tra il Nord e il Sud Italia: la

pratica sportiva registrata al Nord è del 41,5% ed è significativamente più elevata rispetto al 24% registrato nel Sud Italia.

Il livello di partecipazione alla pratica di attività fisico-sportiva si è inoltre rivelata dipendente dall'età, vi sono ancora fasce d'età nelle quali vi è un ridotto livello di partecipazione, come ad esempio 3-5, 45-64 e >65 anni. Mentre la fascia d'età nella quale si è registrata la maggior assiduità è stata dai 15 ai 24 con un livello del 40,6% per quanto riguarda la partecipazione ad uno sport per tre o più giorni a settimana (Istat, 2021).

### **1.3.1 Abitudini motorie durante la pandemia da COVID-19**

Per quanto riguarda le abitudini motorie di ragazzi ed adolescenti, sembra lecito aprire una piccola parentesi riguardo la pandemia da COVID-19 dato che si presuppone che questo tragico evento a livello globale abbia profondamente e radicalmente mutato le abitudini almeno durante il periodo del lock-down.

La manovra del *lock-down* (letteralmente, *isolamento, chiusura, blocco d'emergenza, da vocabolario Treccani*) è stata una manovra ampiamente utilizzata non solo in Italia ma in tutto il mondo per cercare di limitare la diffusione di questo virus. Rinchiudere le persone in casa è stato di certo un ottimo mezzo per contrastare il virus, ma questa pratica ha portato con sé non pochi effetti collaterali, tra i quali, a noi chinesologi interessa particolarmente, la forte limitazione che ha subito la possibilità di praticare attività motoria quotidiana e libero movimento.

Infatti secondo un indagine statistica effettuata ad Istanbul è stato determinato che è diminuita l'abitudine di praticare attività fisica dopo la pandemia; nello specifico: il 75,7% dei partecipanti che svolgevano attività fisica per più di 150 min/settimana hanno smesso o diminuito la loro frequenza d'attività ed invece solo il 10,6% di coloro che facevano attività

fisica per meno di 150 min/settimana prima della pandemia ha iniziato a fare attività fisica per più di 150 min/settimana (Sisli Etfal Hastan Tip Bul. 2021).

Allenarsi durante la pandemia Covid-19 ha portato grandi complicazioni anche allo sport agonistico, portando agli allenatori e ai preparatori atletici a rivoluzionare i propri metodi di allenamento tenendo conto di nuovi ed insoliti problemi quali: impossibilità di poter frequentare le palestre, i campi di allenamento, un riscontro diretto con l'atleta e programmare schede d'allenamento svolgibili da casa; monitorando il corretto svolgimento dell'allenamento spesso tramite riunioni zoom, Google meet ecc.. e impostando schede di allenamento che gli atleti siano in grado di svolgere da casa senza la presenza di attrezzi particolari quali rack, pesi, ostacoli etc. Queste difficoltà, come riscontrato da un articolo sull'allenamento delle ginnaste (Bobo-Arce, 2021), hanno portato ad una significativa percentuale di atlete che hanno completamente abbandonato gli allenamenti.

Secondo un'indagine Ipsos condotta per il Dipartimento dello Sport svolta nel 2021 è emerso che i soggetti attivi che praticavano sport prima della pandemia erano il 73% nella fascia d'età dai 6 ai 13 anni, il 59% di quella dai 14 ai 19 e il 20% per quanto riguarda gli adulti. Dopo la pandemia gli abbandoni alla pratica sportiva sono stati numerosissimi, si è registrato: il 48% tra i più piccoli, il 30% tra i ragazzi e il 26% tra gli adulti. Infine un terzo di chi ha continuato ha cambiato tipologia di attività preferendo perlopiù attività all'aperto e home fitness. In questa tesi sperimentale, grazie al vasto numero di dati raccolti dal 2017 fino al 2023 relativi agli studenti della scuola secondaria di secondo grado, si potrà valutare se effettivamente questa pandemia abbia influenzato o meno il livello di prestanza fisica degli studenti presi in esame.



#### 1.4 Le capacità motorie: definizioni e confronto tra passato e presente

Secondo Mechling (1987), le capacità motorie sono da considerare come un elemento dell'attività umana cosciente, eseguito in gran parte in modo automatico, che si sviluppa ampiamente attraverso l'esercizio.

Le capacità motorie (o qualità) possono essere considerate fattori o componenti parziali che concorrono all'acquisizione di abilità motorie o più globalmente del movimento. Sono capacità individuali influenzate principalmente da aspetti genetici ereditari o dalla pratica e allenamento del soggetto. Queste capacità sono correlate tra di loro poiché andando ad allenare una determinata capacità si finisce per modificarne un'altra direttamente o indirettamente.

Le capacità motorie determinano la quantità e la qualità della risposta motoria dell'uomo nell'ambiente. Queste capacità sono influenzate da due sistemi che lavorano in maniera integrata: il sistema neuromuscolare che determina il grado di coordinazione e controllo dei movimenti (aspetto qualitativo) ed i sistemi energetici che contribuiscono all'apporto ed utilizzo di energia metabolica indispensabile per il movimento (aspetto quantitativo). Secondo la classificazione di Gundlach (1968) possiamo distinguere questi due sistemi in due macro-categorie di capacità motorie:

- Le capacità condizionali: rappresentano i fattori chiave che regolano l'ampiezza (durata, volume, intensità) della risposta motoria e giocano un ruolo cruciale nelle performance motorio-sportive. Queste capacità sono principalmente influenzate dall'efficacia dei processi metabolici che concorrono alla generazione di energia (anaerobico lattacido, anaerobico lattacido ed aerobico), oltre che da variabili biologiche. Il potenziamento di queste capacità incide direttamente sull'efficacia e sulla funzionalità dei processi metabolici coinvolti (ad esempio, un allenamento aerobico migliora l'efficienza del metabolismo aerobico).

Le capacità motorie condizionali possono essere a loro volta distinte in:

1. Capacità di forza
  2. Capacità di resistenza
  3. Capacità di rapidità o velocità
- Le capacità coordinative: Determinano la tipologia e la qualità della risposta motoria e sono invece principalmente determinate dai processi che organizzano, controllano e regolano il movimento. Esse infatti dipendono dal grado di maturazione del sistema nervoso centrale e periferico. La coordinazione può essere definita la capacità di organizzare, regolare e controllare il movimento del corpo nello spazio e nel tempo per raggiungere un obiettivo.

A loro volta, le capacità coordinative possono essere classificate (Blume, 1981) in:

#### GENERALI:

1. Capacità di direzione e controllo del movimento;
2. Capacità di adattamento motorio;
3. Capacità di apprendimento motorio.

#### SPECIALI:

1. Capacità di accoppiamento e combinazione dei movimenti;
2. Capacità di differenziazione cinestetica;
3. Capacità di equilibrio;
4. Capacità di orientamento spazio-temporale;
5. Capacità di ritmo;
6. Capacità di reazione;
7. Capacità di trasformazione del movimento;

Dopo aver dato questa breve panoramica sulle capacità motorie capiamo il motivo per il quale sono così fondamentali e perché valutarle.

Le capacità motorie sono alla base di qualsiasi movimento complesso, infatti come detto in precedenza sono un insieme di componenti parziali che lavorando all'unisono determinano l'azione motoria; le capacità condizionali ad esempio sono la diretta rappresentazione dell'efficacia, potenza e prestanza del nostro organismo ed essendo allenabili ricoprono un ruolo fondamentale nel programma di allenamento di un atleta.

Come indicato da Morrow (1995), valutare le capacità condizionali attraverso dei test che possono essere effettuati in laboratorio o sul campo permette di:

- Evidenziare i punti di forza e i punti di debolezza del soggetto;
- Valutarne lo stato di salute;
- Incentivare/motivare un soggetto a raggiungere gli obiettivi prefissati;
- Avere dati paragonabili per un eventuale processo di selezione;
- Sviluppare la conoscenza e la comprensione di un'attività o uno sport;
- Creare dei sottogruppi in funzione delle abilità riscontrate;
- Definire dei sotto obiettivi;
- Valutare l'efficacia di un programma di allenamento/riabilitazione;
- Può aiutare a predire risultati futuri.

Anche le capacità coordinative possono essere allenate e di conseguenza anche valutate però, per alcune di esse, risulta difficile quantificarle in modo preciso ed efficace, mentre altre capacità quali: di reazione, equilibrio, differenziazione e di ritmo sono quantificabili e di conseguenza più facilmente valutabili. I test su tali capacità sono numerosi ed indiscussa è l'importanza delle capacità coordinative in alcuni sport dove rivestono un ruolo cardine (ad es. ginnastica artistica, tuffi, pattinaggio), oppure nella più globalità degli sport situazionali (ad es. calcio, pallavolo, rugby, basket etc.)

dove hanno comunque una loro importante rilevanza. Per evitare di dilungarci troppo ed uscire dal tema principale, questo argomento non sarà affrontato in questa tesi.

#### **1.4.1 La valutazione delle capacità motorie**

Una volta capito il motivo per il quale è bene valutare le capacità motorie, dobbiamo trovare dei metodi per trasformare queste capacità in variabili oggettive e misurabili, a questo scopo ci vengono in aiuto i test.

I test sportivi nascono dall'esigenza di trasformare in termini quantitativi le capacità di un atleta per poter essere facilmente analizzabili e confrontabili. Questo metodo è tanto più efficace quanto più specifico al gesto tecnico dell'atleta preso in esame.

I test per essere efficaci devono rispettare diversi criteri (Roi, 2010), devono essere:

- **STANDARDIZZATI:** Le modalità di spiegazione, attuazione e misurazione devono essere uniformi e costanti per tutti i soggetti garantendo una comparazione affidabile delle prove di ogni soggetto di un gruppo o di gruppi diversi;
- **VALIDATI:** Determina quanto il test sia efficace nel rispecchiare il fattore che stiamo valutando;
- **OGGETTIVI:** Devono esprimere il grado di indipendenza della prestazione nel test dalla persona che esamina, da quella che interpreta e da quella che valuta. Dipende soprattutto dal metodo di misurazione della prova;
- **ATTENDIBILI:** Devono garantire un certo grado di precisione con la quale una caratteristica è stata misurata. Un test è tanto più attendibile quanto, a parità di condizioni, la misurazione rimane costante;

- **SELETTIVI:** Un indicatore è selettivo quanto più riesce a discriminare il livello di capacità dei soggetti che compongono quel gruppo.

Secondo il grado di attendibilità e precisione di cui necessitiamo si possono distinguere due tipologie di test:

- **Test da campo:** sono meno precisi, affidabili e attendibili, ma grazie alla loro versatilità, praticità, economia di strumentazione e facilità nel metterli in atto sono ampiamente utilizzati per effettuare delle valutazioni su vasta scala (ad es. bambini nel contesto scolastico);
- **Test da laboratorio:** sono estremamente precisi, affidabili e standardizzati però tuttavia a causa del loro elevato costo, difficoltà di utilizzo e limitata disponibilità li rendono spesso impraticabili per la maggior parte degli atleti e inadatti per fare delle valutazioni ad un ampio quantitativo di soggetti, sono invece ideali per la ricerca e la valutazione di atleti di alto livello.

#### **1.4.2 La teoria delle fasi sensibili**

Le capacità motorie non sono già presenti e sviluppate dal momento della nascita ma, al contrario, possiedono delle specifiche ed individuali tempistiche di sviluppo nel corso degli anni.

Vi sono infatti studi scientifici (Martin, 1982) che dimostrano la presenza di determinati periodi nei quali le capacità motorie subiscono la loro massima sensibilità di sviluppo e se, opportunamente stimolate, beneficiano di marcati miglioramenti.

L'intervento di una figura preparata e consapevole in questi periodi o fasi definite "sensibili" può aumentarne i progressi tramite programmi di allenamento saggiamente pianificati in base all'età del soggetto: lo scopo deve essere sempre il corretto sviluppo e apprendimento motorio.

L'educatore, l'insegnante, il maestro e l'allenatore hanno la responsabilità di monitorare i ritmi naturali di crescita del ragazzo senza affrettare i tempi

ma bensì sfruttando i periodi sensibili per stimolarlo in maniera efficace ed offrendogli una formazione fisica a 360 gradi che gli possa permettere di avere tutti gli strumenti necessari per poter costruire la propria motricità. (Beunen, Malina et al. 1988)

La Figura 4 proposta qui di seguito mostra schematicamente le fasi favorevoli e sfavorevoli per l'acquisizione e sviluppo delle capacità motorie proposta da Martin (1982).

Sebbene questa classificazione originale possa sembrare ad oggi un po' datata, essa è stata utilizzata come modello di riferimento negli ultimi 40 anni, motivo per cui sembrerebbe opportuno discuterne brevemente.

		Anni	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
COMPONENTI PSICOMOTORIE	Apprendimento motorio											
	Differenziazione e direzione											
	Reazione acustico-ottica											
	Orientamento spaziale											
	Ritmo											
	Equilibrio											
COMPONENTI CONDIZIONALI	Resistenza											
	Forza											
	Rapidità											
	Mobilità articolare											
COMPONENTI PSICOLOGICHE	Capacità affettive/cognitive											
	Apprendimento											

Figura 4. Tabella teorica di Martin, D (1991) sulle fasi sensibili nell'apprendimento motorio tratto da "Multilateralità e specializzazione. Scuola dello sport, 23".

Negli ultimi anni si è verificato nei giovani un via a via sempre più marcato deficit motorio: per quale motivo?

Martin più di quarant'anni fa aveva già individuato delle età nelle quali il ragazzo possedeva la maggiore capacità di assorbire ed imparare e sicuramente questo non è cambiato nelle nuove generazioni, improbabile è anche il fatto che abbiano un deficit nello sviluppo biologico vero e proprio; quindi perché si sta presentando questa dinamica al giorno d'oggi? Ebbene una possibile spiegazione è da ricercare direttamente nei parchetti e nelle strade ormai prive di bambini che giocano tra di loro: la mancanza di stimoli, esperienze e per così dire alfabetizzazione motoria: i ragazzi a causa degli alti ritmi di vita, nuove abitudini e nuovi passatempo che spesso incoraggiano la sedentarietà (come i videogiochi, Netflix etc.) non interiorizzano le basi degli schemi motori fondamentali quali correre, saltare, rotolare etc. che concorrono alla formazione poi degli schemi motori complessi; con la mancanza di questo bagaglio di esperienze motorie infatti i ragazzi si trovano nella condizione di dover imparare, una volta arrivati ad avere un'età per svolgere uno sport, schemi motori più elaborati che in assenza della completa assimilazione di quelli base risulteranno difficilissimi da imparare. Martin individua tra i 7 e i 13 anni l'età d'oro per la motricità di un ragazzo, una volta passata questa età senza aver sperimentato attivamente la propria fisicità diventa sempre più complicato per il ragazzo immagazzinare informazioni motorie efficacemente. La presenza di queste età sensibili impone un momento ben preciso e definito nel quale il ragazzo deve e ha bisogno di muoversi per creare le giuste basi per la propria motricità in tutta la vita, nel caso volesse farlo più tardi sarà infatti più difficile e lungo il processo di apprendimento. Altro errore frequente nel corretto sviluppo della motricità di un bambino è l'ultra specializzazione precoce ed insensata di gesti motori specifici; i ragazzi invece di essere lasciati liberi di giocare per strada con i propri coetanei o portati a dei corsi di avviamento sportivi vengono sempre più spesso indirizzati fin dalla più tenera età verso sport specifici quali basket, calcio, pallavolo etc. gli allenatori, trovandosi in questo contesto e spesso non avendo una consapevolezza di come si sviluppa la psicomotricità di un bambino procedono subito nell'impartire allenamenti veri e propri sullo

sport, come si tira nel calcio, come si palleggia a basket etc. il bambino oltre a fare più fatica ad imparare gesti del genere a quella età avrà più avanti negli anni dei seri deficit a fare qualsiasi movimento che esca da quella confort zone (Anderson, 2002).

### **1.4.3 La capacità di forza**

La forza è una delle tre capacità condizionali principali. In ambito chinesiologicalo e biomeccanico è definibile come la capacità del muscolo di generare tensione (mediante la contrazione) per superare o opporsi ad una resistenza esterna.

Il muscolo è capace di esercitare tre diversi tipologie di contrazione:

- Contrazione isometrica (statica): muscolo si contrae ma non vi è un accorciamento (variazione in lunghezza) delle fibre muscolari, la forza muscolare esercitata in opposizione ad una forza esterna viene pareggiata (no movimento);
- Contrazione concentrica (dinamica): muscolo si contrae, sviluppando tensione in accorciamento che vince la resistenza esterna;
- Contrazione eccentrica (dinamica): muscolo si contrae, sviluppando tensione in allungamento che cede alla resistenza esterna (frena).



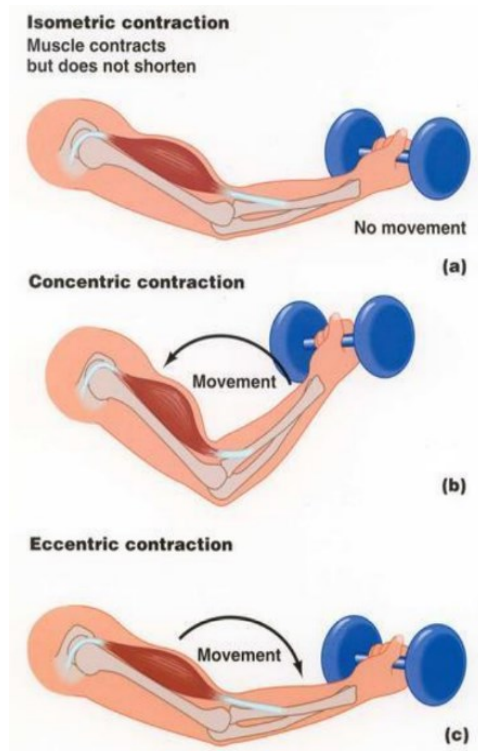


Figura 5. Immagine esemplificativa delle 3 diverse tipologie di contrazione muscolare.

E' giusto accennare che tra queste diverse tipologie di contrazione quella che riesce a generare una maggiore tensione è la contrazione eccentrica, a seguire quella isometrica e l'ultima la contrazione concentrica; questo è dovuto alla relazione inversa tra forza e velocità, maggiore sarà la velocità di contrazione e minore sarà la capacità di esprimere forza e viceversa. Il grafico di Hill (1938) è la rappresentazione più immediata per capire ciò (Figura 6).

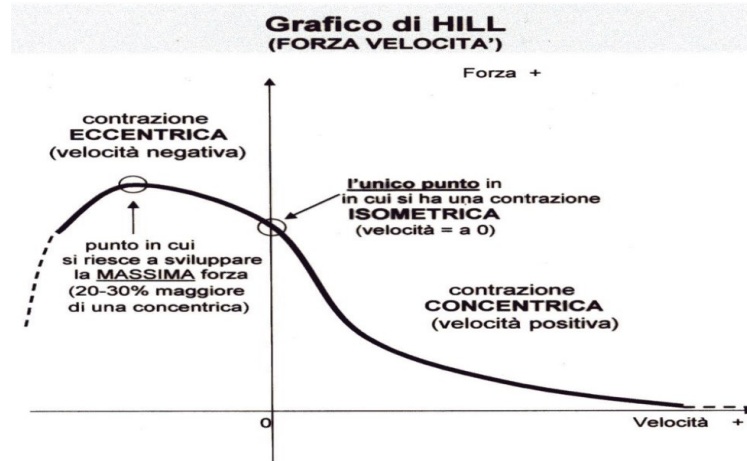


Figura 6. Grafico di Hill (1938), relazione forza velocità.

Un'altra distinzione importante che si deve fare è la classificazione dei diversi tipi di forza (Harre, 1977):

- **FORZA MASSIMALE:** è la tensione massima che una contrazione muscolare volontaria può sviluppare per vincere un'elevata resistenza (ad es. nel sollevamento pesi). Essa dipende soprattutto dal volume muscolare, cioè dalla quantità di fibre che costituiscono la massa muscolare;
- **FORZA VELOCE:** è la capacità di produrre una forza di intensità elevata nel più breve tempo possibile;
- **FORZA RESISTENTE:** è la capacità del sistema muscolare e degli apparati respiratorio e circolatorio di sostenere un lavoro di forza che si protrae nel tempo (ad esempio: una gara di canottaggio o di arrampicata).

La forza è una capacità facilmente allenabile e spesso all'interno dei programmi di allenamento riveste una particolare attenzione.

Essendo diverse le tipologie di forza, anche le metodiche di allenamento dovranno essere specifiche e differenti secondo gli aspetti che vogliamo andare a migliorare, questo per rendere l'allenamento il più specifico ed efficace possibile al nostro scopo.

Nel caso volessimo migliorare la forza massimale sarà necessario un allenamento di elevatissima intensità; elevati sovraccarichi, poche ripetizioni e ampi tempi di recupero tra le serie. L'allenamento risulterà poco denso ma è necessario per ripristinare le scorte di ATP e fosfocreatina necessarie per gli sforzi intensi anaerobici alattacidi; lo scopo finale dell'allenamento sarà riuscire a reclutare il maggior numero possibile di unità motorie, grazie a questo infatti si è scoperto che l'allenamento della forza massima, portando significativi miglioramenti a livello neuromuscolare, influisce in modo efficace anche sulla forza veloce.

La forza veloce, oltre ad aver importanti correlazioni con la forza massimale può avere un metodo di allenamento circoscritto e specializzato, l'allenamento infatti richiederà esercitare la massima forza possibile nel minor tempo possibile, un esempio è l'allenamento pliometrico: balzi tra gli ostacoli, *drop jump*, *burpees* etc.

La forza resistente invece, oltre ad aver un importante componente metabolica e cardiovascolare, viene allenata attraverso uno sforzo prolungato con dei carichi relativamente bassi; infatti attraverso un elevatissimo numero di ripetizioni, limitati recuperi e un basso carico possiamo trovare le condizioni ideali per sviluppare la capacità dell'atleta nel sostenere uno sforzo in maniera prolungata nel tempo (Weineck, 2009).

In conclusione, per riassumere quanto detto, ecco un'immagine di facile comprensione.

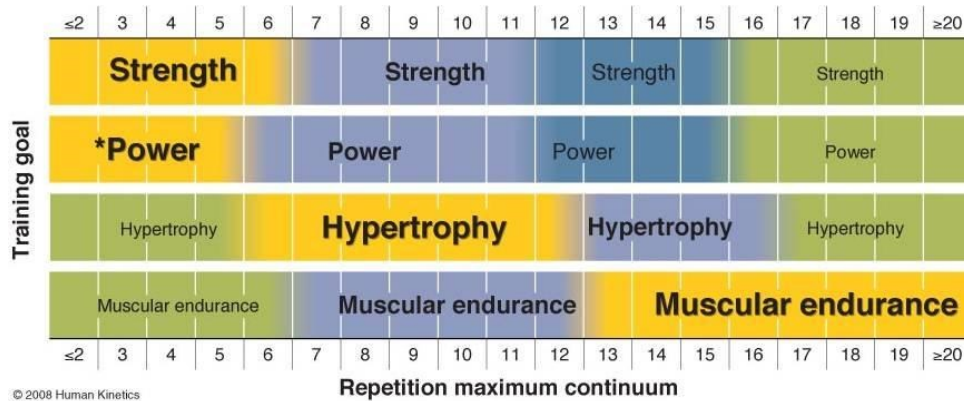


Figura 7. Basi dello sviluppo della forza (tratto da Blair Small: "How many reps should you be doing?").

#### 1.4.4 La capacità di resistenza

La resistenza può essere descritta come la capacità psicofisica di un individuo di sostenere un'attività motoria nel corso del tempo, attraverso il predominante utilizzo di risorse energetiche di natura aerobica. Il suo sviluppo consente all'organismo di mantenere costante nel tempo le prestazioni durante l'attività motoria, ritardando l'insorgenza della fatica e dei suoi segnali distintivi:

- Affanno respiratorio
- Aumento della frequenza cardiaca
- Sudorazione
- Indolenzimento muscolare
- Diminuzione della coordinazione del movimento
- Affaticamento senso-percettivo e mentale

La resistenza, come la forza, può essere a sua volta distinta in diverse categorie (Harre, 1977), quali:

- **Resistenza di lunga durata:** viene anche definita endurance e rappresenta la resistenza di base necessaria per la costruzione di

qualsiasi altra forma di resistenza, viene sollecitata mediante gesti globali di tipo ciclico, ripetuti a ritmo costante per un tempo prolungato (ad Es. camminare, correre, pedalare, remare, nuotare... maratona, 10.000 m) e l'utilizzo di energia proviene dal sistema aerobico;

- **Resistenza di media durata:** Consente di eseguire un lavoro di durata media (2-10 minuti) ad un'intensità medio-elevata e utilizza prevalente i sistemi energetici aerobico ed anaerobico;
- **Resistenza alla velocità:** viene anche definita resistenza 'anaerobica' e consente di eseguire un lavoro di breve durata (5-60s) ad un'intensità di lavoro elevata, o di ripetere per più volte uno sforzo senza un calo del rendimento (ad Es. ripetute massime su 50, 100, 200 m). Utilizza prevalente il sistema energetico anaerobico (alattacido o lattacido);
- **Resistenza alla forza:** anche definita resistenza 'localizzata'. Coincide con la 'forza resistente' (già citata in precedenza), consente di protrarre nel tempo tensioni muscolari ed è riferita e localizzata ai distretti muscolari direttamente coinvolti nell'attività. (Harre, 1977).

#### 1.4.5 La capacità di rapidità

La rapidità è la capacità di eseguire un gesto nel minor tempo possibile. Sono quindi espressione di velocità solo quei gesti che hanno tempi d'azione relativamente brevi e sono attivati dall'energia ottenuta con un meccanismo anaerobico alattacido. Lo sviluppo di questa qualità è strettamente legata:

- a fattori nervosi (velocità e frequenza degli stimoli nervosi);
- alla quantità di fibre bianche contenute nei muscoli;
- al buon sincronismo neuromotorio tra muscoli agonisti e antagonisti;
- alla corretta tecnica esecutiva del gesto;
- alla concentrazione e determinazione.

Anche la rapidità può migliorare grazie al suo allenamento, tuttavia come anticipato viene avvantaggiata da presupposti, perlopiù ereditari; di conseguenza attraverso il suo allenamento diretto possiamo raggiungere dei miglioramenti limitati però pur sempre miglioramenti; ad esempio perfezionando la tecnica del gesto (rendendolo più economico e vantaggioso), oppure altro fattore determinante l'accrescimento a livello muscolare delle riserve energetiche di fosfocreatina.

Oltre all'allenamento specifico e diretto della velocità che predilige ripetute alla massima velocità intervallate da prolungati tempi di recupero (per ripristinare le riserve di fosfocreatina nel muscolo), balzi, accelerazioni, pliometria etc. Importanti vantaggi in termini di rapidità possono essere ricavati indirettamente dallo sviluppo di altre qualità peculiari che interagiscono con la velocità, quali: forza, resistenza e mobilità articolare. Infine, come per le altre capacità condizionali, anche la rapidità o velocità può essere distinta in tre categorie (Chevalier, 2009):

- VELOCITA' DI REAZIONE : tempo minimo che intercorre da quando si riceve uno stimolo a quando compare la risposta motoria. Dipende da fattori nervosi che per molta parte sono determinati geneticamente, ma è comunque allenabile se correttamente stimolata ed allenata. Dalla nascita ai 25 anni il tempo di reazione diminuisce e raggiunge la sua migliore espressione ed efficienza fra i 18 e i 25 anni, poi ricomincia ad allungarsi progressivamente;
- VELOCITA' DI ESECUZIONE: tempo minimo impiegato per compiere un gesto veloce una volta avviata la risposta motoria. Questa componente della velocità entra in gioco immediatamente dopo della velocità di reazione. Dipende soprattutto dalla costituzione biochimica del muscolo scheletrico, in particolare dal tipo di fibre, dalla quantità di energia a pronto impiego di cui dispone e dalla qualità delle sue innervazioni. E' inoltre determinata dall'ampiezza e dalla frequenza del gesto. L'ampiezza di un gesto

dipende da fattori meccanici (la lunghezza delle leve), fisiologici (potenza ed elasticità muscolare) e tecnici (corretta esecuzione del gesto). La frequenza dipende dalla rapidità di esecuzione di gesti ritmici (per esempio nella corsa dalla rapidità con cui viene eseguita la sequenza dei passi). La velocità di esecuzione è fortemente legata a fattori genetici e l'allenamento può migliorarne solo in parte le prestazioni. Questa componente della velocità si sviluppa in particolare dai 13 ai 16 anni, in relazione allo sviluppo della forza veloce che aumenta notevolmente nel periodo della pubertà;

- VELOCITA' GESTUALE (o di spostamento): tempo minimo impiegato per compiere un certo gesto o per percorrere una certa distanza. Questa componente della velocità può considerarsi come la somma delle precedenti due.

#### **1.4.6 Capacità motorie nella scuola secondaria di secondo grado**

La scuola secondaria di secondo grado rappresenta un momento cruciale nella vita di un individuo, in cui si verifica una significativa maturazione e sviluppo, sia a livello psicologico che motorio. Questa tesi si concentra in particolare sulla maturazione motoria, che è un aspetto fondamentale in questa fase di crescita. Durante l'adolescenza, una fase complessa e delicata, il corpo subisce rapidi e drastici cambiamenti che possono rendere il corpo dei giovani quasi irriconoscibili, persino a se stessi.

A 14 anni, si raggiunge il periodo noto come *peak height velocity* (PHV), che rappresenta il momento di massima crescita in altezza. Questo processo comporta un rapido allungamento degli arti e una modifica delle proporzioni corporee, poiché i segmenti ossei si sviluppano in tempi relativamente brevi (Malina, 1994). Questi cambiamenti influenzano profondamente gli schemi motori e le dinamiche che il cervello aveva precedentemente assimilato.

In questa tesi, esploreremo come questi cambiamenti nella maturazione motoria durante l'adolescenza possano influire sulle capacità motorie degli

studenti della scuola secondaria di secondo grado, cercando di comprendere come questi processi di crescita e sviluppo abbiano un impatto significativo sulle loro abilità motorie e sulla loro performance fisica complessiva.

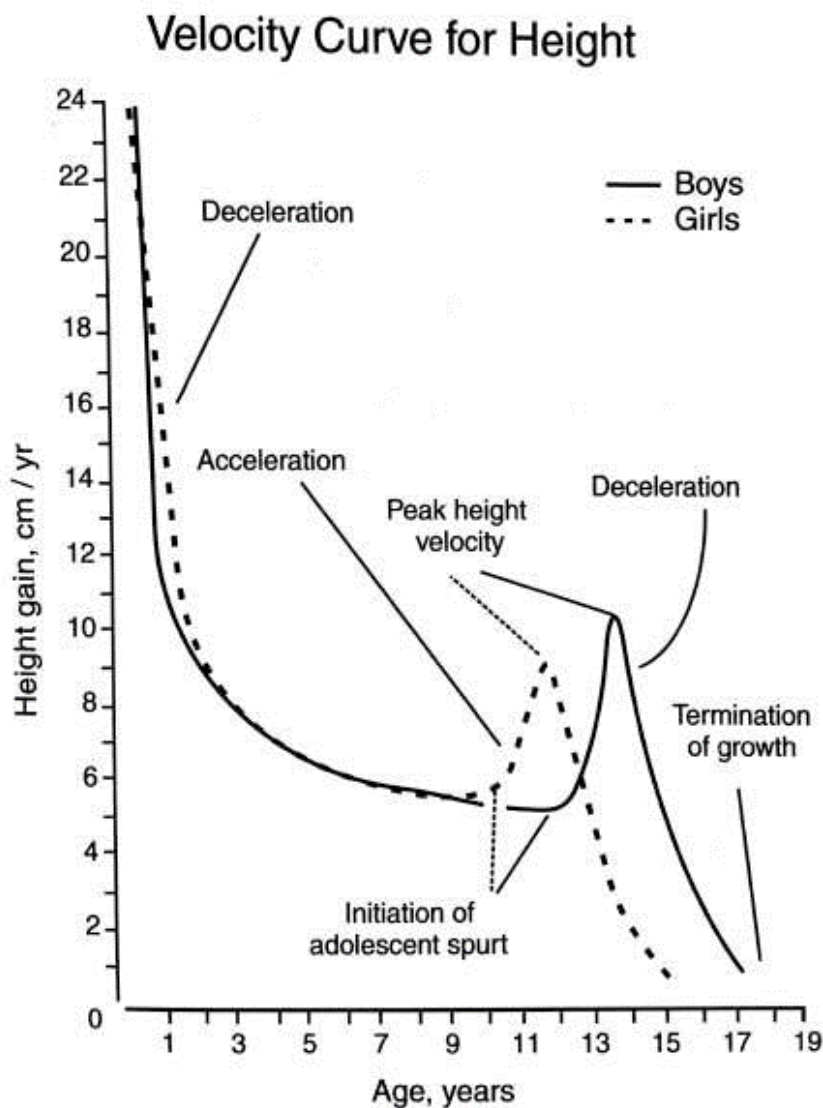


Figura 8. Curve di velocità individuali per la statura in ragazzi e ragazze, "Peak height velocity" tratto dal libro di Malina & Bouchard (2004), figura 3.11 pag.61

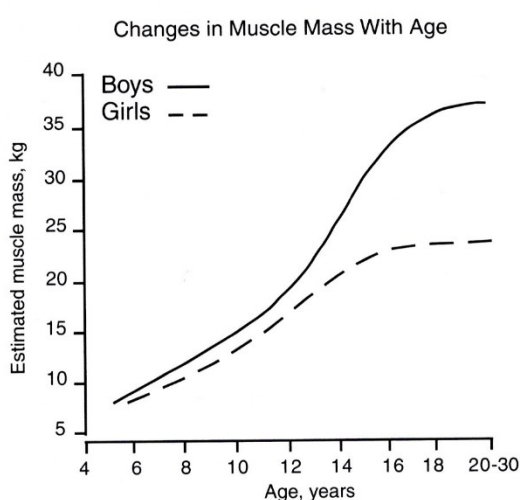
In particolare, è importante notare che le capacità condizionali degli adolescenti subiscono un significativo aumento senza necessità di un programma di allenamento specifico. Questo aumento marcato ha un



impatto diretto sulle loro prestazioni sportive, portando a miglioramenti anno dopo anno.

Questo aumento delle capacità condizionali è strettamente correlato all'aumento della massa muscolare che si verifica durante il periodo che va dai 10 ai 18 anni. È possibile stimare la massa muscolare del soggetto attraverso la misurazione dei residui di creatinina presenti nelle urine. Infatti, con la escrezione di soli 1 grammo di creatinina in un giorno di analisi delle urine, è possibile derivare un'approssimazione di circa 20 kg di tessuto muscolare. Durante la pubertà, la massa muscolare raggiunge valori di più del doppio per i maschi e quasi del doppio per le femmine, riflettendo chiaramente l'effetto del periodo di sviluppo adolescenziale sulla crescita muscolare.

Questi cambiamenti fisici e la crescita muscolare influenzano notevolmente le capacità condizionali degli adolescenti, contribuendo al loro miglioramento progressivo nelle prestazioni sportive, anche in assenza di un allenamento specifico.



Age (yr)	Muscle mass as a % of body weight	
	Males	Females
5	42.0	40.2
7	42.5	46.6
9	45.9	42.2
11	45.9	44.2
13	46.2	43.1
13.5	50.2	45.5
15	50.3	43.2
15.5	50.6	44.2
17	52.6	42.0
17.5	53.6	42.5
20-29	51.5	39.9

Figura 9. Differenze di età e di sesso nella massa muscolare stimata in base all'escrezione di creatinina e al peso corporeo (Malina 1969, 1986).

In base ad uno studio presente nel libro di Malina, Bouchard & Bar-Or del 2004 condotto su un campione misto e longitudinale, che ha seguito i partecipanti dall'età di 6 anni fino ai 18 anni, è emerso un interessante

quadro riguardo al miglioramento delle capacità motorie durante l'adolescenza. Questa ricerca ha evidenziato come i trend di miglioramento delle capacità motorie varino a seconda dell'età e del genere dei partecipanti.

Per quanto riguarda la forza statica (Figura 10), nei maschi, è stato osservato un aumento graduale nel corso degli anni, con una notevole accelerazione nello sviluppo della forza intorno ai 13/14 anni. Diversamente, nelle ragazze, la crescita della forza è avvenuta in modo costante fino ai 16/17 anni, senza un evidente picco di sviluppo come osservato nei ragazzi (Figura 10). Queste differenze di genere nella forza sono emerse già durante l'infanzia, seppur in misura minore, ma la netta accelerazione dello sviluppo della forza durante l'adolescenza ha reso tali differenze ancora più evidenti. Dopo i 16 anni, si è notato che poche ragazze raggiungono performance paragonabili alla media dei risultati maschili, e viceversa, pochi ragazzi ottengono risultati simili alla media della forza femminile.

Va notato che gli studi sulla crescita solitamente si fermano intorno ai 18 anni di età, ma è importante sottolineare che la capacità di forza continua ad aumentare, se debitamente stimolata dall'esercizio, fino all'età di circa 30 anni, soprattutto nella popolazione maschile.

### Static Strength, 6 to 18 years

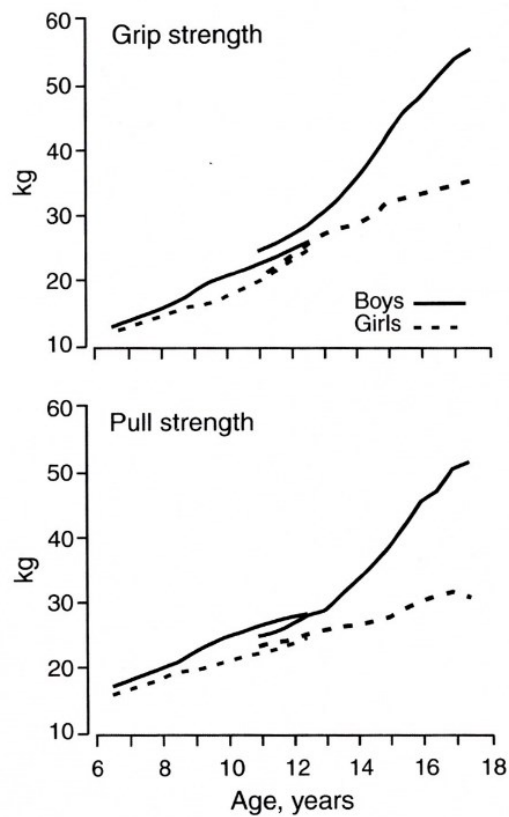


Figura 10. Forza media di presa (in alto) e di trazione (in basso) tra i 6 e i 18 anni di età, data from Malina and Roche 1983.

L'abilità di salto, comunemente usata come indicatore della forza rapida o esplosiva o potenza muscolare, in media cresce linearmente per entrambi i sessi fino a 14 anni nelle femmine e a 18 per i maschi. Dopo i 14 anni di età i livelli di performance per le femmine aumentano solo lievemente.

### Jumping Performances, 5 to 18 Years

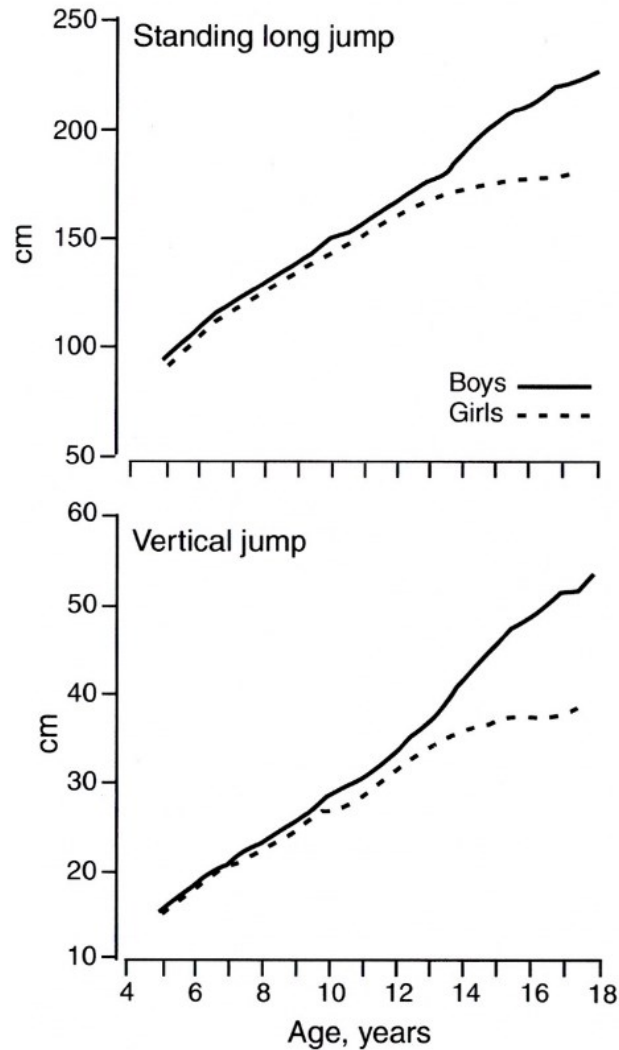


Figura 11. Prestazioni medie nel salto in lungo in piedi e nel salto verticale tra i 5 e i 18 anni di età, data da Motor Performance Study of Michigan State University.

L'abilità di lancio, anch'essa utilizzata per misurare la coordinazione e la potenza muscolare degli arti superiori, migliora in modo marcato e lineare con l'età, con un cambio nella pendenza della curva di miglioramento che suggerisce la crescita adolescenziale. L'abilità del lancio nelle femmine migliora solo leggermente tra i 6 e i 14 anni e dopo tende a stabilizzarsi.

## Throwing Performance, 6 to 18 Years

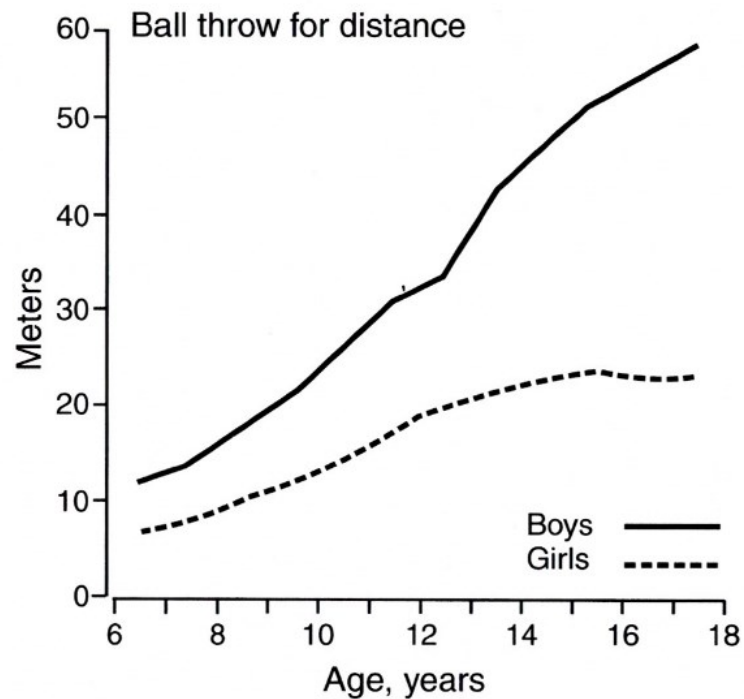


Figura 12. media delle performance del lancio della palla (nel softball) tra i 6 e i 18 anni, data da Haubenstricker and Seefeldt 1986.

La velocità di corsa, misurata dallo studio tramite uno sprint di 30 yard (corrispondenti a 27,4 metri) con un leggero pre-avvio (i ragazzi non partono da fermi), subisce un piuttosto brusco miglioramento dai 5 ai 8 anni di età per entrambi i sessi dopodiché la pendenza della curva di apprendimento diminuisce. Le differenze sessuali emergono in maniera più evidente nell'adolescenza dove la velocità migliora per i maschi dai 5 ai 18 anni e i dati suggeriscono un accelerazione adolescenziale dopo i 13 anni, mentre nelle femmine migliora dai 13 ai 14 anni con un piccolo ulteriore incremento verso i 17 anni di età.

### Running Speed, 5 to 18 Years

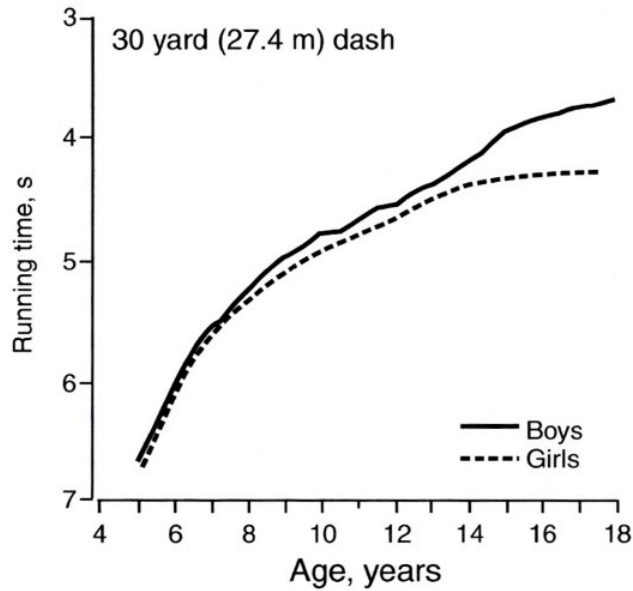


Figura 13. Media dei risultati in uno sprint di 27,4 metri con un pre-avvio (senza partire da fermi) tra i 5 e i 18 anni, i risultati sono rovesciati poiché minore è il tempo migliore è la prestazione, data da Motor Performance Study of Michigan State University.

La flessibilità misurata tramite il test *sit and reach* dimostra come le femmine siano più flessibili dei maschi ad ogni età e le differenze si accentuano durante l'adolescenza. I punteggi medi sono stabili dai 5 agli 11 anni di età nelle ragazze e poi aumentano notevolmente durante l'adolescenza fino ai 15 anni di età, con scarsi miglioramenti successivi. Tra i ragazzi, la flessibilità della catena cinetica posteriore (gastri, flessori del ginocchio, estensori dell'anca, muscoli della zona lombare) tende a diminuire con l'età a partire dai 5 anni, raggiunge un valore minimo a 12 anni e poi aumenta fino ai 18 anni di età.

### Flexibility of the Lower Back, Hip and Upper Thigh, 5 to 18 Years

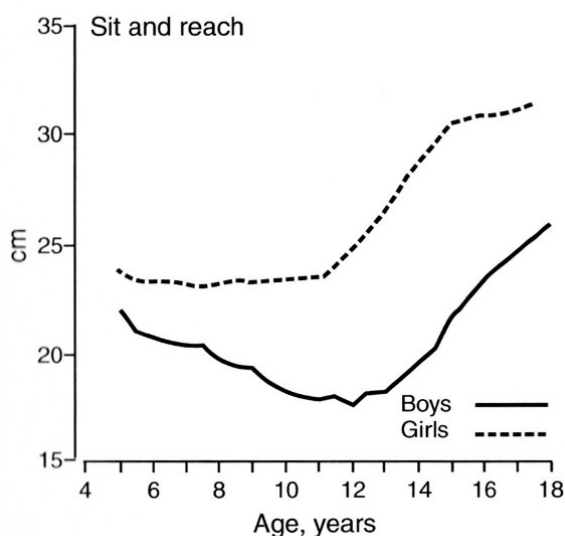


Figura 14 Flessibilità media della parte bassa della schiena, dell'anca e della parte superiore della coscia, misurata con il test sit and reach tra i 5 e i 18 anni di età, dati da Motor Performance Study of Michigan State University.

Infine anche la resistenza viene fortemente influenzata durante lo sviluppo grazie al cambiamento della potenza cardiovascolare e del sistema polmonare. Il  $VO_{2max}$  (L/min) incrementa linearmente fino i 16 anni per i maschi, mentre per le femmine il  $Vo_{2max}$  aumenta continuamente fino a circa 13 anni di età e rimane ad un plateau per tutta l'adolescenza. In media, il  $Vo_{2max}$  assoluto è maggiore nei ragazzi che nelle ragazze a tutte le età. Prima dei 10-12 anni, il  $Vo_{2max}$  medio delle ragazze raggiunge circa l'85-90% dei valori medi dei ragazzi. Dopo lo scatto di crescita adolescenziale e la maturazione sessuale, il  $Vo_{2max}$  medio delle ragazze raggiunge solo il 70% circa dei valori medi dei ragazzi.

## Longitudinal Changes in $\dot{V}O_2$ max

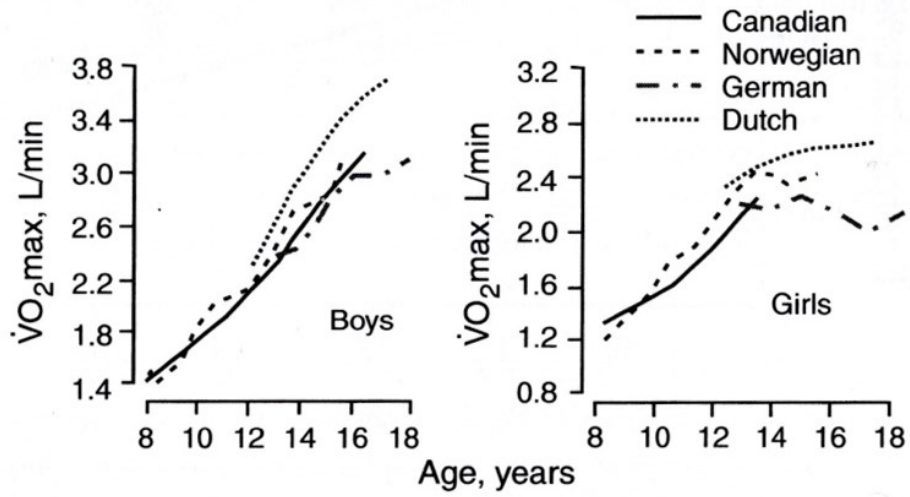


Figura 15 Variazioni della potenza aerobica massima ( $\dot{V}O_2$ max) nei ragazzi di quattro studi longitudinali, data from Mirwald and Bailey (1986)



## 1.5 Scopo della tesi

Dopo aver fornito tutte queste premesse è arrivato il momento di rivelare le domande alle quali questa tesi vuole cercare di dare una risposta:

1. Come variano/evolvono le capacità motorie condizionali negli anni della scuola secondaria di secondo grado?
2. Negli ultimi cinque anni, come sono cambiate le capacità motorie condizionali in entrata (1 a) e in uscita (5 a) dalla scuola secondaria di secondo grado?
3. Come sono variate le capacità condizionali a cavallo della pandemia da COVID-19?

Per dare una risposta a queste domande, ho avuto la possibilità di accedere ad un database contenente le valutazioni di circa 1000 studenti, raccolte dal prof. Gian Carlo Schiavon mediante test da campo, durante la sua carriera da professore di educazione fisica presso un istituto di istruzione secondario di secondo grado a Piove di Sacco. La totalità di dati presi in esame in questa tesi è stata dunque ricavata da valutazioni effettuate a scuola dall'anno scolastico (a.s.) 2017/2018 fino al 2022/2023.

Questa tesi è frutto della mia curiosità in materia. Spesso mi è capitato di sentire da mio padre o da altre persone che i ragazzi d'oggi non hanno più la stessa motricità dei ragazzi di una volta, che le prestazioni stiano calando, che sempre più raramente si trova un gruppo classe capace di spaziare in modo efficace nei vari sport presentati a lezione e la presenza sempre più frequente di ragazzi che non riescono a padroneggiare gli schemi motori base quali lanciare una palla, saltare, correre, rotolarsi etc. Avendo la possibilità di accedere ad una così dettagliata archiviazione di dati, coinvolgente un numero così elevato di soggetti, ho voluto cercare di analizzare la situazione da un punto di vista più scientifico.

Le mie ipotesi iniziali, influenzate da quello che ho potuto osservare in prima persona (avendo svolto uno stage nella scuola secondaria di secondo grado) e da quello che ho sentito da persone più anziane di me è che effettivamente a causa della sempre più marcata digitalizzazione si stia perdendo nei giovani la consapevolezza del proprio corpo e della propria motricità. Mi aspetto che seppur ci siano degli evidenti miglioramenti a cavallo ad esempio, tra il primo e il quarto o quinto anno, associati allo sviluppo puberale, i livelli di performance attuali (a.s. 2022-2023), se confrontati con la media dei risultati degli anni precedenti, mostrino una leggera tendenza al peggioramento.

Le mie ipotesi iniziali riguardo le prestazioni pre e post pandemia Covid-19 sono di rilevare un leggero calo della performance o perlomeno un plateau che dimostrerebbe un rallentamento del progressivo aumento delle performance dovuto allo sviluppo puberale, soprattutto per quanto riguarda il test di Cooper poiché il virus va ad intaccare in modo specifico la capacità cardiorespiratoria.

Per rispondere alle domande che ci siamo posti bisognava mettere in relazione le capacità condizionali degli studenti della scuola secondaria e per fare ciò sono stati utilizzati 6 diversi test da campo, 5 per le capacità condizionali: Sargent test (forza esplosiva verticale arti inferiori), Test di Cooper (resistenza), salto in lungo da fermo (forza esplosiva arti inferiori), sprint 30 mt (rapidità e forza esplosiva), getto del peso (forza esplosiva arti superiori) e 1 test per l'elasticità cioè il bending test (elasticità catena posteriore).

Gli studenti hanno svolto i test sotto la supervisione di una figura professionale che dopo averli spiegati dettagliatamente, ha controllato che fossero svolti in maniera corretta e catalogati.

## **CAPITOLO 2 : MATERIALI e METODI**

### **2.1 Descrizione dello studio e dei partecipanti**

La totalità dei test è stata svolta nelle ore curricolari di educazione fisica all'interno della palestra d'istituto sotto la supervisione del docente di educazione fisica.

I materiali e gli strumenti utilizzati sono stati tutti resi disponibili dal magazzino per il materiale dell'istituto; non sono serviti particolari attrezzi dal costo elevato, sono semplicemente bastati: un metro, un cronometro, un fischietto, scotch di carta, coni, un materassino rigido, palle mediche da 3 e 2 kg, uno sgabello, e una parete con scala centimetrata la quale era già presente e non removibile.

Gli spazi secondo la tipologia del test sono stati ricavati dalle porzioni della palestra d'istituto, i 30 mt per lo sprint, il perimetro della palestra per il test di Cooper e per il restante dei test non è servito molto spazio.

La palestra veniva regolarmente sanificata, arieggiata e pulita ogni pomeriggio.

Per catalogare i dati è stato sufficiente inserirli in un documento excel sul computer/tablet, dove sono stati differenziati per classi, anni scolastici ed istituto; i calcoli per ricavare le valutazioni finali sono semplici differenze o moltiplicazioni effettuate dalla programmazione impostata sulle tabelle di excel.

Tutte le valutazioni prese in analisi da questa tesi sono state ricavate da test svolti nel primo quadrimestre di ciascun AA, cioè dal mese di settembre fino al mese di dicembre incluso.

La presenza di infortuni, allergie, influenza o malessere in generale giustificava il mancato svolgimento del test che veniva tuttavia recuperato in altro periodo.

I partecipanti sono studenti della scuola secondaria di secondo grado di età compresa tra i 14 e i 19 anni. Nel 2017/18 i dati sono stati raccolti in un istituto tecnico agrario dove la popolazione è nettamente in maggioranza maschile (84 maschi e 27 femmine) mentre dal 2018/19 in poi i dati sono

stati raccolti in un liceo e la popolazione è all'incirca in equilibrio tra maschi e femmine (409 maschi, 468 femmine). I partecipanti oltre all'anno scolastico, l'età ed il genere non hanno altre caratteristiche a noi note, non si conosce la loro storia in base a infortuni pregressi, gli sport praticati, la loro dieta e la loro condizione fisica al momento dei test. Ci si auspica che i test siano stati svolti al massimo delle loro effettive capacità. Prima dello svolgimento dei test è stato effettuato un breve riscaldamento, delle prove pratiche del test e nel caso non bastasse l'ora curricolare per svolgere la valutazione di tutti i componenti della classe il test veniva ripreso un'altra giornata (il recupero veniva svolto anche per chi era assente il giorno del test). La maggioranza dei test inoltre presentava 3 possibili tentativi ed essendo ripetuti ogni anno nella stessa maniera dopo il primo anno sono già noti e tendenzialmente non necessitano di nessun gesto specifico complicato da poter effettuare per un neofita. I test da campo utilizzati sono stati scelti in base alla semplicità nell'esecuzione, facilità d'impiego, materiali e spazi disponibili, selettività nel valutare la capacità condizionale target e per la facilità nel trasformare il dato effettivo in un voto utilizzabile per valutare lo studente in pagella.

## **2.2 Test da campo effettuati**

### **2.2.1 Sargeant test**

Il Sargeant test è un test da campo molto facile ed economico per valutare la forza esplosiva in verticale degli arti inferiori. Si necessita solo di una parete centimetrata. Il test consiste nel raggiungere con un salto da fermo il punto più alto raggiungibile con il braccio teso oltre il capo, consentendo un contro movimento di spinta.

La procedura del test è la seguente: lo studente si avvicina lateralmente al muro in posizione eretta, solleva il braccio teso verso l'alto oltre il capo e il docente, posizionandosi in maniera da assistere al salto da una visione sagittale, segna l'altezza a cui corrisponde il punto più alto toccato dalla mano; in seguito lo studente può abbassare il braccio e quando

preferisce cedere, attraverso un contro movimento fino alla posizione del mezzo squat degli arti inferiori e dallo slancio delle braccia, di toccare il punto più alto finita la fase ascendente del salto; il docente una volta aver segnato anche il punto massimo toccato dopo il salto fa la differenza tra i risultati e questa sarà il dato finale da prendere in considerazione. Possibili errori nella validazione del test sono uno scorretto posizionamento dello studente nella fase di misura prima del salto, effettuare un passo in avanti prima del salto per darsi lo slancio, non toccare il muro nella fase in cui si è raggiunti l'altezza massima ed infine andare a toccare il muro con due braccia. Possibili discriminanti che svantaggiano la performance sono: una scorretta coordinazione arti inferiori/superiori che annulla i benefici dello slancio o addirittura provoca l'effetto opposto; effettuare un contro movimento troppo ampio o troppo lentamente senza sfruttare la forza elastica che si crea, non concentrarsi o non essere motivati prima del salto.

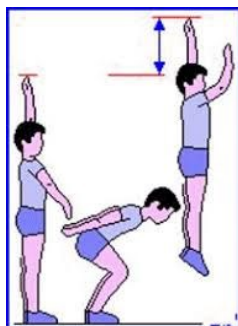


Figura 16. Il Sargeant Test.

### 2.2.2 Salto in lungo da fermo

Il salto in lungo da fermo è un test da campo altrettanto facile ed economico capace di valutare la forza esplosiva in orizzontale degli arti inferiori.

Si necessita per lo svolgimento del test un metro e un materassino rigido/sabbia. Il test consiste in un salto in lungo da fermo con uno slancio delle braccia e un contro movimento fino alla posizione del mezzo squat consentito. La procedura è la seguente: lo studente si avvicina ad un apposito segno (nastro di scotch) che rappresenta lo 0 del metro

appoggiato a terra senza superarlo con la punta dei piedi; attraverso un contro movimento e uno slancio con le braccia effettua in salto in avanti il più lontano possibile, il docente segna il punto di contatto del tallone più arretrato al suolo, il test viene ripetuto per 3 volte e viene infine registrato il risultato migliore. Possibili errori nella validazione del test sono: superare la linea di partenza che corrisponde allo 0 sul metro, quando il soggetto appoggia le mani al suolo dopo essere atterrato, quando non mantiene la posizione raggiunta per il tempo minimo dell'operatore che verifichi la distanza raggiunta. Possibili errori che possono condizionare la performance: una scorretta coordinazione di slancio tra arti superiori e arti inferiori, una traiettoria non rettilinea nel salto, tenere un piede arretrato rispetto all'altro, scegliere un angolo di uscita dal salto inappropriato (troppo in alto o troppo in basso), non essere concentrati e motivati nel salto.

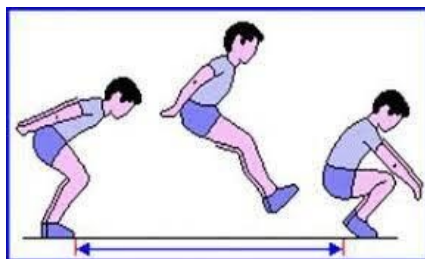


Figura 17: Test di salto in lungo da fermo.

### **2.2.3 Lancio della palla medica**

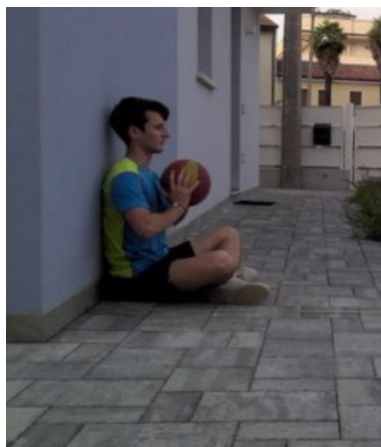
Il lancio della palla medica da seduti a gambe incrociate è un test da campo di facile impiego per valutare la forza esplosiva degli arti superiori.

Per lo svolgimento del test si necessita di una palla medica da 3kg, una da 2kg e un metro.

Il test consiste nel lancio di una palla medica di 3kg per i maschi e 2kg per le femmine in avanti partendo da seduti con le gambe incrociate, schiena appoggiata al muro e palla a contatto del petto sotto il mento.

Lo svolgimento è il seguente: lo studente prende una palla da 3kg se è un maschio mentre prende una palla medica da 2 kg se è una femmina, ci si posiziona seduti con le gambe incrociate, la schiena appoggiata al muro e la palla a contatto con il petto sotto il mento, si effettua un lancio in avanti con la possibilità di staccare la schiena dal muro ma stando attenti a non perdere il contatto al suolo con i glutei; il docente annota la misura sulla quale il peso è caduto, la procedura verrà ripetuta per 3 volte e si registrerà solo il risultato migliore.

I possibili errori sulla validazione del test sono: non partire con la schiena appoggiata al muro, se la palla non parte dal petto, staccare il bacino dal suolo. Gli errori che peggiorano la performance sono: sbagliare l'angolo di uscita del peso (con una parabola troppo alta o troppo radente), non lanciare lungo una traiettoria rettilinea, non avere una presa ben salda o farsi scivolare la palla dalle mani.



*Figura 18. Il test del lancio della palla medica.*

#### **2.2.4 Test di Cooper**

Il test di Cooper è un test economico ed efficace per valutare la massima capacità di resistenza aerobica di un individuo, e per stimare indirettamente il massimo consumo di ossigeno (VO<sub>2</sub>max).

Per lo svolgimento del test occorre predisporre un percorso di perimetro noto come ad esempio il perimetro della palestra con dei coni per delimitarne i vertici, un cronometro e un partner.

Il test è una corsa aerobica continua ad una velocità sub massimale fino allo scadere dei 12 minuti di durata, nel caso non fosse più possibile mantenere la corsa si può anche camminare.

Lo svolgimento del test consiste nel partire da un cono che si preferisce o, visto che è possibile effettuarlo con più soggetti contemporaneamente, distribuirsi in maniera omogenea in piccoli gruppetti per ciascun cono, al VIA del docente iniziare a correre lungo il percorso con la possibilità di superare e camminare se non si riesce più a correre, il partner semplicemente conta quanti giri compie il compagno, dopo 12 minuti, allo STOP del docente rallentare progressivamente e fare 2 ulteriori giri camminando come defaticamento; il docente in base al numero di giri dichiarati dal partner e dalla distanza percorsa con un singolo giro si ricava tramite una moltiplicazione quanti metri ha corso il soggetto in 12 minuti di corsa continua.

Possibili errori di validazione del test sono: partire prima del VIA, tagliare gli angoli delimitati dai coni, un conto scorretto da parte del partner, non completamento dei 12 minuti.

Possibili errori che peggiorano la performance: scelta di un ritmo di corsa sbagliato (finire il test con ancora delle energie, esaurire tutte le energie nella prima parte di tempo), scorretta e dispendiosa tecnica di corsa, insufficiente motivazione, rimanere bloccati nel traffico di altri soggetti che stanno effettuando il test, calzature inadatte, non essere nelle condizioni psicofisiche adatte (ammalati, infortunati, tristi etc.).

### **2.2.5 Sprint 30 m Test**

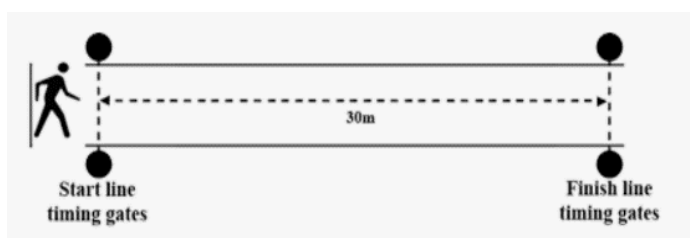
Lo sprint di 30 mt è un test facile da eseguire, economico ed efficace per valutare la rapidità e forza esplosiva degli arti inferiori.

Per il corretto svolgimento si necessita soltanto di un cronometro e un rettilineo con una distanza accettabile anche per la fase di frenata post sprint. Lo svolgimento del test consiste nel posizionarsi dietro un apposito segno a terra (di solito striscia di scotch), partire ad accelerare alla massima



velocità in traiettoria rettilinea fino ad un altro apposito segno che identifica la fine dei 30mt, successivamente rallentare progressivamente fino a fermarsi completamente; il docente sarà incaricato di far partire il cronometro quando il soggetto parte e di fermarlo quando raggiunge la fine. Possibili errori che annullano il test: partire più in avanti della linea, errori da parte del rilevatore nel far partire o arrestare con il giusto tempismo il tempo, eventuali cadute.

Possibili errori che peggiorano la performance: scorretta tecnica di corsa, calzature inadatte, effettuare il test senza motivazione, non correre in maniera perfettamente rettilinea, scegliere una scorretta frequenza/falcata dei passi, inadatte condizioni del suolo.



*Figura 19. Schema rappresentativo dello sprint 30m test*

### **2.2.6 Stand and Reach Flexibility Test (SRFT)**

Lo SRFT è un semplice test da campo per valutare il grado di allungamento della catena posteriore. Per svolgere il test occorre semplicemente avere uno sgabello con un'asta centimetrata con lo zero corrispondente al livello dell'appoggio (per convenzione si stabiliscono i valori positivi sotto lo zero e i valori negativi sopra lo zero). Il test consiste in una semplice flessione massima in avanti con gambe e braccia tese.

Lo svolgimento del test consiste nel togliersi le scarpe, salire sopra lo sgabello/piattaforma rialzata, quando si preferisce effettuare una massima flessione in avanti con braccia e gambe tese e mantenere la posizione per il tempo necessario nel quale il rilevatore annota la quota raggiunta. Possibili errori di validazione nel test sono: non togliersi le

scarpe, rifiutarsi di salire sullo sgabello per paura di cadere/vertigini, non tenere le braccia tese, effettuare oscillazioni e rimbalzi senza mantenere la posizione di massima flessione per un tempo minimo.

Fattori o possibili errori che inficiano sulla performance: riscaldamento dei muscoli, temperatura della stanza, non accompagnare alla fase di allungamento una espirazione e rilassamento massimi.



*Figura 20. Lo Stand and Reach Flexibility Test.*

## CAPITOLO 3: RISULTATI

I dati raccolti sono stati analizzati mediante il software GraphPad Prism 9. I risultati, sono presentati di seguito in grafici a barre e tabelle riassuntive, suddivise per ciascuno dei tre obiettivi principali di questo studio. Nei grafici a barre sono riportati sia i valori individuali (dei singoli soggetti), sia il valore medio e la deviazione standard. Nelle tabelle, sono riportati i valori medi con la deviazione standard.

### 3.1 Confronto sviluppo/evoluzione capacità motorie nella scuola secondaria di secondo grado (analisi trasversale)

Come abbiamo ampiamente discusso in precedenza (cap.1.4.6) l'età evolutiva porta con sé marcati cambiamenti a livello motorio; per monitorare ciò sono stati analizzati e comparati i risultati in base all'età anagrafica degli studenti presi in esame. Il numero dei campioni utilizzati per l'analisi sono per varie ragioni diversi tra loro, qui di seguito una semplice tabella con il numero degli studenti valutati in base all'età e al test effettuato.

	14 anni	15 anni	16 anni	17 anni	18 anni
<b>Lungo da fermo</b>	269	233	166	136	148
<b>Test di Cooper</b>	248	215	146	113	111
<b>Sargeant test</b>	268	229	167	123	143
<b>Lancio della palla medica</b>	254	236	155	123	140
<b>Sprint 30mt</b>	267	232	160	136	89
<b>Stand &amp; Reach Flexibility Test</b>	265	233	168	141	125

Tabella 1. Numero di valutazioni (studenti) per età anagrafica per ciascun test analizzato.

Lo scopo dei grafici e delle tabelle che seguono è di manifestare in maniera schematica e semplice come le capacità condizionali sono variate durante gli anni della pubertà.

Dalle analisi dei dati effettuate è emerso che:

- I risultati del test di salto in lungo da fermo si sono dimostrati in continuo miglioramento dalla prima alla quinta superiore. Marcata è la differenza tra i 14 anni e tutti i seguenti anni, particolarmente evidente la differenza dei risultati tra i 14 anni e i 18.
- In linea con quanto detto per il salto in lungo da fermo, il Sargeant test, che esprime la forza esplosiva degli arti inferiori in direzione verticale ha anch'esso registrato un continuo aumento dai 14 ai 18 anni d'età.
- Il test di Cooper ha registrato un leggero aumento dai 14 ai 18 anni tuttavia non abbastanza marcato per essere considerato statisticamente rilevante. Solo dai 14 ai 16 anni si è rivelato un aumento rilevante.
- Il test del lancio della palla medica, utilizzato per isolare e valutare la forza esplosiva degli arti superiori, come per gli altri test per la forza esplosiva ha manifestato un importante sviluppo lungo tutta questa fascia d'età. In maniera particolarmente significativa registriamo un aumento delle performance dai 14 ai 16 e dai 14 ai 18 anni.
- Per quanto riguarda il test sulla rapidità: i 30 metri sprint, è emerso un significativo abbassamento del tempo dai 14 ai 16 anni e dai 14 ai 18 anni.
- Lo *Stand & reach flexibility* test ha subito anch'esso un miglioramento in base all'età anagrafica dei soggetti, in particolare dai 14 ai 17 e dai 14 ai 18 anni.

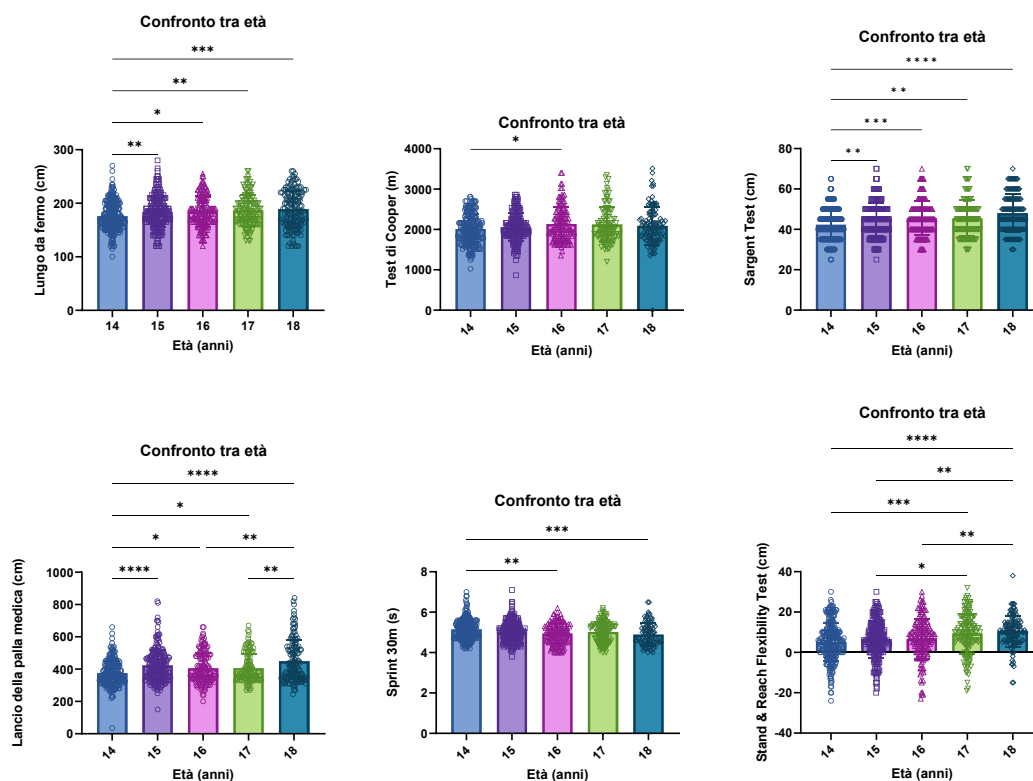


Figura 21. Confronto tra prestazione nei test di lungo da fermo, test di Cooper, Sargeant Test, lancio della palla medica, sprint 30 m test e Stand & Reach Flexibility test nelle diverse fasce di età della scuola secondaria di secondo grado. Ogni colore indica una diversa età anagrafica. Gli asterischi (\*) denotano differenze statisticamente significative tra le diverse fasce di età.

	Età studenti				
	14 anni	15 anni	16 anni	17 anni	18 anni
Lungo da fermo (cm)	175,7 ± 27,0	184,3 ± 28,8	184,7 ± 28,4	186,7 ± 28,7	188,8 ± 34,7
Test di Cooper (m)	2012 ± 366	2060 ± 339	2135 ± 414	2121 ± 428	2109 ± 434
Sargeant Test (cm)	42,3 ± 7,7	45 ± 8,2	45,6 ± 8,4	45,5 ± 8,9	48 ± 9,4
Lancio della palla medica (cm)	376 ± 74,2	422 ± 99	405,6 ± 94	406,3 ± 89	449 ± 130
Sprint 30 m (s)	5,15 ± 0,5	5,03 ± 0,5	4,95 ± 0,5	5,02 ± 0,5	4,89 ± 0,6
Stand & Reach Flexibility Test (cm)	4,6 ± 15,7	6,5 ± 9	6,7 ± 10	9,3 ± 10	10,4 ± 7,7

Tabella 2. Riassunto delle prestazioni medie (± deviazione standard) nei test analizzati per le diverse fasce di età (14-18 anni).

### **3.2 Confronto cambiamento delle capacità motorie degli studenti in entrata e uscita dalla scuola secondaria negli ultimi 5 anni (analisi trasversale)**

Partendo dalla domanda di base: “le capacità condizionali degli studenti nella scuola secondaria sono cambiate nelle diverse annate?” abbiamo confrontato i diversi anni scolastici dal 2017/18 al 2022/2023 per le classi prime e per le classi quinte, in modo tale da avere una panoramica delle principali capacità motorie dei ragazzi che arrivano alle scuole superiori (classi prime) e di quelli che le lasciano (classi quinte).

Per effettuare la panoramica delle classi prime sono stati utilizzati i dati di circa 269 studenti, il dato varia leggermente in base ai singoli test poiché per varie ragioni è possibile che qualche componente del gruppo classe non sia stato valutato, oppure, come nel caso dell'anno scolastico 2017/2018 (test di Cooper e getto del peso) che non sia stato svolto affatto il test.

Mentre per effettuare la panoramica delle classi quinte ci siamo basati su un campione di circa 147 studenti a causa delle stesse ragioni.

Prima di andare ad analizzare bisogna sottolineare come nel 2017/18 i dati siano stati raccolti in un istituto tecnico per un totale di 111 studenti dei quali 27 di genere femminile, dunque il 24%; mentre per tutti gli anni seguenti (dal 18/19 al 22/23) sono stati raccolti in un liceo per 877 studenti e 468 delle quali femmine, dunque il 53%.

Dal paragone effettuato tra le diverse annate scolastiche è emerso che:

- La forza esplosiva degli arti inferiori, valutata tramite il Sargeant test e salto in lungo da fermo, non ha subito particolari cambiamenti nel corso di 5 anni, sia per quanto riguarda le classi prime che le quinte.
- Il test di Cooper, il quale valuta la capacità di resistenza aerobica degli studenti, non ha evidenziato differenze particolari, se non un calo della performance nelle quinte nell'a.s. 19/20, rispetto ai due anni successivi.

- Il test del lancio della palla medica ha registrato la maggior escursione di risultati, soprattutto per le quinte, manifestando una importante differenza tra le quinte del 2017/2018 e le quinte del 2022/2023.
- Il test sulla rapidità, cioè il 30 metri sprint, è anch'esso leggermente peggiorato negli anni, nel 2017/18 sia per le prime che per le quinte la media dei risultati è significativamente più bassa rispetto agli anni a seguire.
- Lo *Stand and Reach Flexibility* test presenta un andamento piuttosto irregolare, in particolare nel 2019/20 sia in prima che in quinta i risultati registrati sono inferiori rispetto le annate 18/19 e 20/21. Tuttavia per tutte le annate vi sono valori della deviazione standard elevati, ciò indica una elevata variabilità tra le misure.

Qui di seguito i grafici dei risultati nei diversi test messi a confronto in base agli anni scolastici.

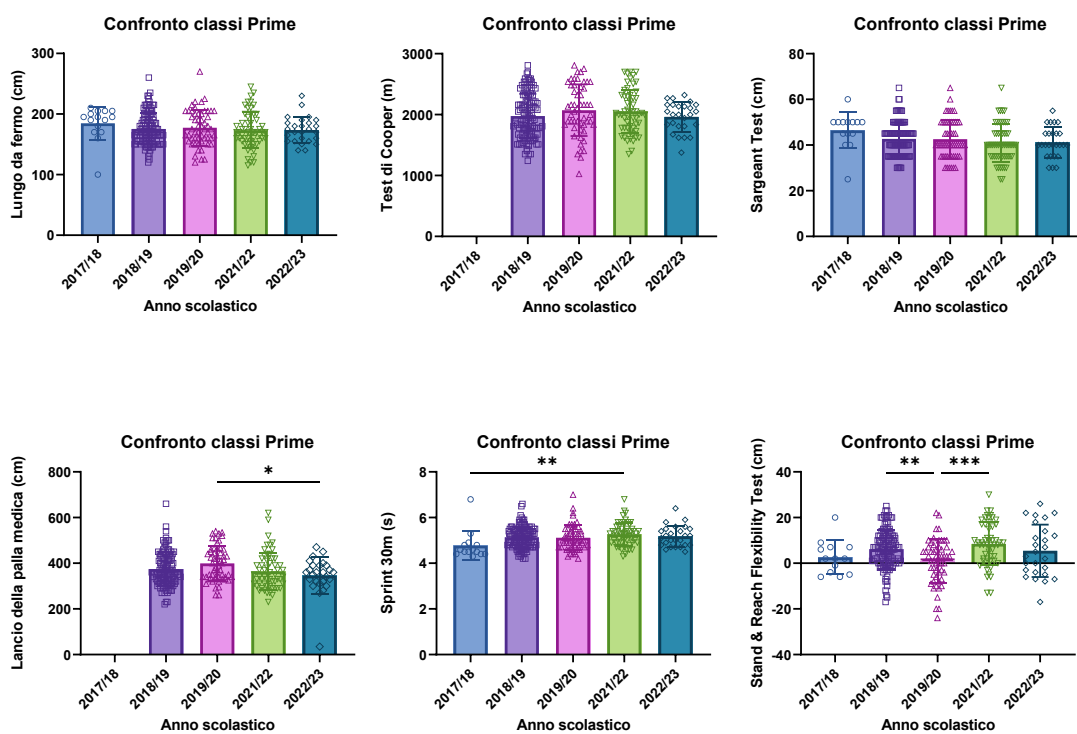


Figura 22. Confronto della prestazione nei test di lungo da fermo, test di Cooper, Sargeant test, Lancio della palla medica, Sprint 30m test, Stand & Reach Flexibility test per quanto riguarda le classi prime, tra i diversi anni accademici analizzati (dal 2017-18 al 2022-23). Ogni colore indica un diverso anno scolastico. Gli asterischi (\*) denotano differenze statisticamente significative tra i diversi anni scolastici.



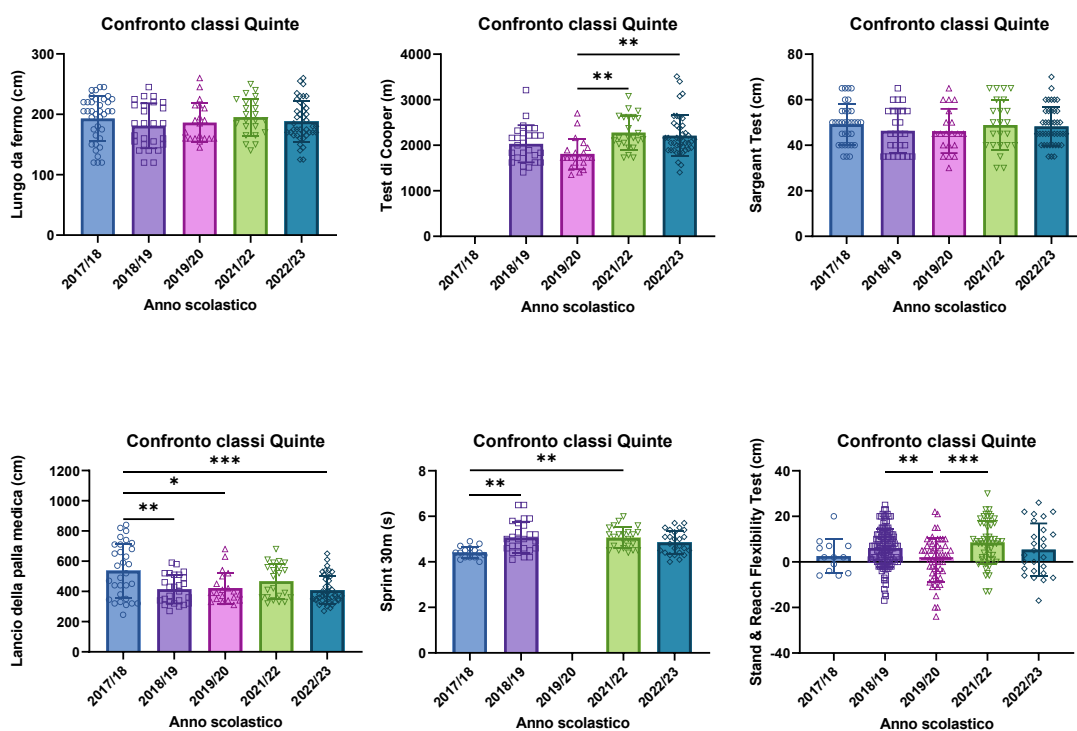


Figura 23. Confronto della prestazione nei test di lungo da fermo, test di Cooper, Sargeant test, Lancio della palla medica, Sprint 30m test, Stand & Reach Flexibility test per quanto riguarda le classi quinte, tra i diversi anni accademici analizzati (dal 2017-18 al 2022-23). Ogni colore indica un diverso anno scolastico. Gli asterischi (\*) denotano differenze statisticamente significative tra i diversi anni scolastici.

	<b>Confronto anni scolastici classi prime</b>				
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2022/2023
Lungo da fermo (cm)	184,7 ± 27,7	175,4 ± 25,8	177,3 ± 29,5	173,3 ± 29,5	173,7 ± 21,6
Test di Cooper (m)	-	1977 ± 365,0	2072 ± 424,0	2051 ± 356,0	1963 ± 242,0
Sargeant Test (cm)	46,4 ± 7,9	42,7 ± 7,0	42,6 ± 8,5	40,8 ± 8,2	41,2 ± 6,7
Lancio della palla medica (cm)	-	374,2 ± 73,4	399,3 ± 75	364,6 ± 80,0	358,4 ± 50,7
Sprint 30 m (s)	4,77 ± 0,6	5,14 ± 0,5	5,12 ± 0,5	5,27 ± 0,5	5,18 ± 0,5
Stand & reach Flexibility Test (cm)	2,5 ± 7,4	6,1 ± 8,4	0,9 ± 9,6	8,5 ± 9,4	5,5 ± 11,5

Tabella 3. Riassunto delle prestazioni medie (± deviazione standard) dei test analizzati nei diversi anni scolastici (2017-18/2022-23) degli studenti delle classi prime.

	<b>Confronto anni scolastici classi quinte</b>				
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2022/2023
Lungo da fermo (cm)	193,2 ± 37,8	181,2 ± 37,2	186,3 ± 32,6	195,4 ± 30,6	188,2 ± 33,6
Test di Cooper (m)		2033 ± 407,0	1812 ± 337,0	2279 ± 372,0	2212 ± 456,0
Sargeant Test (cm)	49,3 ± 8,9	46,4 ± 9,8	46,3 ± 9,7	48,9 ± 11,0	48,3 ± 8,5
Lancio della palla medica (cm)	536,5 ± 178,0	414,6 ± 95,0	422 ± 102,0	467 ± 115,0	408 ± 94,0
Sprint 30 m (s)	4,41 ± 0,3	5,06 ± 0,7		5,05 ± 0,5	4,85 ± 0,5
Stand & reach Flexibility Test (cm)	2,5 ± 7,4	6,09 ± 8,5	-2,4 ± 28,6	8,5 ± 9,4	5,5 ± 11,5

*Tabella 4. Riassunto delle prestazioni medie (± deviazione standard) dei test analizzati nei diversi anni scolastici (2017-18/2022-23) degli studenti delle classi quinte.*

### **3.3 Confronto cambiamento delle capacità motorie pre vs. post COVID-19 (analisi longitudinale)**

Ora analizzeremo invece un caso singolare e fortuito che ha permesso di aggiungere a questa tesi una interessante parentesi riguardo le conseguenze della pandemia Sars COVID 19. Si tratta infatti di un gruppo classe di 25 componenti all'incirca (il numero è variato negli anni partendo da 31 in prima, 28 seconda e 23 in quarta e quinta) che è stato valutato nell'arco dei 5 anni di scuola superiore due volte prima del Covid-19 e 2 volte dopo il Covid-19 (durante il loro terzo anno, a.s. 2019/20, non si sono svolte regolarmente le ore di educazione fisica e a causa di ciò non è stato possibile raccogliere i dati durante l'anno scolastico).

Grazie alla coincidenza del periodo storico e del semplice fatto che quella stessa classe sia stata assegnata a Gian Carlo Schiavon durante tutta la durata della scuola superiore ci è possibile mettere in relazione i loro risultati svolti in prima e seconda superiore prima del Covid e successivamente in quarta e quinta superiore dopo il Covid; ciò ci permette di verificare, seppur in piccola scala, se la pandemia Covid abbia influenzato direttamente e/o indirettamente le capacità motorie dei partecipanti.

Dalle analisi emerge che:

- La forza esplosiva degli arti inferiori, valutata tramite Sargeant test e salto in lungo da fermo, è migliorata gradualmente negli anni sia nel pre che nel post pandemia, statisticamente significativa è la differenza tra i risultati in prima e in quinta.
- Anche il test di Cooper ha registrato un graduale miglioramento negli anni, da una media di 2015 metri percorsi in 12 minuti in prima si è passati ad una media di 2391 in quinta superiore.
- I risultati del test del lancio della palla medica sono anch'essi migliorati in modo statisticamente significativo dalla prima alla quinta superiore.
- Nei 30 metri sprint il tempo di percorrenza è diminuito in maniera importante tra la prima e la quinta, registrando tuttavia un plateau tra la seconda e la quarta.
- Progressivamente durante gli anni anche lo *Stand and Reach Flexibility* test è migliorato.

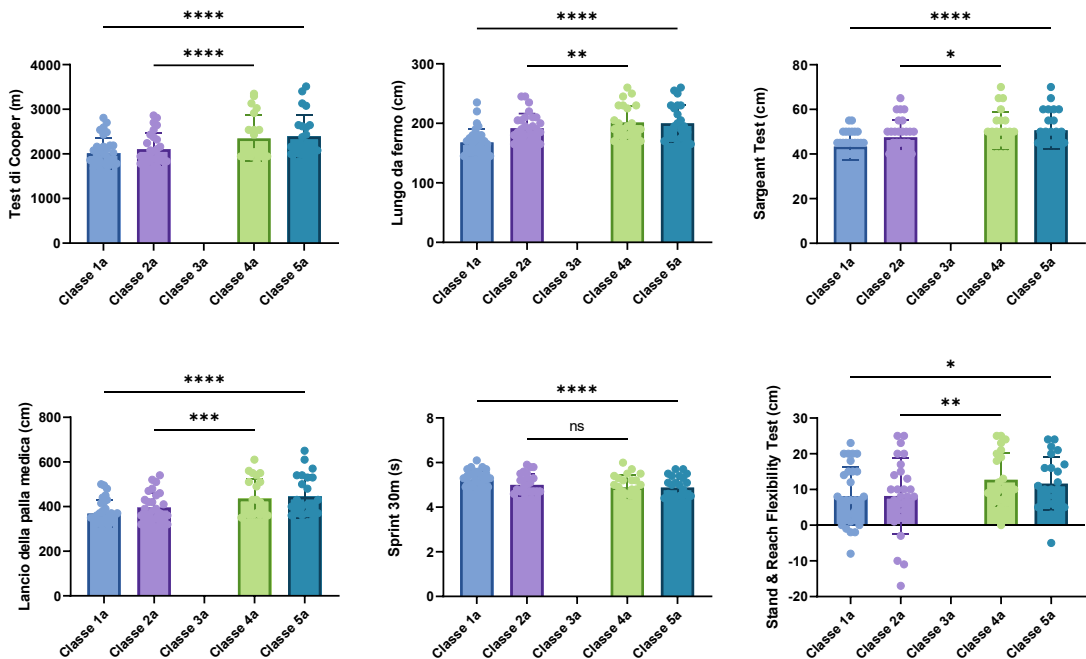


Figura 24. Confronto della prestazione nei test di lungo da fermo, test di Cooper, Sargeant test, Lancio della palla medica, Sprint 30m test, Stand & Reach Flexibility test per una specifica classe che ha svolto i test in prima e in seconda prima della pandemia e in quarta e in quinta dopo la pandemia. Gli asterischi (\*) denotano differenze statisticamente significative tra i diversi anni scolastici.

	Pre-Covid 19			Post-Covid 19	
	2017/18	2018/19	2019/2020	2021/22	2022/2023
Lungo da fermo (cm)	168,1 ± 22,7	191,8 ± 24,7	-	201,5 ± 27,7	200 ± 31,0
Test di Cooper (m)	2015 ± 348,0	2106 ± 366,0	-	2348 ± 515,0	2391 ± 489,0
Sargeant Test (cm)	43,4 ± 6,0	47,5 ± 7,9	-	50,2 ± 8,6	50,7 ± 8,6
Lancio della palla medica (cm)	369,2 ± 59,3	395,2 ± 67,7	-	435,5 ± 88,0	444,3 ± 96,0
Sprint 30 m (s)	5,2 ± 0,4	5 ± 0,5	-	4,9 ± 0,5	4,9 ± 0,5
Stand & Reach Flexibility Test (cm)	8,1 ± 8,0	8,2 ± 11,0	-	12,7 ± 7,0	11,7 ± 8,0

Tabella 5. Riassunto delle prestazioni medie (± deviazione standard) nei test analizzati per una classe prima della pandemia Covid-19 (2017-18 / 2018-19) e dopo la pandemia (2021-22 / 2022-23)

## **CAPITOLO 4: DISCUSSIONE e CONCLUSIONI**

Il database utilizzato per svolgere questo lavoro di analisi statistica si avvale di un numero totale di 989 studenti della scuola secondaria di secondo grado: 494 dei quali di genere maschile e 495 di genere femminile, dunque possiamo considerare un rapporto maschi-femmine del 50%.

Essendo studenti di una scuola secondaria di secondo grado consideriamo la fascia d'età dai 14 anni fino ad arrivare ai 18 anni circa; è possibile che alcuni studenti siano ripetenti e di conseguenza leggermente più anziani.

Lo studio è stato effettuato a partire dall'anno scolastico 2017/18 fino all'anno scolastico 2022/23; è importante sottolineare che nel 2017/18 i dati sono stati raccolti all'interno di un istituto tecnico agrario chiamato ITIS De Nicola situato a Piove di Sacco e gli studenti presi in esame sono stati 111 di cui 27 femmine; mentre dal 2018/19 fino al 2022/23 i dati sono stati raccolti all'interno di un liceo chiamato Einstein situato sempre a Piove di Sacco dove per un campione totale di 877 studenti 468 dei quali sono femmine.

Questa importante differenza di proporzione di genere tra il 2017/18 (con una proporzione del 24% di popolazione femminile) e gli anni a seguire (con una proporzione del 53% di popolazione femminile) sarà particolarmente evidente e rilevante nel confronto tra le diverse prestazioni motorie tra i diversi anni scolastici (seconda domanda posta per la tesi).

Nel 2017/18 riscontreremo mediamente prestazioni migliori rispetto la media degli altri anni scolastici a seguire, lasciandoci pensare che effettivamente nel giro di 5 anni o meno effettivamente le prestazioni siano calate in modo così drastico, questo invece è semplicemente dovuto alla netta sproporzione tra maschi-femmine registrata nelle classi: 24% femmine e il restante maschi.

Il totale dei dati è stato organizzato in maniera tale da rispondere alle singole domande poste; escludendo di conseguenza i risultati delle popolazioni che non appartengono ai criteri utili per l'analisi.

I sei test utilizzati sono volti a valutare nella maniera più efficace possibile le capacità motorie dei partecipanti:

- Sargeant test = forza esplosiva arti inferiori in direzione verticale
- Salto in lungo da fermo = forza esplosiva arti inferiori in direzione orizzontale
- Lancio della palla medica = forza esplosiva degli arti superiori
- Sprint 30 metri = rapidità
- Test di Cooper = resistenza
- Stand & reach flexibility test = flessibilità catena posteriore

Per rispondere sinteticamente ai tre quesiti che hanno guidato il mio progetto di ricerca, alle analisi effettuate è emerso che:

1. Le capacità motorie sono progressivamente migliorate nel corso degli anni nella scuola secondaria di secondo grado, dimostrando come dai 14 anni ai 18 anni si individua una fascia d'età nella quale si verifica un importante incremento delle capacità motorie senza la necessità di allenamenti specifici;
2. Nel corso di 5 anni di tempo non sono emersi in maniera statisticamente significativa cambiamenti riguardo i risultati ricavati dai test, dimostrando come gli studenti che entrano alle superiori (in prima) e gli studenti che lasciano le superiori (in quinta) di oggi non abbiano particolari differenze a livello motorio rispetto ai corrispettivi studenti di cinque anni fa (2017/18);
3. Analizzando i risultati ottenuti da una classe valutata prima e dopo la pandemia Covid-19 non sono emersi deficit sul corretto sviluppo

motorio: le prestazioni dalla prima alla quinta superiore sono progressivamente migliorate, dimostrando come lo sviluppo puberale abbia apportato benefici a livello motorio e come la pandemia Covid-19 non abbia comportato importanti modifiche.

#### **4.1 Come sono variate le prestazioni in base all'età**

Per rispondere a questa domanda è stato diviso il numero totale di studenti (989) in 4 sottogruppi in base all'età anagrafica: 14 anni, 15 anni, 16 anni, 17 anni e 18 anni, con lo scopo di tracciare come le capacità motorie variano in base all'età.

A livello specifico i risultati emersi dallo studio sono:

- Nel periodo di studio, si è osservato un notevole incremento nella distanza media del salto in lungo da fermo tra i soggetti coinvolti. A 14 anni, la media registrata era di 175,7 cm, mentre a 18 anni è salita significativamente a 188,8 cm, rappresentando un aumento medio di circa 13 cm. È interessante notare che la deviazione standard, che indica la variabilità dei dati all'interno del campione, si è mantenuta a circa 28 cm durante l'arco temporale considerato. Questi risultati evidenziano un trend di miglioramento progressivo della performance nel salto in lungo da fermo anno dopo anno. Tale progressione sembra essere strettamente associata allo sviluppo puberale, alla maturazione del sistema nervoso e all'aumento della forza muscolare degli arti inferiori, senza la necessità di un allenamento specifico per il salto in lungo. Questi dati suggeriscono l'importanza della crescita fisiologica come fattore determinante nella capacità di eseguire salti in lungo da fermo di maggior distanza.
- I dati ottenuti dal Sargeant test mostrano una tendenza simile a quelli del salto in lungo da fermo, rafforzando ulteriormente la teoria che lo sviluppo puberale nel miglioramento delle capacità motorie degli arti

inferiori sia un fattore chiave. A 14 anni, la media registrata per il Sargeant test era di 42,3 cm, mentre a 18 anni è salita in modo significativo a una media di 48 cm, corrispondente a un aumento netto di 5,7 cm nell'elevazione. La deviazione standard, che misura la dispersione dei dati all'interno del campione, è stata di circa 8,5 cm. Questi risultati confermano che la forza esplosiva degli arti inferiori non è migliorata solo in direzione orizzontale, come dimostrato dal salto in lungo, ma anche in direzione verticale attraverso il Sargeant test. Questa progressione di anno in anno evidenzia chiaramente come la forza esplosiva degli arti inferiori sia strettamente correlata allo sviluppo puberale e all'adattamento fisiologico, sottolineando l'importanza della crescita e della maturazione nel determinare le capacità motorie degli adolescenti dai 14 ai 18 anni.

- I risultati ottenuti dal test di Cooper mettono in luce una situazione leggermente diversa rispetto ai test di forza esplosiva degli arti inferiori. A 14 anni, la media dei metri percorsi in 12 minuti era di 2012 metri, e dopo 4 anni questa media è aumentata leggermente, raggiungendo i 2109 metri. Si tratta di un guadagno complessivo di meno di 100 metri percorsi in più per un periodo di corsa di 12 minuti. Tuttavia, è importante notare che la deviazione standard in questo test è notevolmente più alta, pari a circa 400 metri. Ciò sottolinea una buona variabilità nelle prestazioni dei soggetti nel test di Cooper, con alcuni individui che hanno superato ampiamente la media e altri che sono rimasti ben al di sotto. Questi risultati indicano che il test di Cooper, utilizzato per valutare la capacità cardiorespiratoria degli studenti, non ha mostrato un aumento così marcato da poter essere considerato statisticamente significativo. In realtà, l'unico periodo di differenza significativa è stato rilevato tra i 14 e i 16 anni, indicando un miglioramento più consistente in quel periodo. Tuttavia, la variabilità delle prestazioni tra gli individui potrebbe essere la conseguenza dell'eterogeneità dei tempi di sviluppo per questi



adolescenti; individui con un età biologica avanzata rispetto ai coetanei possono aver registrato valori ben al di sopra della media e allo stesso modo coetanei con un ritardo nello sviluppo più o meno marcato hanno avuto risultati ben al di sotto della media.

- Il test del lancio della palla medica, utilizzato per valutare la forza esplosiva degli arti superiori, ha anch'esso rivelato un interessante trend di miglioramento graduale nel corso degli anni di studio. A 14 anni, la media dei risultati ottenuti in questo test era di 376 cm, mentre a 18 anni questa media è salita in modo significativo a 449 cm. Questo rappresenta un aumento notevole di 73 cm nel punteggio medio nel corso di quattro anni. La deviazione standard, che indica la dispersione dei dati all'interno del campione, è stata di circa 90, suggerendo una variabilità considerevole nelle performance dei soggetti. I dati evidenziano chiaramente come la forza esplosiva degli arti superiori sia progredita progressivamente di anno in anno durante il periodo di studio. Questo miglioramento potrebbe essere attribuito a una combinazione di fattori, tra cui lo sviluppo muscolare, la maturazione del sistema nervoso e la pratica dell'allenamento specifico. Inoltre, questi risultati indicano che la forza esplosiva degli arti superiori è altamente adattabile durante l'adolescenza, sottolineando l'importanza di una programmazione di allenamento mirata per sfruttare appieno il potenziale di crescita dei giovani.
- Il test del "30 metri sprint" è un efficace strumento utilizzato per valutare la rapidità dei soggetti, e i risultati rivelano un notevole miglioramento nel corso degli anni di studio. A 14 anni, la media dei tempi registrati in questo test era di 5,15 secondi, mentre a 18 anni questa media è scesa significativamente a 4,89 secondi. Questo rappresenta un miglioramento sostanziale di 0,26 secondi nel tempo medio di sprint in quattro anni. La deviazione standard, che misura la dispersione dei dati all'interno del campione, è stata di circa 0,5

secondi, indicando una certa variabilità nelle performance dei soggetti. I dati evidenziano chiaramente un progressivo miglioramento nella rapidità dei soggetti di anno in anno. In particolare, è interessante notare che sono stati identificati due scarti significativi: uno tra i 14 e i 16 anni e un altro tra i 14 e i 18 anni. Ciò indica che la capacità di sprint è migliorata in modo marcato durante l'adolescenza, con un'accelerazione particolarmente pronunciata tra i 14 e i 16 anni e un ulteriore affinamento tra i 14 e i 18 anni. Questi risultati sottolineano l'importanza dell'allenamento mirato per sviluppare la rapidità nei giovani atleti e dimostrano quanto il processo di crescita e maturazione possa influenzare positivamente le prestazioni fisiche.

- Lo Stand & Reach flexibility test, utilizzato per valutare l'elasticità della catena posteriore, è un indicatore significativo di flessibilità e mobilità articolare. A 14 anni, la media dei risultati ottenuti in questo test era di 4,6 cm, mentre a 18 anni questa media è aumentata notevolmente a 10,4 cm. Questo rappresenta un miglioramento sostanziale di 5,8 cm nell'elasticità della catena posteriore in quattro anni. Questa progressione positiva negli anni riflette l'adattamento fisiologico durante la fase di crescita e maturazione, con il corpo dei giovani che diventa gradualmente più elastico. È interessante notare che la variabilità nei risultati è molto ampia, pari a circa 10 cm. Questo suggerisce che ci sono significative differenze individuali nella flessibilità tra i soggetti. Alcuni giovani possono presentare risultati notevolmente migliori rispetto ad altri, il che potrebbe essere influenzato da diversi fattori come lo sport praticato, la genetica e le abitudini quotidiane.

In sintesi, l'analisi condotta nel corso di questa ricerca ha fornito una chiara evidenza dell'importanza dello sviluppo puberale come fattore chiave

nell'incremento delle performance nelle diverse capacità motorie. Si è osservato come nel corso degli anni, queste capacità subiscano una maturazione graduale e progressiva, evidenziando un periodo sensibile durante l'adolescenza che può essere sfruttato per migliorare la psicomotricità degli individui.

È importante sottolineare che questo studio non ha tenuto conto di eventuali attività extra curricolari (ad. es programmi di allenamento) o delle abitudini motorie dei soggetti coinvolti, il che potrebbe aver significativamente influenzato i risultati. Alcuni partecipanti potrebbero praticare sport a livello amatoriale o agonistico nel tempo libero, conferendo loro vantaggi specifici nei test di valutazione delle capacità motorie. Questa variazione individuale nei background sportivi potrebbe spiegare la variabilità nei risultati.

Un aspetto interessante emerso da questa analisi è il marcato miglioramento delle performance tra i 14 e i 16 anni, questa fascia temporale in più di un test è emersa statisticamente significativa. Questo fenomeno potrebbe essere attribuito al completamento dello sviluppo puberale nella popolazione femminile, il che potrebbe spiegare la diminuzione nella progressione dei risultati osservata dai 16 anni in poi. Inoltre, l'aumento della deviazione standard in questa fase riflette una variabilità maggiore tra le performance degli adolescenti, con quelli che hanno avuto uno sviluppo puberale precoce che ottengono punteggi nettamente superiori rispetto alla media, e viceversa per coloro con uno sviluppo puberale meno avanzato.

In definitiva, questa ricerca contribuisce alla nostra comprensione della relazione tra sviluppo puberale e capacità motorie, suggerendo che un'approfondita valutazione di queste fasi cruciali nell'adolescenza potrebbe consentire una migliore pianificazione dell'educazione fisica e dell'allenamento sportivo per gli adolescenti. Tuttavia, per una comprensione completa, ulteriori ricerche potrebbero essere necessarie per esaminare l'impatto del programma di allenamento e delle variabili individuali sui risultati delle valutazioni motorie durante l'adolescenza.

## 4.2 Come sono variate le prestazioni tra le diverse annate

Per condurre questa analisi, abbiamo suddiviso il nostro campione di 989 studenti in base all'anno scolastico di appartenenza e alla fascia d'età in cui sono stati registrati i dati. Al fine di ottenere una prospettiva completa e di accentuare la comprensione delle dinamiche in esame, abbiamo scelto di esaminare un arco temporale di cinque anni scolastici, compreso tra il 2017 e il 2023. In particolare, abbiamo focalizzato la nostra attenzione sulle classi prime, costituite dagli studenti che si stanno affacciando per la prima volta al mondo delle scuole superiori, e sulle classi quinte, composte dagli studenti che si preparano a concludere il loro percorso scolastico. Questo approccio ci ha consentito di valutare l'evoluzione delle performance motorie nel corso di un quinquennio, mantenendo costante l'età anagrafica dei partecipanti presi in considerazione.

Prima di entrare nel vivo della discussione è bene ricordare, come accennato nell'introduzione di questo capitolo, i dati nell'anno scolastico 2017/18 sono stati registrati in una scuola con una popolazione femminile del 24% e gli anni a seguire sono stati registrati in una scuola con una popolazione femminile del 53%.

- L'analisi dei dati relativi al salto in lungo da fermo ha rivelato interessanti andamenti nel corso di cinque anni. Nel dettaglio, la media delle prestazioni in prima è passata da 184,7 cm nel periodo 2017/2018 a 173,7 cm nel periodo 2022/2023, registrando una diminuzione complessiva di 11 cm nel corso del quinquennio. La deviazione standard, rappresentante la variabilità delle prestazioni, si attesta a circa 27 cm.

Per quanto riguarda le classi quinte, l'analisi delle prestazioni nel salto in lungo da fermo ha fornito dati simili a quelli riscontrati nelle classi prime. Nel 2017/2018, la media delle prestazioni era di 193,2 cm, mentre nel 2022/2023 è scesa a 188,2 cm. La deviazione

standard, che riflette la variabilità delle prestazioni, si è mantenuta su un valore significativo, pari a circa 35 cm.

Come nelle classi prime, l'analisi grafica dei dati non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra i due periodi considerati. La differenza tra le medie delle diverse annate non può essere considerata statisticamente significativa. Ciò suggerisce che, sia per le classi quinte che per le classi prime, le performance nel salto in lungo da fermo, che rappresenta la forza esplosiva degli arti inferiori in direzione orizzontale, non hanno subito variazioni sostanziali nel corso dei cinque anni considerati, né in aumento né in diminuzione.

- Passando all'analisi del Sargeant test, che è un indicatore della forza esplosiva degli arti inferiori in direzione verticale, i risultati mostrano una tendenza simile nel corso dei cinque anni considerati. La media delle prestazioni nelle classi prime del 2017/2018 era di 46,4 cm, mentre nel 2022/2023 è scesa a 41,2 cm, registrando una diminuzione complessiva di 5,2 cm nel quinquennio. La deviazione standard si aggira intorno ai 8 cm.

L'analisi delle prestazioni nelle classi quinte ha evidenziato risultati simili a quelli osservati nelle classi prime. Nel 2017/2018, la media delle prestazioni delle classi quinte era di 49,3 cm, mentre nel 2022/2023 è scesa a 48,3 cm. La deviazione standard si è mantenuta su un valore significativo, attestandosi intorno ai 9 cm.

Al pari dell'analisi precedente, la rappresentazione grafica dei dati non ha rivelato differenze statisticamente significative tra gli anni scolastici considerati. Ciò suggerisce che, nel giro di cinque anni, la performance nel Sargeant test, indicativa della forza esplosiva degli arti inferiori in direzione verticale, non ha subito variazioni sostanziali che possano essere considerate significative dal punto di vista statistico.

In sintesi, l'analisi dei dati del Sargeant test per le classi prime e quinte ha confermato che nel periodo di cinque anni non sono emerse variazioni significative nelle performance motorie degli studenti in questa prova.

- Nel caso del test di Cooper, che valuta la capacità cardiorespiratoria degli studenti, bisogna anticipare che non è stato effettuato nel 2017/2018. Tuttavia, abbiamo dati dal 2018/2019 al 2022/2023 che possono essere considerati.

Per quanto riguarda le classi prime nel periodo 2018/2019, la media della distanza percorsa nel test di Cooper è stata di 1977 metri, mentre nel 2022/2023 la media è scesa a 1963 metri. La deviazione standard è stata molto alta: circa 350 metri.

Anche in questo caso, l'analisi grafica dei dati non ha rivelato differenze statisticamente significative tra i due anni scolastici considerati. Ciò suggerisce che, nonostante una lieve diminuzione nella media della distanza percorsa nel test di Cooper, la capacità cardiorespiratoria degli studenti di prima non ha subito variazioni sostanziali che possano essere considerate significative dal punto di vista statistico durante il periodo preso in esame.

Nel caso invece delle classi quinte: per il 2018/2019, la media della distanza percorsa nel test di Cooper è stata di 2033 metri, mentre nel 2022/2023 la media è salita a 2212 metri. La deviazione standard si attesta a circa 400 metri. L'analisi grafica ha dimostrato come rispetto al 2019/20 vi sia un rilevante miglioramento nelle due annate a seguire. Ciò potrebbe suggerire come negli anni gli studenti presi in considerazione abbiano aumentato le proprie capacità di resistenza, tuttavia ipotizzo che questa marcata differenza sia dovuta principalmente ad una serie di pessimi risultati nel 2019/20 con una media pari a 1812 metri (tra l'altro stiamo parlando di un'annata chiave riguardo la pandemia Covid-19).

- Per quanto riguarda il test del lancio della palla medica, che misura la forza esplosiva degli arti superiori, abbiamo registrato dati significativi durante il periodo di studio.

Per le classi prime nel 2018/2019, la media del lancio della palla medica è stata di 374,2 cm, mentre nel 2022/2023 la media è scesa a 358,4 cm. La deviazione standard si è mantenuta intorno ai 75 cm. In particolare, è interessante notare un significativo calo nelle performance rispetto all'anno 2019/2020, in cui la media è stata di 399 cm. Questa diminuzione è evidente quando si confrontano i dati del 2019/2020 con quelli del 2022/2023, indicando un calo sostanziale nella forza esplosiva degli arti superiori tra queste due annate, la rappresentazione grafica dei dati conferma chiaramente questa tendenza al calo nelle performance.

Ora, per quanto riguarda le classi quinte, nel 2017/18 la media del lancio della palla medica è stata di 536,5 cm, mentre nel 2022/23 la media è scesa a 408 cm, una differenza negli anni di ben 128,5 cm, con una deviazione standard di circa 100 cm. Ci sono differenze significative tra il 2017/18 e il resto delle annate, dimostrando un importante divario. Escludendo il 2017/18, le performance rimangono pressoché invariate negli anni e questo è probabilmente spiegabile dalla enorme differenza tra la proporzione di femmine tra il 2017/18 e le altre annate.

Quindi, mentre nelle classi prime abbiamo osservato un calo significativo nella forza esplosiva degli arti superiori nel corso degli anni, nelle classi quinte il calo è ancor più evidente, con il 2017/18 che rappresenta un punto di riferimento significativamente più alto rispetto agli anni successivi, in cui le prestazioni rimangono stabili.

- Nel caso del test di sprint 30 metri delle classi prime, nel 2017/2018 la media è stata di 4,77 secondi, mentre nel 2022/2023 la media è salita a ben 5,18 secondi e la deviazione standard è rimasta stabile a circa 0,5 secondi. Nel grafico dei dati, è evidente una marcata differenza tra il 2017/2018 e il 2021/2022. Nel 2017/2018, la media era di 4,77 secondi, mentre nel 2021/2022 la media è stata di 5,27 secondi, indicando un aumento significativo nel tempo di sprint medio nel corso di questi anni; la differenza nelle medie tra i due anni scolastici suggerisce un calo delle prestazioni in termini di velocità durante il periodo considerato tuttavia eliminando il 2017/18 le performance nei quattro anni a seguire si mantengono stabili, riconfermando la teoria nella diversa proporzione femminile nei risultati.

Ora, per quanto riguarda le classi quinte, nel 2017/18 la media del tempo di sprint dei 30 metri è stata di 4,41 secondi, mentre nel 2022/23 la media è aumentata a 4,85 secondi, con una deviazione standard di circa 0,5 secondi. Come nel caso delle prime ci sono differenze significative tra il 2017/18 e gli altri anni e i motivi probabilmente sono sempre gli stessi.

- Per quanto riguarda il test di "stand and reach flexibility," utilizzato per valutare la mobilità articolare e l'elasticità muscolare degli studenti, abbiamo rilevato dati che mostrano notevoli variazioni nel corso del periodo considerato.

Per le classi prime del 2017/2018, la media nel test era di 2,5 cm, mentre nel 2022/2023 la media è aumentata significativamente, raggiungendo i 5,5 cm. Tuttavia, è importante notare che la deviazione standard è molto alta, pari a circa 9 cm indicando una notevole variabilità nelle prestazioni degli studenti in questo test, il che suggerisce una notevole eterogeneità nelle capacità di mobilità articolare ed elasticità muscolare all'interno del campione. Nel grafico dei dati, sono evidenti i paragoni tra il 2018/2019 e il 2019/2020,



nonché tra quest'ultimo e il 2021/2022. Questi confronti emergono perché nel 2019/2020 sono stati registrati valori molto bassi, con una media di soli 0,9 cm. Questa marcata diminuzione rispetto agli anni circostanti non trova a mio parere particolari giustificazioni.

In definitiva, l'analisi di questi dati riflette una notevole variazione nella mobilità articolare e nell'elasticità muscolare degli studenti nel periodo in esame, con una notevole eterogeneità all'interno del campione.

I dati nelle classi quinte sembrano quasi sovrapponibili alle classi prime, i risultati mostrano una media di 2,5 cm nel 2017/18 e una media di 5,5 cm nel 2022/23, sempre con una deviazione standard molto alta pari a 9 cm circa. Anche in questo caso, la variabilità delle prestazioni è notevole, e ci sono differenze significative tra i due anni che indicano variazioni nella mobilità articolare ed elasticità muscolare degli studenti delle classi quinte nel periodo considerato. Il grafico mostra come nel 2019/20 i soggetti hanno presentato dei valori di elasticità ben al di sotto della media negli altri anni pari ad un valore negativo di 2,4 cm, rendendo sempre particolarmente significativo il paragone con il 2021/22 e il 2018/19.

In generale, i risultati complessivi suggeriscono che le capacità motorie degli studenti non siano andate né nettamente a peggiorare né a migliorare in modo uniforme nel corso di questi cinque anni. Invece, abbiamo osservato fluttuazioni significative nelle prestazioni, con alcune prove di una tendenza al miglioramento in alcune misurazioni e una stabilità in altre.

Queste variazioni possono essere influenzate da una serie di fattori, tra cui cambiamenti nelle abitudini di esercizio fisico, nell'approccio all'allenamento o nella motivazione. Pertanto è importante sottolineare che la situazione è complessa e dipende da molteplici variabili.

In definitiva, questa analisi fornisce un contributo prezioso alla comprensione delle capacità motorie degli adolescenti nel contesto scolastico. Attraverso studi con un numero più elevato di campioni e soprattutto un arco di tempo maggiore di 5 anni sarebbe interessante vedere se effettivamente le capacità motorie stiano rimanendo abbastanza costanti nel corso del tempo.

### **4.3 Come sono variate le prestazioni dopo la pandemia**

Come terza ed ultima analisi, abbiamo avuto la fortuna di disporre di circa 25 campioni di dati che ci consentono di condurre un'analisi longitudinale attraverso il periodo della pandemia da COVID-19. Questo aspetto conferisce alla tesi un interessante spunto di riflessione su come questo evento straordinario possa aver influenzato gli equilibri all'interno della popolazione degli studenti delle scuole superiori.

- Nel salto in lungo da fermo, il trend delle misure presenta un costante aumento dalla prima alla quinta classe, passando da una media di 168,1 cm in prima a una media notevolmente superiore di 200 cm in quinta. Risulta interessante osservare come, in particolare, dal passaggio dalla prima alla seconda classe si sia registrato un notevole miglioramento di ben 23,7 cm, mentre dal secondo al quarto anno è stato di circa 10 cm. Tuttavia, dal quarto al quinto anno non sono emersi cambiamenti significativi nelle prestazioni. Questo trend indica un notevole progresso nelle performance prima dell'insorgere della pandemia da COVID-19. Tuttavia, una volta che gli studenti sono tornati a scuola nel 2021/22 in seguito alla pandemia, i progressi, sebbene ancora presenti, sono risultati meno significativi. La deviazione standard si attesta a circa 25 cm.

In conclusione, possiamo constatare che la forza esplosiva in direzione orizzontale non ha subito particolari conseguenze in

seguito alla pandemia da COVID-19, ma ha continuato a mostrare miglioramenti progressivi nelle prestazioni degli studenti nel corso degli anni, sebbene a un ritmo leggermente inferiore rispetto al periodo precedente alla pandemia.

- Nel Sargeant test, in linea con quanto osservato per il salto in lungo da fermo, abbiamo assistito a un progresso delle misurazioni nel corso degli anni. Si è passati da una media di 43,4 cm in prima a una media di 50,7 cm in quinta classe. Tuttavia, anche in questa occasione, sebbene possa sembrare un notevole miglioramento, il divario più significativo si è verificato tra la prima e la seconda classe (prima dell'insorgere della pandemia), con un notevole aumento di 4 cm nell'altezza raggiunta. D'altra parte, dal quarto al quinto anno, durante il periodo post-pandemia, il guadagno è stato di appena mezzo centimetro.

In conclusione, come nel caso del salto in lungo da fermo, è emerso che la pandemia non può essere attribuita a un significativo deficit nella forza esplosiva degli arti inferiori di questi adolescenti. Nonostante il rallentamento nei miglioramenti registrati durante il periodo post-pandemia, il Sargeant test ha continuato a dimostrare progressi nelle prestazioni degli studenti nel corso degli anni scolastici.

- Nel test del lancio della palla medica, i risultati hanno mostrato un notevole miglioramento nel corso degli anni. Si è passati da una media di 369,2 cm in prima a una media di 444,3 cm in quinta classe. Questa differenza è stata considerata molto significativa, evidenziando un notevole progresso nelle prestazioni degli studenti nel corso del tempo. Prima della pandemia dal primo al secondo anno la media della classe è aumentata di 26 cm; in seguito al ritorno dall'anno nel quale non è stato possibile praticare educazione fisica la media è ulteriormente aumentata di 40,3 cm in classe quarta, ed

in conclusione dalla quarta alla quinta si è passati da una media di 435,5 cm ad una media di 444,3 cm. La deviazione standard aumenta negli anni e si attesta sui 75 cm.

- I 30 metri sprint sono anch'essi migliorati dalla prima con una media di 5,2 s alla quinta con una media di 4,9 s, un guadagno di 3 decimi di secondo, la deviazione standard si è mantenuta sui 0,5 secondi e il guadagno maggiore si è verificato dalla prima alla seconda prima della pandemia (2 decimi di secondo). Graficamente viene considerata statisticamente significativa la differenza tra i risultati del 2017/18 al 2022/23.
- Lo "stand & reach flexibility test" è passato da 8,1 cm in prima a 11,7 cm in seconda, registrando un miglioramento nella mobilità dei ragazzi di 3,6 cm. Viene considerato statisticamente rilevante il cambiamento tra la seconda (anno che precede la pandemia) e la quarta (anno di ritorno post-pandemia) il guadagno emerso è infatti di ben 4,5 cm. E' importante sottolineare che la deviazione standard di questi risultati è parecchio elevata, fino a 11 cm, sottolineando come la variabilità nel test di questa classi sia non indifferente.

In conclusione, contrariamente alle mie ipotesi iniziali, le prestazioni degli studenti in questa classe, prima e dopo la pandemia da COVID-19, non hanno subito particolari influenze negative. Anzi, il trend generale è stato prevalentemente positivo il che potrebbe essere attribuito allo sviluppo puberale in corso tra gli studenti in questi anni.

È curioso notare come i miglioramenti più significativi siano stati osservati principalmente dal passaggio dalla prima alla seconda classe, quindi prima dell'insorgere della pandemia. D'altra parte, i miglioramenti registrati dopo la pandemia sono stati di entità inferiore. Questo fenomeno suggerisce che la pandemia da COVID-19 potrebbe aver avuto un impatto lievemente negativo, direttamente o indirettamente, sul trend progressivo di

miglioramento delle capacità motorie degli studenti. Tuttavia, per confermare questa ipotesi, sarebbe opportuno condurre uno studio più approfondito su un campione più ampio di partecipanti.

#### **4.4 Punti di forza dello studio**

Lo studio effettuato presenta alcuni singolari punti di forza che rendono particolarmente rilevante ed interessante questa tesi sperimentale triennale:

Innanzitutto si può considerare questo studio come uno studio su larga scala poiché per uno studente di scienze motorie al terzo anno è raro poter contare su un pool di dati per un totale di 989 campioni e 6 test valutati. A questo devo rendere un particolare merito a mio padre che mi ha permesso tutto ciò.

In secondo luogo si tratta di uno studio effettuato in una fascia d'età particolarmente rilevante per lo sviluppo psicomotorio di un individuo, ciò ci ha permesso di osservare come in questi anni le capacità motorie, ed in particolare quelle condizionali, subiscano una importante modifica.

Oltre a ciò è interessante avere dei risultati che risalgano fino a 5 anni fa (2017) rendendo possibile un'analisi e un paragone generazionale (analisi trasversale).

Coincidenza vuole che un particolare gruppo classe sia stato valutato in prima e seconda prima della pandemia COVID 19 e successivamente in quarta e quinta dopo la pandemia, consentendo di aprire in questa tesi una piccola parentesi molto attuale riguardo l'influenza della pandemia nello sviluppo psicomotorio di un adolescente.

I test validati utilizzati, essendo spiegati e somministrati dalla stessa persona conferiscono una buona standardizzazione delle valutazioni.

Trovandosi in un contesto scolastico ed essendo i test un diretto metodo di valutazione si presuppone che i soggetti abbiano fatto del loro meglio per

poter prendere un voto alto, aumentando così la motivazione e l'impegno verso lo svolgimento dei test.

#### **4.5. Limiti dello studio**

Dopo aver sottolineato i punti di forza della tesi è doveroso citare i limiti dello studio:

I risultati ottenuti sono stati ricavati tramite test da campo, cioè test facili ed economici da svolgere e ideali per effettuare studi su larga scala ma pur sempre test con un elevato grado di approssimazione e una moderata affidabilità.

Sempre riguardo le valutazioni effettuate, alcune delle misurazioni sono da considerarsi operatore-dipendente, seppur siano stati ripetuti lungo tutta la carriera scolastica del professore (più di 40 anni di servizio) rimangono comunque dati ricavati manualmente: far partire e fermare il cronometro con il giusto tempismo nei 30 metri sprint, vedere a che altezza si è toccata l'asta centimetrata nel sargeant test e ancor di più incerti sono i risultati del test di Cooper poiché il numero di giri venivano contati dal compagno di classe.

Altro fattore limitante è non conoscere in maniera più specifica i soggetti presi in considerazione, non si tiene conto: il tipo di dieta, gli infortuni pregressi, sport praticati, lo stato fisico del soggetto al momento del test etc., dati importanti quali altezza e peso sono stati inizialmente catalogati ma in seguito a lamentele sulla privacy si è smesso di raccogliarli.

Un limite allo studio è oltretutto e purtroppo il grado di impegno degli studenti ad effettuare il test; è plausibile che tra chi ha avuto poca motivazione, chi si sente a disagio nel svolgerli e chi si risparmia non si sia riuscito a ricavare le effettive potenzialità dell'individuo con il test.

In conclusione, questa ricerca ha evidenziato tre importanti conclusioni riguardo allo sviluppo motorio degli studenti nella scuola secondaria di secondo grado. In primo luogo, è emerso che vi è una significativa crescita delle capacità motorie tra i 14 e i 18 anni, senza la necessità di allenamenti specifici, sottolineando l'importanza di questa fascia d'età nello sviluppo motorio. In secondo luogo, nel corso di cinque anni non sono stati rilevati cambiamenti statisticamente significativi nei risultati dei test, suggerendo che gli studenti di oggi non presentano differenze motorie significative rispetto a quelli di cinque anni fa. Infine, l'analisi prima e dopo la pandemia Covid-19 ha dimostrato che non vi sono stati deficit significativi nello sviluppo motorio, indicando che lo sviluppo puberale continua a contribuire positivamente alle prestazioni motorie nonostante le sfide legate alla pandemia. Infine questa ricerca contribuisce alla comprensione dell'evoluzione delle capacità motorie negli adolescenti e offre una valida panoramica sui risultati registrati durante questa importante fascia d'età.

## **Bibliografia e Sitografia**

- AAHPERD, (1995)
- ACSM (2011), Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise 2011
- American College of Sports Medicine. (2011) Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise.
- Anderson, D.I. (2002) Do critical periods determine when to initiate sport skill training? In: Children and Youth in Sport: A Biopsychosocial Perspective, 2nd edn. (Smoll, F.L. & Smith, R.E., eds.) Kendall/Hunt, Dubuque, IA: 105–148.
- Bas Van Hooren et Al. 2020, Sensitive Periods to Train General Motor Abilities in Children and Adolescents: Do They Exist? A Critical Appraisal.
- Balasundaram P, Avulakunta ID (2023). Human Growth and Development.
- Beunen, G.P., Malina, R.M., Van't Hof, M.A., et al. (1988) Adolescent Growth and Motor Performance: A Longitudinal Study of Belgian Boys. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Blume, D. D. (1981). Kennzeichnung koordinativer Fähigkeiten und Möglichkeiten ihrer Herausbildung im Trainingsprozess. Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK, 3, 17
- Bobo-Arce M, Sierra-Palmeiro E, Fernández-Villarino MA, Fink H. (2021) Training in Rhythmic Gymnastics During the Pandemic. Front Psychol.
- Bouchard, C., Blair, S. N., & Haskell, W. L. (2012). Physical activity and health. Human Kinetics.



- Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep. 1985
- Chevalier R. (2009), In forma, un percorso educativo alla salute consapevole, Casa editrice G.D'Anna, Firenze, 2009
- Dati Istat 2021, <https://www.istat.it/it/files/2022/12/Sport-attivit%C3%A0-fisica-sedentariet%C3%A0-2021.pdf>
- Efe Is E, Sahillioglu A, Demirel S, Kuran B, Mustafa Ozdemir H. (2021) Effect of COVID-19 Pandemic on Physical Activity Habits, Musculoskeletal Pain, and Mood of Healthcare Workers. Sisli Etfal Hastan Tip Bul. 2021 Dec 29;55(4):462-468. doi: 10.14744/SEMB.2021.87523. PMID: 35317382; PMCID: PMC8907692.
- GBD (2015) Risk Factors Collaborators, The Lancet, 2016; <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Gundlach H. (1968). Systembeziehungen körperlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten, "Theor und Prax der koerperkultur", 17, 2, pp. 198-205.
- Haileamlak A. (2019) Physical Inactivity: The Major Risk Factor for Non-Communicable Diseases. Ethiop J Health Sci. 2019 Jan;29(1):810. doi: 10.4314/ejhs.v29i1.1. PMID: 30700947; PMCID: PMC6341444.
- Harre, D. (1977). Teoria dell'allenamento. Roma, SSS, 501.
- Hirtz, P., & Starosta, W. (2002). Sensitive and critical periods of motor co-ordination development and its relation to motor learning. Journal of Human Kinetics. 7, 19-28
- Ipsos (2021), Covid, sport: l'impatto e le conseguenze sui giovani italiani
- James R. Morrow Jr. James R. Morrow Jr., Dale P. Mood, James G. Disch, Minsoo Kang, (1995) Measurement and Evaluation in Human Performance 1995
- Jürgen Weineck, (2009) L'allenamento ottimale.
- Malina RM. (1994) Physical growth and biological maturation of young athletes. Exerc Sport Sci Rev. 1994;22:389-433. PMID: 7925550.

- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). Growth, Maturation and Physical Activity (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Martin, D (1991). Multilateralità e specializzazione. Scuola dello sport, 23.
- Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, et al. (2007) Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association.
- OECD/European Union (2022), Health at a Glance: Europe 2022
- Renato Manno (1984), scuola dello sport – rivista di cultura sportiva anno 3 numero 1 gennaio-marzo 1984, Le capacità coordinative.
- Solum M, Lorås H, Pedersen AV (2020). A Golden Age for Motor Skill Learning? Learning of an Unfamiliar Motor Task in 10-Year-Olds, Young Adults, and Adults, When Starting From Similar Baselines. Front Psychol. 2020 Mar 25;11:538. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00538. PMID: 32269545; PMCID: PMC7109330.
- U.S. Department of Health and Human Services; (2008). Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Report of the Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008. Washington, DC:
- WHO (2010) Library Cataloguing-in-Publication Data Global recommendations on physical activity for health 2010 ([http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44399/9789241599979\\_eng.pdf;jsessionid=944C41D1FD99382371E7FFBF80589414?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44399/9789241599979_eng.pdf;jsessionid=944C41D1FD99382371E7FFBF80589414?sequence=1))