

**DOTTORATO DI RICERCA IN**

**Scienze dello sviluppo e del movimento umano:  
progetto n.1 "discipline delle attività motorie e sportive"**

**Ciclo XXV**

*Settore Concorsuale di afferenza: 05/L1*

*Settore Scientifico disciplinare: BIO/08*

**Valutazione della relazione tra composizione corporea e stili di vita in soggetti di età scolare**

**Presentata da: Dott. Federico Spiga**

**Coordinatore Dottorato**

**Prof. Salvatore Squatrito**

**Relatore**

**Dott. Stefania Toselli**

**Correlatore**

**Prof. Patricia Brasili**

**Esame finale anno 2013**

# INDICE

<b>§ OBIETTIVI DELLA RICERCA</b>	Pag. 2
<b>§ ACCRESCIMENTO</b>	Pag. 3
<b>§ COMPOSIZIONE CORPOREA</b>	Pag. 7
<b>§ COMPOSIZIONE CORPOREA E ACCRESCIMENTO</b>	Pag. 34
<b>§ MATERIALI E METODI</b>	Pag. 50
<b>§ RISULTATI</b>	Pag. 68
<b>Capitolo 1. Analisi generale del campione</b>	Pag. 68
<b>Capitolo 2. Dati longitudinali</b>	Pag. 78
<i>2.1 Incrementi</i>	Pag. 78
<i>2.2 Dati relativi alla composizione corporea</i>	Pag. 90
<i>2.3 Tracking dello stato ponderale</i>	Pag. 97
<b>Capitolo 3. Composizione corporea e stile di vita</b>	Pag. 100
<i>3.1 Attività sportiva</i>	Pag. 101
<i>3.2 Stile di vita</i>	Pag. 111
<i>3.3 Questionario alimentare</i>	Pag. 117
<b>Capitolo 4. Prestazioni motorie e caratteri antropometrici</b>	Pag. 120
<b>Capitolo 5. Immagine corporea</b>	Pag. 124
<b>Capitolo 6. Età al menarca</b>	Pag. 127
<b>§ DISCUSSIONE E CONCLUSIONI</b>	Pag. 132
<b>§ BIBLIOGRAFIA</b>	Pag. 143

## **OBIETTIVI DELLA RICERCA**

Lo scopo della presente ricerca è valutare la variabilità della composizione corporea nell'infanzia e nell'adolescenza, con particolare riguardo nel considerare la transizione dalla prima alla seconda, in relazione allo stato nutrizionale ed agli stili di vita. In questo ambito si prevedono alcuni specifici approfondimenti circa la relazione tra composizione corporea, pratica sportiva ed abitudini alimentari.

A tale scopo sono stati esaminati ragazzi tra i 6 ed i 14 anni sia con metodo trasversale (esaminandoli in termini di classe di età) sia in termini di variazioni diacroniche (analisi longitudinale) con valutazioni ripetute.

L'analisi del livello di attività e inattività fisica con il corollario delle variabili nutrizionali, unito all'osservazione dei dati antropometrici ne consente una migliore interpretazione.

Complessivamente l'indagine svolta consente di ottenere informazioni significative inerenti le modificazioni antropometriche dell'individuo nel passaggio da infanzia ad adolescenza con particolare attenzione alle relazioni con attività sportiva e stile di vita

# ACCRESIMENTO

Con il termine accrescimento si intende lo sviluppo dell'individuo inteso sia come crescita delle dimensioni corporee, dovuta alla moltiplicazione cellulare e all'aumento della massa muscolare e scheletrica, sia come processo di differenziazione e sviluppo delle funzioni organiche e biochimiche.

Le dimensioni, la composizione corporea ed il somatotipo sono aspetti fondamentali nel processo di crescita, maturazione e sviluppo dei soggetti in età evolutiva (dallo stadio di zigote alla conclusione della pubertà). Alla base del fenomeno dell'accrescimento vi sono due meccanismi fondamentali: l'iperplasia, cioè l'aumento del numero di cellule e l'ipertrofia cioè l'aumento delle dimensioni cellulari.

L'accrescimento si svolge nel tempo in modo regolare ma non uniforme, infatti la sua velocità non è costante ma mostra variazioni legate all'età.

Lo studio dell'accrescimento può essere intrapreso secondo diverse metodologie: rilevazioni longitudinali, trasversali e semi-longitudinali.

Il metodo trasversale prevede che le rilevazioni dei dati siano realizzate in un unico momento, con un campione, scelto a caso, che si suppone costituisca uno spaccato rappresentativo della popolazione infantile o pre adulta rispetto a variabili rilevanti (età, sesso, ecc.). I risultati che se ne ottengono costituiscono il punto di partenza per costruire standard delle dimensioni corporee (statura, peso, etc.) in una data comunità. Le rilevazioni trasversali sono inoltre utili per indagini periodiche volte alla valutazione di un Paese o di un gruppo prestabilito.

Il metodo longitudinale consiste nello studio che coinvolge osservazioni ripetute della stessa variabile a distanza di un determinato periodo temporale. Questo metodo permette di stabilire una relazione temporale tra le differenti variabili considerate; è il metodo più idoneo per stabilire il ritmo dell'accrescimento.

La maggior parte delle dimensioni corporee segue lo stesso modello di crescita in termini di dimensioni raggiunte e di velocità del processo.

La velocità è elevata nel periodo immediatamente successivo alla nascita e diminuisce lentamente durante la prima infanzia; diminuisce durante la seconda fase dell'infanzia fino all'adolescenza e aumenta poi rapidamente durante lo scatto puberale fino a diminuire ed infine cessare una volta che le dimensioni dell'adulto sono state raggiunte. Molti parametri crescono fino ai venti anni di età.

All'inizio dell'adolescenza le ragazze presentano generalmente dimensioni maggiori dei coetanei in quanto il loro scatto puberale precede quello maschile; le dimensioni dei ragazzi però sorpassano quelle delle ragazze una volta che il loro scatto puberale comincia e continuano ad essere mediamente maggiori in età adulta (Malina et al., 2004).

La crescita somatica e la maturazione fisica sono strettamente dipendenti da fattori genetici e ambientali (Ulijaszek, 2006), che agiscono attraverso la mediazione di ormoni o di fattori di crescita; se non interviene nessun impedimento, gli ormoni consentiranno l'espletamento del pieno potenziale genetico del soggetto.

Questi fattori possono essere meglio definiti come esogeni (ambientali, nutrizionali, affettivi, socio economici), ed endogeni (genetici, ormonali).

Tra i fattori endogeni il principale è rappresentato da quello genetico; la crescita di numerose componenti presenta infatti un accentuato carattere di familiarità.

La statura da adulto, la forza della mano, il tempo di crescita, l'età e la velocità di sviluppo sessuale sono tutti sotto controllo genetico (Mustanski et al., 2004),

Il contributo totale dei caratteri ereditari alle forme ed alle dimensioni corporee dell'adulto varia con le circostanze ambientali interagendo fra loro durante l'intero periodo della crescita (Galobardes et al., 2012).

Un altro importante fattore endogeno dell'accrescimento è l'assetto ormonale; adeguati livelli di determinati ormoni sono essenziali per la crescita normale

dell'individuo. Prima della fase puberale l'ormone tiroideo ed il GH sono fondamentali per lo sviluppo del soggetto: agendo in sinergia questi ormoni promuovono la sintesi delle proteine, la formazione del tessuto cartilagineo ed osseo e favoriscono lo sviluppo del sistema nervoso. L'insulina infine fornisce substrato metabolico alle cellule.

Considerando i fattori esogeni che influenzano l'accrescimento, l'alimentazione, intesa come l'apporto di energia e di specifici nutrienti, è uno dei principali determinanti della crescita corporea (Nguyen et al., 2012). Il mantenimento del peso nell'adulto e una crescita soddisfacente nel bambino dipendono da un adeguato supporto energetico, introiti insufficienti comportano un declino nella velocità di crescita.

Un altro importante fattore esogeno che incide sull'accrescimento è l'inquinamento ambientale (Heinrich et al., 2007). Da diversi studi è emerso che i bambini che vivono in ambienti inquinati presentano un ritardo nella maturazione scheletrica rispetto a quelli che vivono in ambienti meno inquinati (Ulijaszek, 2006).

Infine anche attività fisica e fitness possono essere considerati importanti fattori esogeni della crescita.

Durante l'infanzia e l'adolescenza, l'esercizio fisico influenza la crescita e lo sviluppo di numerosi tessuti: adiposo, muscolare e osseo (Hills et al., 2007).

Oltre ai benefici di carattere fisico, l'attività fisica assume un ruolo fondamentale nello sviluppo mentale e sociale dei bambini riducendo l'insorgenza di depressione, stress e ansia e migliorando la stima in se stessi, la capacità di concentrazione e la qualità del sonno (Dunn et al., 2001).

Gli atleti maschi, salvo rare eccezioni, in molti sport tendono ad essere in media più avanti nella maturità biologica della popolazione di appartenenza, mentre le femmine praticanti la maggioranza degli sports hanno un'età al menarca posticipata (Bertelloni et al., 2006).

L'allenamento regolare e la pratica sportiva sono stati associati a benefici, ma anche a rischi di salute. I benefici includono il potenziale miglioramento della composizione corporea, della fitness fisica, dell'idea di sé (Hills et al., 2012).

Fra i rischi legati ad un allenamento eccessivamente intenso si annoverano crescita e maturazione compromesse, lesioni fisiche e conseguenze comportamentali dovute a stress cronici (Malina et al., 2002).

Accanto a questi aspetti principali, in letteratura ne vengono valutati ulteriori: fattori familiari, livello socio-economico, livello di medicalizzazione, morbilità, etc.

## COMPOSIZIONE CORPOREA

L'analisi della composizione corporea consiste nella valutazione e quantificazione dei diversi compartimenti del corpo umano (massa magra, massa grassa, acqua corporea e massa ossea).

La stima della composizione corporea è utile, sia nel campo medico sia nel campo del benessere e del fitness. Oltre a valutare la massa grassa totale e distrettuale, l'analisi della composizione corporea permette di monitorare i cambiamenti nel tempo a livello di massa magra e massa grassa, migliorando la comprensione delle alterazioni del metabolismo energetico; è infatti spesso oggetto di studio in soggetti affetti da AIDS, anoressia nervosa, cancro, cirrosi e patologie cardio-respiratorie.

Un altro aspetto della conoscenza della composizione corporea riguarda la possibilità di sviluppare programmi dietetici più specifici e protocolli di esercizio fisico personalizzati in soggetti con disordini ponderali.

In auxologia la valutazione della composizione corporea può essere di aiuto sia per monitorare la crescita dei bambini sia per identificare precocemente le situazioni a rischio di sovrappeso o sottopeso e le patologie correlate.

Le informazioni sperimentali relative alla composizione del corpo umano sono basate, primariamente, su analisi chimiche effettuate su cadaveri; queste indagini (Forbes et al., 1953, 1956; Widdowson et al., 1951) hanno permesso di quantificare il contenuto di lipidi, acqua, minerali e proteine del corpo.

Questa metodica non è, evidentemente, applicabile al soggetto vivente, sono quindi stati messi a punto da parte di numerosi ricercatori vari metodi basati su modelli bi-compartimentali o multi-compartimentali, che considerano cioè la massa corporea suddivisa semplicemente in massa magra (FFM) e massa grassa (FM) o che ne considerano anche l'acqua (Total Body Water, TBW; Intracellular Water, ICW; Extracellular Water, ECW) e le componenti minerali.

Le componenti principali che si analizzano nella determinazione della composizione corporea sono: massa magra (FFM), massa grassa (FM) e acqua corporea totale (TBW), distinguibile in acqua intracellulare (ICW) ed extracellulare (ECW).

La FFM (Fat-Free Mass) rappresenta circa l'88% della massa corporea maschile, anatomicamente costituita da muscoli (circa 45%) e scheletro (circa 15%). Nelle femmine la massa magra comprende l'85% della massa del corpo, suddivisa in componente muscolare (36%) ed ossea (12%) (Bhenke et al., 1953). Chimicamente la FFM risulta composta da proteine (20%), acqua (73%), minerali (6%) e glicogeno (1%).

La FM (Fat Mass) rappresenta la massa lipidica totale del corpo, include tutti i lipidi estraibili dai tessuti adiposi e da ogni altro tessuto del corpo. La percentuale media di FM è indicativamente pari al 15 % nell'uomo e al 23% nella donna (Heyward & Stolarczyk, 1996).

La TBW (Total Body Water) rappresenta mediamente il 60-62% della massa corporea, nell'uomo di riferimento, e il 56-58% nella donna di riferimento; è sostanzialmente la componente principale della FFM.

Il 60% circa dell'acqua corporea totale (TBW) è a livello intracellulare (ICW-Intra Cellular Water) e il restante 40% extracellulare (ECW-Extra Cellular Water). L'ICW, essendo il costituente principale della cellula, è anche un indicatore della massa metabolicamente attiva dell'organismo, le sue modificazioni intervengono nella regolazione del metabolismo cellulare e delle funzioni corporee. L'ECW comprende l'acqua interstiziale (14% del peso corporeo), plasmatica (4%), linfatica (1%) e transcellulare (1%).

Le prime indagini scientifiche inerenti la composizione corporea sono state condotte sulla base di analisi chimiche effettuate su organi e cadaveri al fine di quantificare la massa grassa, l'acqua corporea totale, i minerali e le proteine contenute nel corpo (Forbes et al., 1953-1956; Widdowson et al., 1951).

Lo studio della composizione corporea, come sopra accennato, ripartisce la massa corporea in due o più componenti.

Il modello a due componenti (2 C) descrive il corpo umano come la somma di massa grassa (FM) e massa magra (FFM), i modelli multi-componenti invece suddividono il corpo in tre o più distretti.

In base ai modelli multi-componenti il corpo può essere suddiviso in cinque livelli differenti (Wang et al., 1992): atomico (livello 1), molecolare (livello 2), cellulare (livello 3), organo-tissutale (livello 4), corpo intero (livello 5). La complessità di ogni singolo compartimento aumenta dal primo al quinto; la somma dei pesi delle componenti analizzate è uguale al peso corporeo totale.

Il modello a due componenti, introdotto nel 1942 da Behnke et al., fu il primo ad essere utilizzato; esso si basa sulla misura della densità totale del corpo misurata attraverso l'idrodensitometria. Behnke stabilì una relazione di proporzionalità inversa tra densità del corpo e adiposità concludendo che la massa grassa è il principale fattore che influenza la densità corporea.

A livello atomico (livello 1) più del 96% della massa corporea è rappresentata da ossigeno, carbonio, idrogeno e azoto (Wang et al., 1992); questo approccio è utile negli studi e nelle applicazioni della medicina nucleare e della radiobiologia.

In base al livello molecolare (livello 2), il corpo è composto da sei componenti principali: acqua, lipidi, carboidrati, proteine, minerali ossei e minerali tissutali. Possono essere creati vari modelli del livello molecolare, variando da due a sei componenti (Wang et al. 1992).

A livello cellulare (livello 3) invece si considerano tre componenti: solidi extracellulari, fluidi extracellulari e cellule. Le cellule possono essere a loro volta suddivise in corpo cellulare e componente lipidica.

Il livello organo-tissutale (livello 4) comprende i tessuti: adiposo, muscolo-scheletrico, viscerale e osseo.

Infine il corpo intero (livello 5) viene diviso in arti, tronco e capo; solitamente il tronco e gli arti vengono definiti tramite misure antropometriche (circonferenze, pannicoli adiposi, lunghezze).

I metodi di valutazione della composizione corporea sono molteplici e sono raggruppabili in metodi diretti ed indiretti.

L'unico metodo diretto è rappresentato dalla valutazione su cadavere tramite esterificazione dei grassi.

Nei metodi indiretti si riconoscono quelli diretti di I livello: Idrodensitometria, Pletismografia, Dexa e quelli di II livello: Impedenza Bioelettrica, Plicometria e Metodo Antropometrico.

Tutti i metodi indiretti di I livello sono validati sul metodo diretto e quelli di II livello sui metodi indiretti di I. Sui metodi indiretti di primo livello insisteranno gli errori connessi con il metodo diretto e quelli connessi alla metodologia proposta; sui metodi indiretti di secondo livello interverranno tutti gli errori insiti nella metodica e quelli riconducibili ai livelli precedenti.

I metodi indiretti di I livello, utilizzati in laboratori specifici, sono generalmente dispendiosi economicamente e richiedono un periodo di tempo superiore per effettuare la misurazione.

### ***IDRODENSITOMETRIA***

L'idrodensitometria, conosciuta anche come pesata idrostatica, fornisce una stima del volume totale del corpo considerando lo spostamento di acqua provocato dall'immersione completa del soggetto in un'apposita vasca piena d'acqua.

L'idrodensitometria si basa sul principio di Archimede, in base al quale un corpo immerso in un fluido viene sottoposto ad una forza verticale diretta dal basso verso l'alto, uguale al peso del fluido che sposta. Il volume del fluido spostato è pari al volume del corpo immerso. Questo metodo fornisce una valida misura del volume corporeo dal quale può quindi essere calcolata la densità del corpo con la seguente formula:

$$\mathbf{Db = BM / BV}$$

dove Db = Body density, BM = Body Mass e BV = Body Volume.

Per calcolare più precisamente la densità corporea attraverso la pesata idrostatica è opportuno tenere conto del volume di aria presente nei polmoni e nel tratto gastrointestinale. Il volume polmonare residuo, cioè la quantità di aria presente nei polmoni dopo un'espiazione massimale, non è trascurabile in quanto misura 1 o 2 litri. Il volume di gas all'interno del tratto gastrointestinale è invece meno rilevante (circa 0,1 litri) (Behnke et al., 1942). Quindi la densità del corpo (privo di gas interno) risulta:

$$D = W_a / [(W_a - W_w) / D_w] - (RV + 100cc)$$

Ove:

$W_a$  = peso del corpo in aria.

$W_w$  = peso del corpo immerso in acqua =  $(DB - DW)BV$  g, essendo  $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>.

$D_w$  = densità dell'acqua.

$RV$  = volume residuo.

La differenza  $W_a - W_w$  viene misurata direttamente da un dinamometro.

Per una valutazione accurata della densità corporea è opportuno considerare il valore di densità dell'acqua, corrispondente alla temperatura dell'acqua al momento dell'immersione.

La densità corporea ottenuta tramite pesata idrostatica viene quindi convertita in percentuale di grasso corporeo utilizzando equazioni specifiche proposte in letteratura sia per il modello a due compartimenti sia per i modelli multi compartimentali (Tabella 1).

Tabella 1. Equazioni di conversione densità corporea in %BF.

Modello	Equazione	Autore
<b>2 Componenti</b> Livello Molecolare	$\%BF = [(4.57/Db) - 4.142] * 100$ $\%BF = [(4.95/Db) - 4.50] * 100$	Brozek, 1963 Siri, 1956
3 Componenti Livello Molecolare	$\%BF = [(2.118/Db) - 0.78W - 1.354] * 100$ $\%BF = [(6.386/Db) + 3.961M - 6.090] * 100$	Siri, 1961 Lohman, 1986
3 Componenti Livello Tissutale	$\%BF = FM / BW * 100$	Ellis, 2000
4 Componenti Livello Molecolare	$\%BF = [(2.559/Db) - 0.734W + 0.983B - 1.841] * 100$ $\%BF = [(2.747/Db) - 0.714W + 1.146B - 2.053] * 100$ $\%BF = [(2.513/Db) - 0.739W + 0.947B - 1.790] * 100$ $\%BF = [(2.747/Db) - 0.718W + 1.148B - 2.050] * 100$	Friedl, 1992 Selinger, 1977 Heymsfield, 1996 Baumgartner, 1991
6 Componenti Livello Atomico	$FM (kg) = BW - (TBW + 6.525TBN + 2.709TBCa + 2.76TBK + TBNa + 1.43TBCl)$	Wang et al. 1998

Ove:

%BF = percentuale di grasso corporeo.

Db = densità corporea in  $kg/dm^3$ .

FM = massa grassa in kg.

BW = massa corporea in kg.

W = TBW (kg) / BW (kg), dove TBW = acqua corporea totale.

M = TBM (kg) / BW (kg), dove TBM = minerali corporei totali.

B = TBBM (kg) / BW (kg), dove TBBM = minerali ossei totali.

TBN = azoto corporeo totale.

TBCa = calcio corporeo totale.

TBK = potassio corporeo totale.

TBNa = sodio corporeo totale.

TBCl = cloro corporeo totale.

La procedura utilizzata per la pesata idrostatica prevede l'immersione completa del soggetto, previo posizionamento dello stesso su di un'apposita sedia collegata, tramite dispositivo a molla, ad dinamometro con scala graduata. Occorre assicurarsi che la temperatura dell'acqua sia compresa tra i 34 °C e i 36 °C, che l'intero corpo del soggetto sia immerso e che durante la misura rimanga più fermo possibile.

L'idrodensitometria è riconosciuto come uno dei metodi più affidabili ed accurati nella misura della densità e nella valutazione della composizione corporea, nonostante ciò è possibile incorrere in errori tecnici di misura, tra cui il più frequente è da attribuire ad un'errata valutazione del volume polmonare residuo.

### ***PLETISMOGRAFIA***

La pletismografia è un metodo per misurare il volume e la densità del corpo umano; a differenza dell'idrometria considera lo spostamento di aria e non di acqua. Questa tecnica si basa sulle relazioni che legano pressione e volume descritte dalla legge di Boyle dei gas perfetti, secondo cui a temperatura costante (condizione isoterme) pressione e volume di un gas sono inversamente proporzionali, per cui l'aumento dell'uno è conseguenza della diminuzione dell'altro.

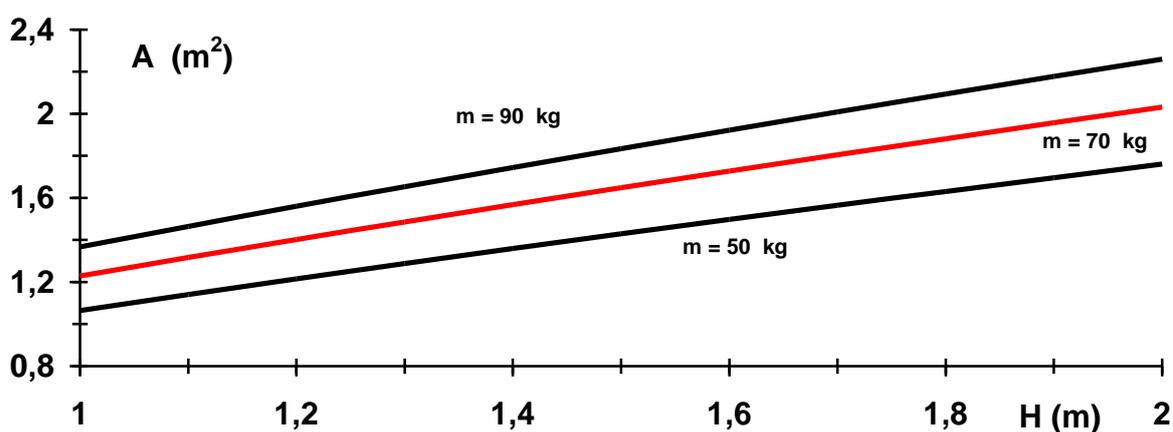
Al fine di ridurre al minimo gli errori durante la valutazione è opportuno che il soggetto indossi un costume da bagno aderente e cuffia qualora non abbia capelli molto corti. La misura viene effettuata utilizzando uno strumento, il pletismografo, appunto, costituito da una cabina contenente un gas inerte; nella stessa sono presenti due scomparti, una camera anteriore con capienza di circa 450 litri, ed una posteriore con capienza di circa 300 litri. Il soggetto si

accomoda in posizione seduta nella camera anteriore determinando un aumento della pressione del gas presente che va a sollecitare un apposito diaframma provocando variazione del volume (uguali in grandezza ma opposti nel segno) nella seconda camera. Il test è poco invasivo ed ha una durata di una decina di minuti.

Il volume del corpo umano si calcola quindi come differenza tra il volume della camera vuota ed il volume della camera con il soggetto al suo interno. E' opportuno correggere la misura tenendo conto del volume dei gas toracici, misurati durante il test utilizzando l'apposita strumentazione, e dell'area di superficie corporea, calcolabile a partire da statura e peso del soggetto dalla correlazione empirica di Du Bois:

$$A = 0.2025 BM^{0.425} H^{0.725}$$

dove A è la superficie corporea espressa in  $m^2$ , BM è la massa espressa in kg, H è la statura espressa in m. Nella Figura 1 si riporta la superficie corporea al variare della statura, per diversi valori della massa corporea.



*Figura 1. Superficie corporea in funzione dell'altezza, per diversi valori della massa.*

## ***DEXA***

La DEXA, o assorbimetria a raggi X a doppia energia, è il metodo ritenuto attualmente il migliore nella determinazione della composizione corporea.

Si basa sul principio dell'attenuazione differenziale di un fascio di raggi X a due livelli energetici, al passaggio attraverso i tessuti. I raggi X (onde elettromagnetiche o fotoni), nella interazione con la materia, cedono energia al loro passaggio in quantità differenziale a seconda del materiale attraversato. Questa attenuazione è registrabile e correlata alla composizione della materia stessa attraversata. Il principio alla base del funzionamento della tecnologia Dexa è dato, dunque, dall'assunto sopra citato, che applicato nella valutazione della composizione corporea consente di valutare attraverso la sua variabilità, spessore e densità della composizione chimica dei tessuti. L'attenuazione dell'energia dei raggi X attraverso massa magra, massa grassa o tessuto osseo varia quindi a causa delle differenze nella densità e nella composizione chimica di questi tessuti.

Il metodo Dexa è in grado di valutare sia la composizione corporea totale sia quella regionale, non richiede particolare collaborazione da parte del soggetto esaminato e non richiede particolari capacità tecniche dell'esaminatore.

La procedura di misurazione è semplice e consiste nel distendere il soggetto in posizione supina all'interno dello scanner; la durata del test, per la misura della composizione corporea totale, varia da 5 a 30 minuti in base alla tipologia dello strumento.

La Dexa viene comunemente utilizzata su popolazioni di tutte le età in quanto l'esposizione alle radiazioni è minima, variabile tra 0,02 e 1,5 mrem (vedi nota). Come per tutte le radiazioni ionizzanti, una minima dose è assorbita dal soggetto esaminato, si ricorda comunque come un'ora di volo aereo, per un uomo, comporti un assorbimento di radiazioni ionizzanti (raggi cosmici ad alta energia e frequenza) di circa  $0,5 \text{ mrem} = 5 \times 10^{-6} \text{ Sievert}$  e il fondo naturale

(dovuto all'irraggiamento del K40 presente <sup>1</sup> nelle cellule e dalle radiazioni dei radioisotopi presenti nella crosta terrestre) comporta un assorbimento di circa 36 mrem =  $3,6 \times 10^{-4}$  Sv, ben inferiore alla dose equivalente associabile ad una prova Dexa. Il test è comunque sconsigliato nelle donne in stato di gravidanza o in fase di allattamento.

Questo metodo viene considerato attualmente il migliore tra i metodi indiretti di I livello e viene quindi molto utilizzato per la validazione dei metodi di II livello.

Passiamo quindi ad esaminare i principali metodi di secondo livello, quelli cioè che maggiormente vengono utilizzati in letteratura e nella pratica comune, per definire la composizione corporea.

### ***PLICOMETRIA***

Il termine plica (pannicolo adiposo) si riferisce allo spessore di una piega della cute e del tessuto adiposo sottocutaneo sollevata in posizioni standardizzate del corpo.

Le pliche forniscono una buona misura del grasso sottocutaneo; poiché esiste una relazione fra il grasso sottocutaneo ed il grasso corporeo totale, si ritiene che il risultato della misura delle pliche sia un buon indicatore della composizione e della densità corporea. Alcuni autori ritengono infatti che la somma delle varie pliche possa essere utilizzata per la stima del grasso corporeo totale.

L'utilizzo della somma viene ritenuto utile per ridurre l'errore nella misura e per compensare possibili differenze nella distribuzione del grasso sottocutaneo tra soggetti della stessa età, gruppo etnico e sesso.

Lo spessore del pannicolo adiposo varia con l'età, il sesso e l'etnia.

---

Il rem (Röntgen equivalent man) è l'unità di misura della dose equivalente assorbita da un uomo; misura la quantità di energia rilasciata dalla radiazione al corpo umano, tenendo conto della qualità del danno arrecato al tessuto molle. Il rem è stato sostituito dal Sievert (Sv); 1 mrem corrisponde a  $10^{-5}$  Sv. <sup>1</sup>

Le equazioni che associano i valori delle pliche sottocutanee al grasso corporeo totale sono state sviluppate utilizzando modelli di regressione, per lo più multipla, sia lineari (popolazione-specifici) sia quadratici (generalizzati) delle dimensioni, considerando come variabili dipendenti i valori di densità, massa grassa e massa magra valutati su base densitometrica e pliche, o somma delle stesse, o diametri o perimetri o statura come variabili indipendenti. Esistono numerosissime equazioni popolazione-specifiche per predire la densità corporea (D) da varie combinazioni di pliche, circonferenze e diametri ossei (Jackson and Pollock, 1985. Slaughter et al. 1988. Lohman 1986). Le equazioni specifiche sono state sviluppate per popolazioni relativamente omogenee e si assume che siano valide solo per individui aventi caratteristiche simili rispetto ad età, genere, etnia e livello di attività fisica.

Ottenuto il valore della densità corporea è possibile calcolare la percentuale di grasso corporeo attraverso diverse formule (Tabella 2).

*Tabella 2. Equazioni di conversione densità corporea in % massa grassa.*

<i><b>Autore</b></i>	<i><b>Equazione</b></i>
Siri	$\%FM = [ (4.95/BD) - 4.5 ] \times 100$
Brozek	$\%FM = [ (4.57/BD) - 4.142 ] \times 100$
Rathbun & Pace	$\%FM = [ (5.548/BD) - 5.044 ] \times 100$

Dove:

BD = densità corporea in  $\text{kg}/\text{dm}^3$ .

Conosciuta la percentuale di grasso è possibile determinare la massa di grasso corporeo con la seguente equazione:

$$FM \text{ (kg)} = (FM\% \times BW) / 100$$

Per differenza è quindi possibile ottenere la massa magra:

$$FFM \text{ (kg)} = BW - FM \text{ (kg)}$$

Dove:

BW = peso corporeo.

La misura delle pliche si effettua per mezzo di un plicometro (Figura 2). Esistono vari tipi di plicometri. Un plicometro è un particolare tipo di calibro, nel quale la pressione che agisce sulla piega cutanea sollevata, è costante e controllata per non provocare lo schiacciamento del tessuto adiposo. Nel caso del plicometro Lange, ad esempio si hanno brevi branche foggiate a chela, solidali con una molla a pressione che tende a mantenerle unite alle loro estremità; la pressione esercitata è compresa tra 2 g/mm<sup>2</sup> e 15 g/mm<sup>2</sup>. (20 kPa e 150 kPa).



*Figura 2. Plicometro Lange.*

La misurazione si ottiene prendendo una doppia piega di pelle e di tessuto sottocutaneo tra l'indice e il pollice, in modo da escludere il muscolo sottostante; la lettura della misurazione si effettua 2-4 secondi dopo l'applicazione dello strumento.

L'esattezza e la precisione del metodo plicometrico sono influenzate dalle capacità dell'operatore, dal tipo di plicometro, dalla collaborazione del soggetto misurato e dalla scelta delle equazioni di predizione.

I siti standardizzati per la misura dei pannicoli adiposi sono numerosi e distribuiti in tutto il corpo. In Europa, per convenzione, si considerano le pliche cutanee dell'emisoma sinistro (Harrison et al., 1988).

La *plica bicipitale* viene sollevata sulla superficie anteriore del braccio in corrispondenza della protuberanza del muscolo bicipite su di una linea verticale tracciata tra il bordo anteriore dell'acromion ed il centro della fossa antecubitale.

Il soggetto è in posizione eretta con le braccia rilassate.

La *plica tricipitale* è misurata sulla superficie posteriore del braccio, a metà del braccio sul muscolo tricipite, lungo la linea che va dal processo acromiale della scapola al margine inferiore del processo olecranic dell'ulna. La misurazione viene effettuata con il soggetto in posizione eretta e con il braccio rilassato.

La *plica sottoscapolare* viene sollevata al di sotto dell'angolo inferiore della scapola con inclinazione medio-laterale e dall'alto in basso, secondo un angolo di 45° rispetto al piano orizzontale. Il soggetto è in posizione eretta e le braccia sono rilassate lungo i fianchi.

La *plica pettorale* viene misurata, nell'uomo, nel punto medio tra la piega ascellare anteriore ed il capezzolo; nella donna invece la misura si effettua considerando 1/3 della distanza tra la piega ascellare anteriore ed il capezzolo (partendo dalla piega ascellare).

La *plica medio-ascellare* è misurata lungo la linea medio-ascellare a livello del processo xifosternale.

La *plica soprailiaca* viene misurata lungo la linea medio-ascellare appena sopra alla cresta iliaca. Il soggetto è in posizione eretta, piedi uniti e braccia rilassate ai lati del corpo. La misura avviene con inclinazione in direzione dorso-ventrale o postero-anteriore di 45° rispetto al piano orizzontale.

La *plica soprspinale* si trova in posizione anteriore circa 1 cm sopra e 2 cm medialmente rispetto alla spina iliaca. Si misura con inclinazione obliqua parallela al margine dell'osso con il soggetto in stazione eretta, piedi uniti e braccia rilassate.

La *plica addominale* si trova in prossimità dell'ombelico (3 cm lateralmente ed 1 cm inferiormente). Il soggetto viene posizionato in stazione eretta con le braccia rilassate lungo i fianchi.

La *plica della coscia* viene sollevata verticalmente sulla linea mediana anteriore della coscia, a metà della linea tracciata tra la piega inguinale ed il margine prossimale della patella. Nel corso della misurazione il peso corporeo è spostato sull'arto opposto mentre quello su cui viene effettuata la misurazione è rilassato. Il ginocchio è leggermente flesso e la pianta del piede è aderente al pavimento.

La *plica mediale del polpaccio* si trova sulla faccia mediale della gamba in corrispondenza del punto di massima espansione del polpaccio; il peso del corpo è scaricato sulla gamba destra.

La *plica laterale del polpaccio* si misura sulla faccia laterale della gamba nel punto di massima espansione del polpaccio; il peso del corpo è scaricato sulla gamba destra.

La precisione della stima del grasso corporeo, a partire dalla misurazione delle pliche cutanee nei bambini e negli adolescenti, è limitata da alcuni problemi: in primo luogo diverse equazioni sono state sviluppate studiando alcuni gruppi di bambini (Lohman et al., 1984; Boileau et al., 1981); le stesse però non sono state validate su altri campioni aventi caratteristiche diverse, come ad esempio gli obesi, i soggetti praticanti attività sportiva o bambini a differenti livelli di maturazione (Freedman et al., 2007).

Un secondo problema che limita la precisione della stima del grasso delle pliche è dovuto all'immaturità chimica dei bambini; utilizzando quindi equazioni che si basano sulle costanti basate sugli adulti, si può sovrastimare il grasso dal 3% al 6% e sottostimare la massa magra (Lohman et al., 1984).

Una terza difficoltà nella stima del grasso nei bambini e negli adolescenti riguarda il cambiamento della composizione chimica della massa magra durante la pubertà.

Per risolvere queste difficoltà, le stime del grasso dovrebbero essere sviluppate a partire da una valutazione della composizione corporea sulla base del modello a componenti multipli (acqua, proteine, minerali dell'osso e grasso), piuttosto che dal modello tradizionale a due compartimenti (Slaughter et al., 1988).

Nessun singolo pannicolo è un buon predittore della massa grassa, è necessario considerare la somma di determinati pannicoli per ottenere valori elevati di correlazione.

Le equazioni di predizione possono essere differenziate sulla base del sesso, dell'età, dell'etnia e dello sport praticato dal soggetto, come indicato nelle Tabelle 3, dove lo spessore dei pannicoli deve essere espresso in mm e l'età in anni.

Tabella 3. Equazioni di predizione della densità corporea per adulti.

<i>Etnia</i>	<i>Genere</i>	<i>Età</i>	<i>Autore</i>	<i>Equazione</i>
Afro-Americano	M	18-61	Jackson & Pollock	$Db = 1.112 - 0.00043499 (\Sigma 7 SKN) + 0.00000055 (\Sigma 7 SKN)^2 - 0.00028826 (età)$
Afro-Americano	F	18-55	Jackson & Pollock	$Db = 1.097 - 0.00046971 (\Sigma 7 SKN) + 0.00000056 (\Sigma 7 SKN)^2 - 0.00012828 (età)$
Caucasico	M	18-61	Jackson & Pollock	$Db = 1.109380 - 0.0008267 (\Sigma 3 SKN) + 0.0000016 (\Sigma 3 SKN)^2 - 0.0002574 (età)$
Caucasico	F	18-55	Jackson et al.	$Db = 1.0994921 - 0.0009929 (\Sigma 3 SKN) + 0.0000023 (\Sigma 3 SKN)^2 - 0.0001392 (età)$
Ispanico	F	18-55	Jackson et al.	$Db = 1.097 - 0.00046971 (\Sigma 7 SKN) + 0.00000056 (\Sigma 7 SKN)^2 - 0.00012828 (età)$
Indiano-americano	F	18-60	Hicks et al.	$Db = 1.06198316 - 0.00038496 (\Sigma 3 SKN) - 0.00020362 (età)$
Asiatico	M	24-43	Eston et al.	$\%BF = 5.87 + 1.37 (Calf SKN)$
/	M	16-26	Katch & McArdle	$\%BF = 0.43 A + 0.58 B + 1.47$
	F	16-26	Katch & McArdle	$\%BF = 0.55 A + 0.31 B + 6.13$

Dove:  $\Sigma 7 SKN$  = somma di 7 pannicoli adiposi: *pettorale* + *medio-ascellare* + *tricipite* + *sottoscapolare* + *addominale* + *soprailiaco* + *coscia*,

$\Sigma 3 SKN$  = somma di 3 pannicoli adiposi: *tricipite* + *soprailiaco* + *coscia*,

$\%BF$  = percentuale di grasso corporeo, A = Spessore plica tricipitale, B = Spessore plica sottoscapolare.

Tabella 4. Equazioni di predizione della densità corporea per bambini

<i>Etnia</i>	<i>Genere</i>	<i>Età</i>	<i>Autore</i>	<i>Equazione</i>
Afro- Americano	M	8-17	Slaughter et al.	%BF = 0.735 (Triceps + Calf SKN) + 1.0
Afro- Americano	F	8-17	Slaughter et al.	%BF = 0.610 (Triceps + Calf SKN) + 5.1
Caucasico	M	8-17	Slaughter et al.	%BF = 0.735 (Triceps + Calf SKN) + 1.0
Caucasico	F	8-17	Slaughter et al.	%BF = 0.610 (Triceps + Calf SKN) + 5.1
Afro- Americano	Mo	8-17	Slaughter et al.	%BF = 0.783 (Triceps + Subscapolar SKN) + 1.6
Afro- Americano	F	8-17	Slaughter et al.	%BF = 0.546 (Triceps + Subscapolar SKN) + 9.7
Caucasico	M	8-17	Slaughter et al.	%BF = 1.21 (Triceps + Subscapolar SKN) – 0.008 (Triceps + Subscapolar SKN)
Caucasico	F	8-17	Slaughter et al.	%BF = 1.33 (Triceps + Subscapolar SKN) – 0.013 (Triceps + Subscapolar SKN) – 2.5
Indiano- americano	M + F	7-11	Lohman et al.	%BF = -0.08 (età) + 2.4 (sesso <sup>*</sup> ) + 0.21 (peso kg) + 0.38 (Triceps SKN) + 0.20 (Suprailiac SKN) – 17.66
/	M	6-11	Boileau	%BF = (1.35 x $\Sigma$ ) – (0.012 x $\Sigma^2$ ) – 3.4
/	F	6-11	Boileau	%BF = (1.35 x $\Sigma$ ) – (0.012 x $\Sigma^2$ ) – 1.4

Dove:

\* Sesso: Femmine = 1. Sesso: Maschi = 0,

$\Sigma$  = Sommatoria plica sottoscapolare e tricipitale.

Tabella 5. Equazioni di predizione della densità corporea per atleti

<i>Sport</i>	<i>Genere</i>	<i>Età</i>	<i>Autore</i>	<i>Equazione</i>
Tutti gli sport	M	18-29	Jackson & Pollock	$Db = 1.112 - 0.00043499 (\Sigma 7 SKN) + 0.00000055 (\Sigma 7 SKN)^2 - 0.00028826 (\text{età})$
Tutti gli sport	F	18-29	Jackson et al.	$Db = 1.096095 - 0.0006952 [SKN (\text{tricipite, sottoscapolare, coscia}) + 0.0000011 [SKN (\text{tricipite, sottoscapolare, coscia})]^2 - 0.0000714 (\text{età})$
Tutti gli sport	F	>18	Withers et al.	$BD = 1.18562 - 0.08258 [\lg SKN (\text{tricipite, sottoscapolare, coscia})]$
Tutti gli sport	F	11-19	Jackson et al.	$Db = 1.096095 - 0.0006952 (\Sigma 4 SKN) + 0.0000011 (\Sigma 4 SKN)^2 - 0.0000714 (\text{età})$
Tutti gli sport	M	14-19	Forsyth & Sinning	$Db = 1.10647 - 0.00162 (SKN \text{ sottoscapolare}) - 0.00144 (SKN \text{ addominale}) - 0.00077 (SKN \text{ tricipite}) + 0.00071 (SKN \text{ medio-ascellare})$
Wrestling	M	14-19	Lohman	$Db = 1.0973 - 0.000815 (\Sigma 3 SKN) + 0.00000084 (\Sigma 3 SKN)^2$

Dove:

$\Sigma 7 SKN$  = somma di 7 pannicoli adiposi: *pettorale* + *medio-ascellare* + *tricipite* + *sottoscapolare* + *addominale* + *soprailiaco* + *coscia*.

$\Sigma 4 SKN$  = somma di 4 pannicoli adiposi: *tricipite* + *soprailiaco* + *addominale* + *coscia*

$\Sigma 3 SKN$  = somma di 3 pannicoli adiposi: *tricipite* + *soprailiaco* + *coscia*

Tabella 6. Equazioni di predizione della densità corporea in patologia

<i>Patologia</i>	<i>Genere</i>	<i>Età</i>	<i>Autore</i>	<i>Equazione</i>
Fibrosi cistica	M	10-18-	Durnin & Rahaman	$Db = 1.1533 - 0.0643 (\log \Sigma 4 \text{ SKN})$
Fibrosi cistica	F	10-18-	Durnin & Rahaman	$Db = 1.1369 - 0.0598 (\log \Sigma 4 \text{ SKN})$
Fibrosi cistica	M	10-18-	Slaughter et al.	$Db = 1.21(\Sigma 2 \text{ SKN}) - 0.008 (\Sigma 2 \text{ SKN})^2 + I$
Fibrosi cistica	F	10-18-	Slaughter et al.	$Db = 1.33(\Sigma 2 \text{ SKN}) - 0.013 (\Sigma 2 \text{ SKN})^2 - 2.5$
Anoressia	F	18-55	Jackson et al.	$Db = 1.0994921 - 0.0009929 (\Sigma 3 \text{ SKN}) + 0.0000023 (\Sigma 3 \text{ SKN})^2 - 0.0001392 (\text{età})$

Dove.

$\Sigma 4 \text{ SKN}$  = somma di 4 pannicoli adiposi: *tricipite* + *bicipite* + *soprailiaco* + *sottoscapolare*,

$\Sigma 3 \text{ SKN}$  = somma di 3 pannicoli adiposi: *tricipite* + *soprailiaco* + *coscia*,

$\Sigma 2 \text{ SKN}$  = somma di 2 pannicoli adiposi: *tricipite* + *sottoscapolare*,

I = intercetta basata sulle sostituzioni della maturazione e dell'etnia dei ragazzi.

## **METODO ANTROPOMETRICO**

Nel metodo antropometrico di valutazione della composizione corporea si utilizzano varie dimensioni corporee: statura, peso, circonferenze e pliche.

Le equazioni di predizione antropometriche stimano la densità corporea totale, la massa grassa e la massa magra sulla base di combinazioni tra peso

corporeo, statura, diametri scheletrici, circonferenze e spesso anche le pliche corporee.

Le equazioni sono basate sia su modelli generali sia su modelli specifici per popolazione, sono poi distinti per età, sesso, etnia, stato ponderale, etc.

Le misure antropometriche, rapportate alla misura dei pannicoli adiposi e ad altre metodiche, risultano semplici ed economiche consentendo affidabili indagini epidemiologiche su larga scala.

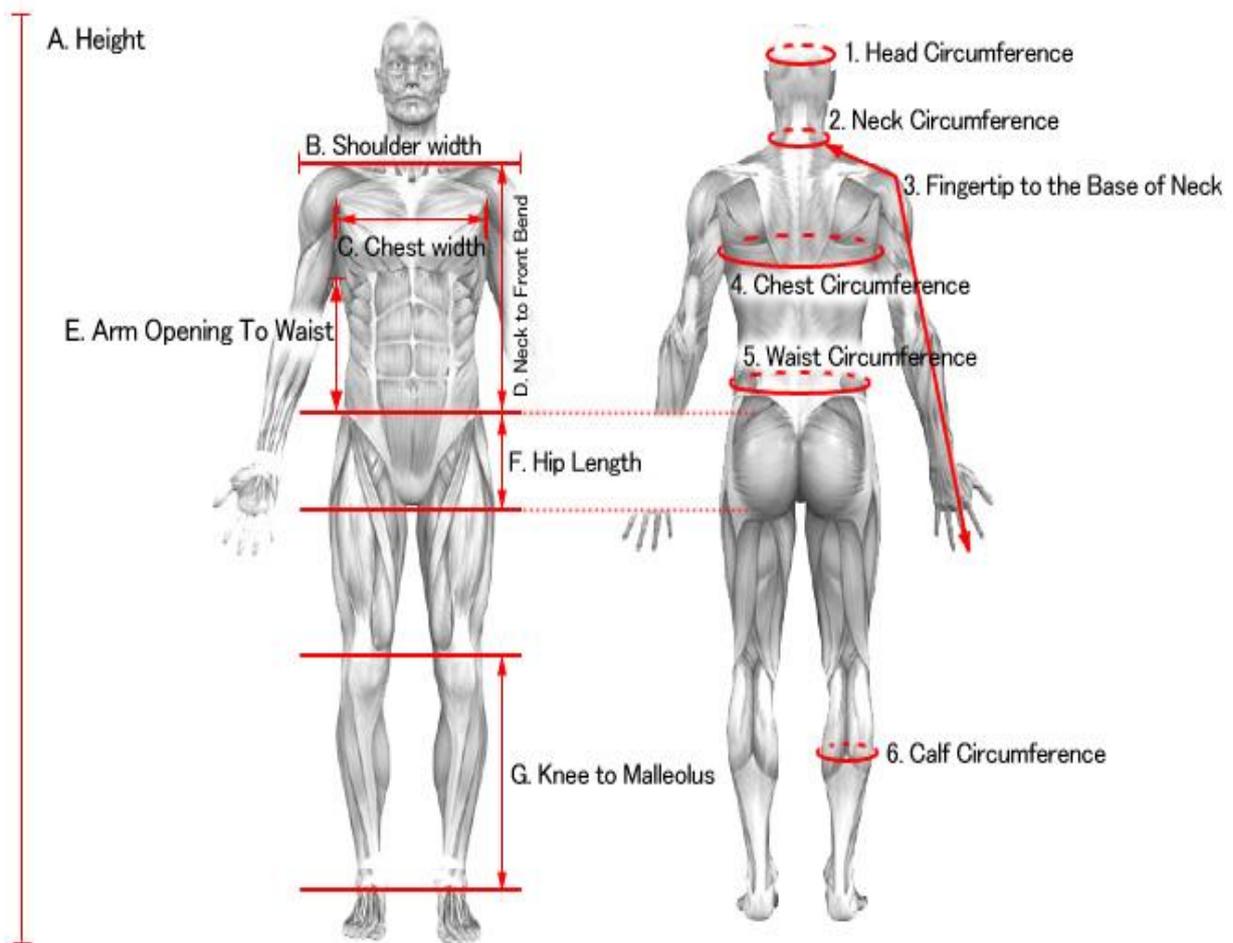
La misurazione delle circonferenze corporee esprime la dimensione trasversale dei vari segmenti corporei, in età pediatrica è utilizzata come indice di crescita e dello stato nutrizionale; nell'adulto per valutare la distribuzione del tessuto adiposo.

La misura delle circonferenze corporee viene effettuata per mezzo di nastro metrico (Figura 3) seguendo le definizioni standardizzate, con l'attenzione di ripetere la misurazione 2-3 volte, per ridurre l'errore di misura.



*Figura 3. Nastro metrico.*

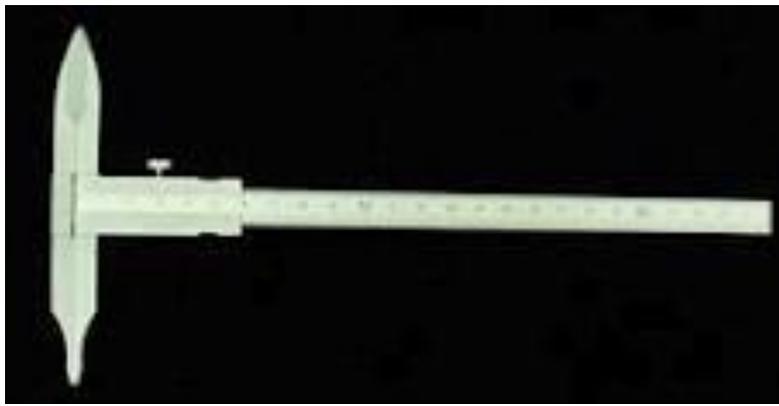
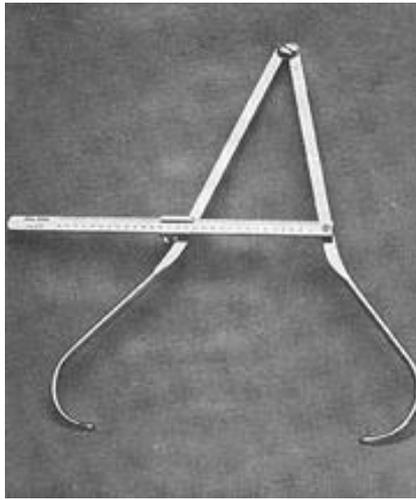
I principali siti di misura delle circonferenze corporee sono indicati nella Figura 4.



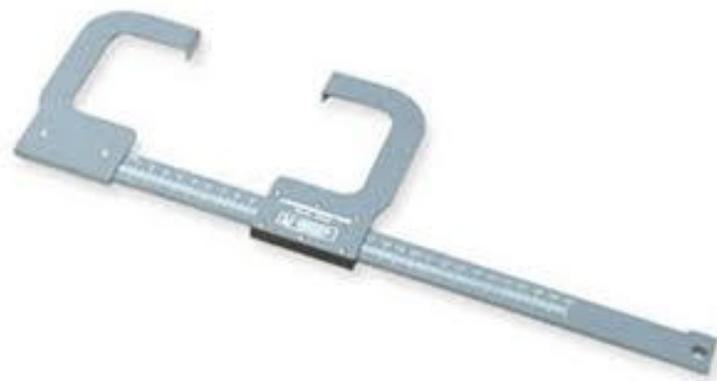
*Figura 4. Siti di misura delle circonferenze corporee.*

I diametri somatici sono utilizzati in età evolutiva come indicatori auxologici, nella pubertà per valutare il grado di dimorfismo sessuale e nell'adulto per la definizione del somatotipo e della taglia corporea. Trovano inoltre utilizzo nella progettazione ergonomica.

I diametri scheletrici sono misure della larghezza ossea; per diametri ossei di piccole dimensioni (polso, gomito) lo strumento di misura utilizzato è denominato compasso a branche lineari o ricurve (Figura 5), per i diametri di maggiore grandezza (biacromiale, bitrocanterico) si utilizza l'antropometro (Figura 6).



*Figura 5. Compasso a branche lineari e ricurve.*

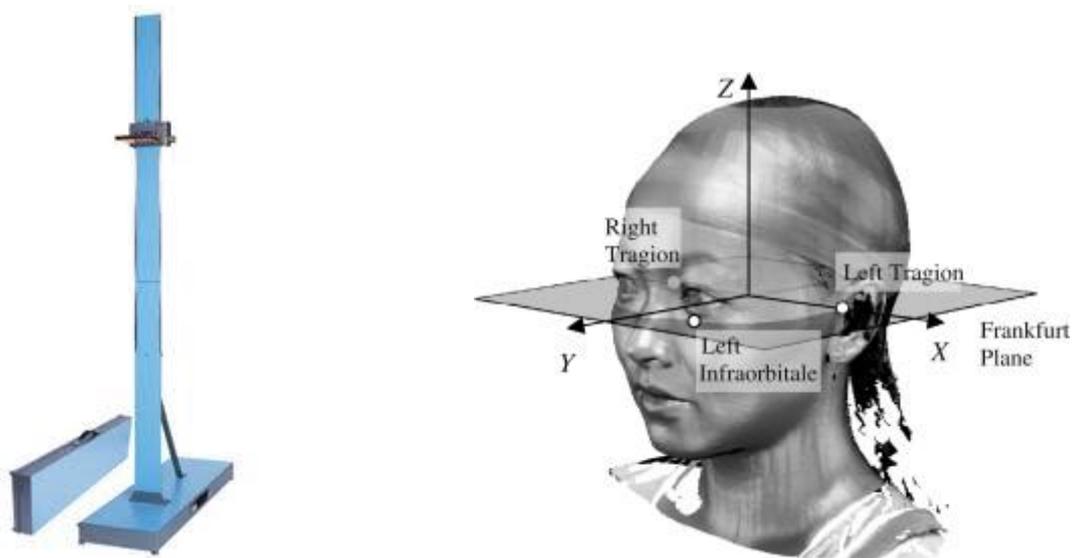


*Figura 6. Antropometro.*

Per una misura ottimale è necessario afferrare lo strumento con entrambe le mani e posizionare le estremità del dito indice adiacente alla sommità dello strumento, si colloca quindi lo strumento sui punti di repere ossei e si procede alla misurazione effettuando una pressione sostenuta al fine di comprimere muscoli, tessuto adiposo e tessuto cutaneo.

La misura della statura deve essere effettuata secondo le procedure standardizzate (Gordon et al. 1988).

Lo strumento utilizzato per la misura è lo stadiometro (Figura 8); il soggetto è in posizione di attenti ginnico con le braccia lungo i fianchi ed il capo orientato secondo il Piano di Francoforte (Figura 7).



*Figura 7. Stadiometro e Piano di Francoforte.*

Il peso corporeo invece viene misurato per mezzo di una bilancia (Figura 9) calibrata e controllata periodicamente; il soggetto, senza scarpe e con abbigliamento leggero, si posiziona sulla piattaforma cercando di distribuire equamente il peso su entrambe le gambe.



*Figura 8. Bilancia.*

La precisione e l'affidabilità del metodo antropometrico per determinare la composizione corporea sono potenzialmente influenzate dall'equipaggiamento, dalle competenze tecniche del rilevatore, da fattori legati al soggetto e dalle equazioni di predizione selezionate per stimare la composizione corporea.

Attraverso il metodo antropometrico è possibile definire densità corporea, massa grassa e massa magra attraverso varie equazioni, mostrate nella Tabella 7.

Tabella 7. Equazioni di predizione metodo antropometrico

	<b>Genere</b>	<b>Età</b>	<b>Autore</b>	<b>Equazione</b>
Caucasico	M	15-78	Tran & Weltman	$\%BF = - 47.371817 + 0.57914807$ (Abdominal C) + 0.25189114 (Hip C) + 0.21366088 (Iliac C) – 0.35595404 (BW)
Caucasico	F	15-79	Tran & Weltman	$Db = 1.168297 - [0.002824 (Abdominal C)]$ + $[0.0000122098 (Abdominal C)^2]$ - $[0.000733128 (Hip C)] + [0.000510477$ (HT)] - $[0.000216161 (età)]$
Caucasico	M	18-40	Wilmore & Behnke	$FFM (kg) = 39.652 + 1.0932 (BW) +$ $0.8370 (Bi-iliac D) + 0.3297 (AB C) -$ $0.6478 (Knee C)$
Caucasico	F	15-79	Tran & Weltman	$Db = 1.168297 - 0.002824 (AB C) +$ $0.0000122098 (AB C)^2 - 0.000733128 (Hip$ C) + $0.000510477 (HT) - 0.000216161$ (età)
Obesi	M	24-68	Weltman et al.	$\%BF = 0.31457 (Abdominal C) - 0.10969$ (BW) + 10.8336
Obese	F	20-60	Weltman et al.	$\%BF = 0.11077 (Abdominal C) - 0.17666$ (HT) + 0.14354 (BW) + 51.03301

Dove:

C = circonferenza (cm),

HT = statura (cm),

BW = peso,

D = diametro (cm),

AB C = media della circonferenza addominale (cm),

C = circonferenza (cm).

L'errore nella stima della massa grassa e della massa magra è ritenuto accettabile se è minore di 3,5% (massa grassa uomini e donne) e minore di 2,8 kg (massa magra donne) e 3,5 kg (massa magra uomini) (Lohman, 1992).

### ***IMPEDENZIOMETRIA***

L'analisi dell'impedenza bioelettrica (BIA) è un metodo rapido e non invasivo per valutare la composizione corporea. In questo metodo una corrente alternata a bassa tensione attraversa il corpo del soggetto, viene misurata in questo modo l'impedenza ( $Z$ ), cioè la resistenza al passaggio della corrente. Il passaggio della corrente avviene per attivazione degli elettroliti presenti nell'acqua. La resistenza al passaggio della corrente elettrica è maggiore nel tessuto adiposo e minore nella massa magra. I tessuti biologici si comportano infatti come conduttori o come isolanti; la massa magra contiene grande quantità di acqua ed elettroliti rendendola migliore, rispetto alla massa grassa, nella conduzione della corrente elettrica.

L'impedenza è il rapporto tra la differenza di potenziale (Volt) e l'intensità di corrente (Ampere), la sua unità di misura è l'Ohm.

Considerando il corpo umano come un cilindro con differenza di potenziale tra base inferiore e base superiore, l'impedenza che si oppone al passaggio della corrente elettrica nel corpo è direttamente proporzionale alla sua lunghezza (statura) ed inversamente proporzionale all'area della sezione trasversale del corpo.

L'impedenza è una funzione della resistenza ( $R$ ) e della reattanza ( $X_C$ ); la resistenza misura l'opposizione al passaggio della corrente elettrica, la reattanza consiste nell'opposizione al passaggio della corrente elettrica alternata causata dalla capacitanza prodotta dalle membrane cellulari (in grado di accumulare cariche elettriche).

L'analisi dell'impedenza bioelettrica si esegue sul lato destro del corpo con il soggetto disteso supino. Si posizionano 4 elettrodi, di cui 2 sull'arto superiore e 2 sull'arto inferiore.

A livello dell'arto superiore si pone un elettrodo prossimale a livello del processo stiloideo di radio e ulna ed un altro distale, alla base dell'articolazione della seconda o terza articolazione metacarpo-falangea nella mano.

Nell'arto inferiore gli elettrodi vanno posizionati prossimamente a livello dei malleoli mediale e laterale della caviglia e distalmente a livello dell'articolazione metatarso-falangea nel piede.

Per un'esecuzione attendibile dell'analisi è consigliata una temperatura ambiente attorno ai 22 °C, è necessario non mangiare né bere nelle quattro ore precedenti il test, non avere praticato attività fisica nelle ultime dodici ore, non indossare oggetti metallici (anelli, orecchini) non avere assunto diuretici nell'ultima settimana, e svuotare la vescica almeno trenta minuti prima del test. Nelle donne è indicato considerare la fase mestruale.

La precisione dell'analisi può essere influenzata da vari fattori, i principali comprendono: la strumentazione, le capacità dell'operatore, fattori ambientali (temperatura esterna) e fattori che alterano lo stato di idratazione del paziente (mangiare, bere, etc.).

Anche per questo metodo sono presenti equazioni per il calcolo degli elementi della composizione corporea a partire da resistenza, reattanza, etc.

# **COMPOSIZIONE CORPOREA E ACCRESCIMENTO**

Le variazioni della composizione corporea iniziano nel momento della nascita e persistono per tutta la durata della vita; nel genere umano questi cambiamenti sono articolati e gradualmente. Il corpo umano è un organismo complesso, composto da una vasta varietà di tessuti che cambiano in relazione allo sviluppo ed all'invecchiamento del corpo. Le modificazioni della composizione corporea possono essere analizzate considerando le tre fasi principali della vita: crescita e sviluppo, maturità e senescenza.

## **GENERE ED ETÀ**

Un'accurata valutazione della composizione corporea nei bambini è piuttosto complessa ed impegnativa, i bambini sono infatti chimicamente immaturi e le variazioni nelle proporzioni e nella densità dei componenti della massa magra influenzano direttamente la complessiva densità del corpo.

I cambiamenti di densità della massa magra sono determinati da diminuzione dell'acqua corporea totale e da aumento dei minerali ossei durante la crescita e lo sviluppo.

Nei neonati le quantità di sodio, potassio e acqua del tessuto muscolare sono rispettivamente del 27%, 33% e 28 % (Widdowson and Dickerson, 1964), a questa età inoltre il muscolo scheletrico costituisce solo il 25% della massa corporea (Dickerson and Widdowson, 1960 Citato da Ulijaszek et al. 1998) rispetto al 40% che si ha nell'adulto. Nel periodo adolescenziale la massa muscolare raggiunge il 54% nei maschi di diciassette anni ed il 45% nelle femmine di tredici anni (Ulijaszek et al., 1998). Alla nascita il peso del bambino è costituito approssimativamente dall'11% di massa grassa e dall'89% di massa magra suddivisa rispettivamente in proteine (11%), acqua (75%), carboidrati ed altre proteine (2,5%) (Fomon, 1967).

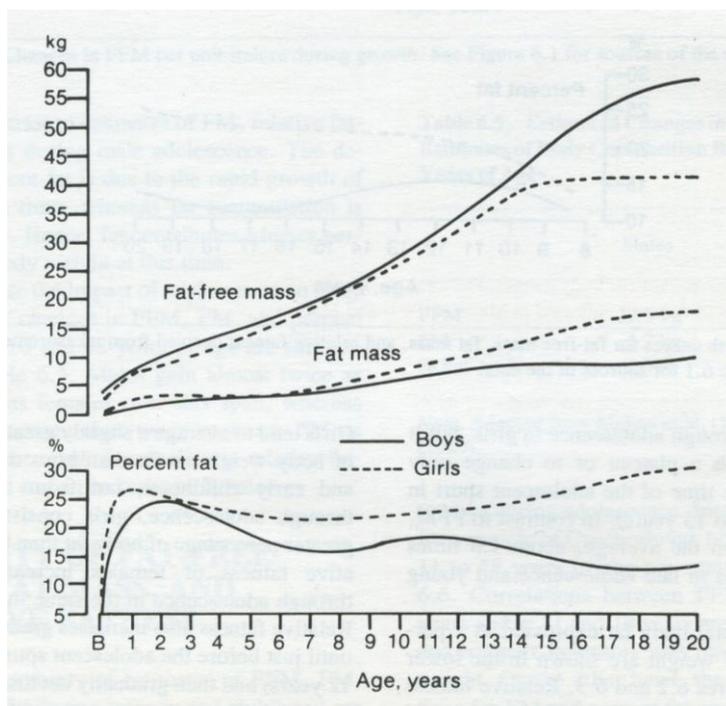
Nei primi giorni di vita maschi e femmine non differiscono nella quantità di acqua, lipidi, proteine e minerali ossei presenti nell'organismo.

Durante la prima infanzia, considerata come intervallo di tempo compreso tra nascita e primo anno di vita, il peso corporeo e la statura distesa aumentano progressivamente con un incremento di circa tre volte per quanto riguarda il peso e 1,5 volte per la statura. L'incremento ponderale è maggiore nei primi due mesi di vita con un aumento medio di 33 grammi al giorno nei maschi e 28 grammi al giorno nelle femmine (Guo et al, 1991). Similmente si comporta la crescita staturale, nei primi due mesi sia i maschi sia le femmine crescono in media 1 mm al giorno; dopo il primo anno di vita la crescita diminuisce a 0,4 mm al giorno. Nell'arco del primo anno di vita la velocità di crescita staturale del neonato raggiunge i 25 cm annuali, nei primi sei mesi la velocità è ulteriormente superiore e può arrivare a 30 cm all'anno (Cameron, 2002).

Nei primi mesi anche la massa grassa aumenta, alla nascita il valore medio si attesta sul 10%-15% (Forbes, 1987), verso i sei mesi di vita raggiunge percentuali attorno al 30% per poi diminuire gradualmente fino alla prima infanzia.

I cambiamenti più apprezzabili nella composizione della massa magra sono dovuti ad un ampio trasferimento di acqua tra il compartimento extracellulare e quello intracellulare, nei neonati e nei bambini la percentuale media di acqua nella massa magra raggiunge valori molto elevati (80%) (Fomon et al, 1982, Citato da Heymsfield et al, 2005). Per ciò che riguarda l'acqua corporea totale l'incremento invece è abbastanza contenuto (1%-2%) (Friis-Hansen et al, 1961).

La massa magra inizia un rapido incremento già nell'ultimo periodo fetale, che continua anche nel periodo seguente la nascita; in seguito, durante l'età infantile, sopraggiunge una lieve decelerazione seguita da una ripresa della crescita. Il trend di questo periodo porta verso una completa maturazione della composizione della massa magra in concomitanza con l'adolescenza (Figura 9).



*Figura 9. Curve di crescita di massa magra, massa grassa e percentuale di grasso corporeo*

Considerando la seconda infanzia come il periodo che inizia al compimento del primo anno di vita e termina con la pubertà, si analizzano ora i cambiamenti della composizione corporea che si verificano in questa fase.

Durante questo periodo le caratteristiche della composizione corporea e la distribuzione del tessuto adiposo si modificano sensibilmente. L'età cronologica non può essere considerata come preciso punto di demarcazione per questo periodo di sviluppo, è tuttavia un parametro importante da considerare in quanto molti dei valori della composizione corporea subiscono variazioni significative nel passaggio tra infanzia ed adolescenza.

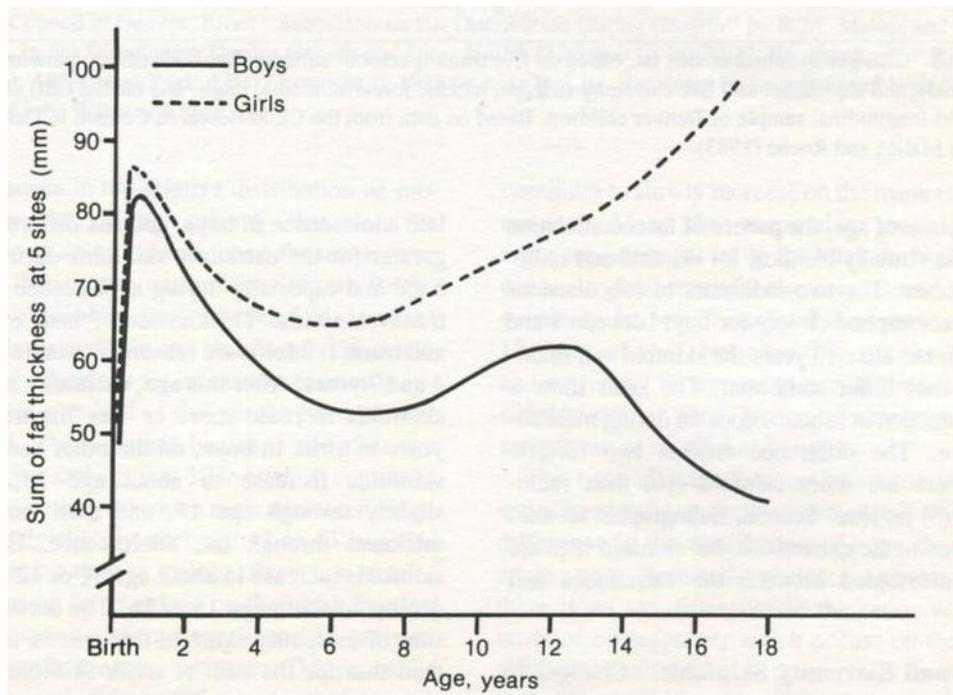
I cambiamenti si osservano già all'età di due anni, la quantità di liquido extracellulare infatti diminuisce del 2% sebbene l'incremento dell'acqua corporea totale rimanga costante, a causa del normale aumento dei liquidi intracellulari.

La quantità di potassio e di proteine aumenta, mentre la quantità dei minerali ossei rimane ai livelli osservati nei primi giorni di vita.

Dall'età di cinque anni i minerali ossei passano dal 3,0% al 3,6% della massa magra nei maschi, e da questa età è possibile osservare le prime differenze tra maschi e femmine nel contenuto minerale delle ossa (Fomon et al., 1982, citato da Roche et al, 1996).

Esistono sostanziali differenze di genere anche nella massa grassa, già all'età di cinque anni la percentuale di grasso corporeo tende ad essere inferiore (14,6%) nei maschi rispetto alle femmine (16,7%).

Cambiamenti simili nei vari componenti del corpo continuano durante i successivi cinque anni, la percentuale di massa grassa continua ad essere superiore nelle femmine e può arrivare a raggiungere differenze del 6% circa, rispetto ai maschi (Chumlea et al., 1983. Cameron 2002). (Figura 10).



*Figura 10. Cambiamenti legati all'età nel tessuto adiposo sottocutaneo.*

Il grasso corporeo totale continua ad aumentare durante l'adolescenza con un tasso di crescita pari a 1,4 kg all'anno nelle femmine e 0,6 kg all'anno nei maschi (Guo et al., 1997, citato da Malina et al, 2003).

Durante l'arco di tempo tra i nove e i venti anni, la percentuale di grasso corporeo aumenta e passa dal 20% al 26% nelle femmine, nei maschi invece diminuisce passando dal 17% al 13% dopo i 13 anni, età in cui inizia a crescere più rapidamente la percentuale di massa magra.

Anche la distribuzione anatomica del tessuto adiposo risente delle variazioni legate all'età ed al sesso. In generale durante l'adolescenza lo spessore del tessuto adiposo sottocutaneo aumenta nei maschi, specialmente a livello del tronco; nelle femmine l'incremento è più elevato e maggiormente localizzato a livello gluteo-femorale.

Questi cambiamenti che sopraggiungono durante l'adolescenza sono associati ai diversi stadi di maturità sessuale, ai livelli degli ormoni sessuali ed alla concentrazione di lipidi e lipoproteine nel plasma (Bouchard and Johnston, 1988 citato da Malina et al, 2003).

La variazione della massa magra durante la crescita mostra una forte correlazione con l'età, suggerendo un notevole apporto del controllo genetico (Guo et al, 1997).

La genetica interviene infatti in molteplici aspetti inerenti lo sviluppo e la crescita del corpo umano. La lunghezza ed il diametro delle ossa lunghe sono sotto elevato controllo genico; analogamente la struttura e le dimensioni del muscolo, durante l'accrescimento, risentono di una rilevante regolazione genetica. Per quanto riguarda il tessuto adiposo, sembra che i geni contribuiscano in minima parte nella determinazione del grasso sottocutaneo, ma il loro contributo è molto più consistente nella variazione della massa grassa totale. Ciò suggerisce che il grasso viscerale sia probabilmente il componente del tessuto adiposo più influenzato dal genotipo dell'individuo. Nella distribuzione del tessuto adiposo tra arti e tronco e nella ripartizione tra grasso sottocutaneo e viscerale l'effetto genetico è stimato attorno al 25% circa (Malina et al, 2003).

I cambiamenti legati all'età presentano un forte dimorfismo sessuale a partire dai 13 anni, età in cui i maschi sviluppano maggiore quantitativo di tessuto osseo e muscolare rispetto alle femmine.

Durante l'adolescenza si riscontrano notevoli differenze di genere nello sviluppo della massa magra, dai dieci ai venti anni di età la massa magra può aumentare di 33 kg nei maschi, nelle femmine invece l'aumento è di 16 kg soltanto. La massa magra continua a crescere per un periodo superiore nei maschi, i livelli adulti sono infatti raggiunti attorno ai venti anni nei maschi e diciotto anni nelle femmine (Forbes, 1987 citato da Roche et al, 1996).

Durante l'accrescimento sopraggiungono importanti alterazioni della composizione della massa magra; le proporzioni di acqua, proteine e minerali ossei che la compongono variano sistematicamente con l'età, allo stesso modo si modificano anche i rapporti tra le masse di muscoli scheletrici, organi e ossa.

Il contenuto di acqua della massa magra è formato da fluidi sia intra-cellulari sia extra-cellulari; circa 75% nei maschi e 77% nelle femmine. Nei maschi la quantità di liquido intra-cellulare, di minerali ossei e di potassio aumentano più rapidamente che nelle femmine (Fomon et al., 1982 citato da Roche et al, 1996).

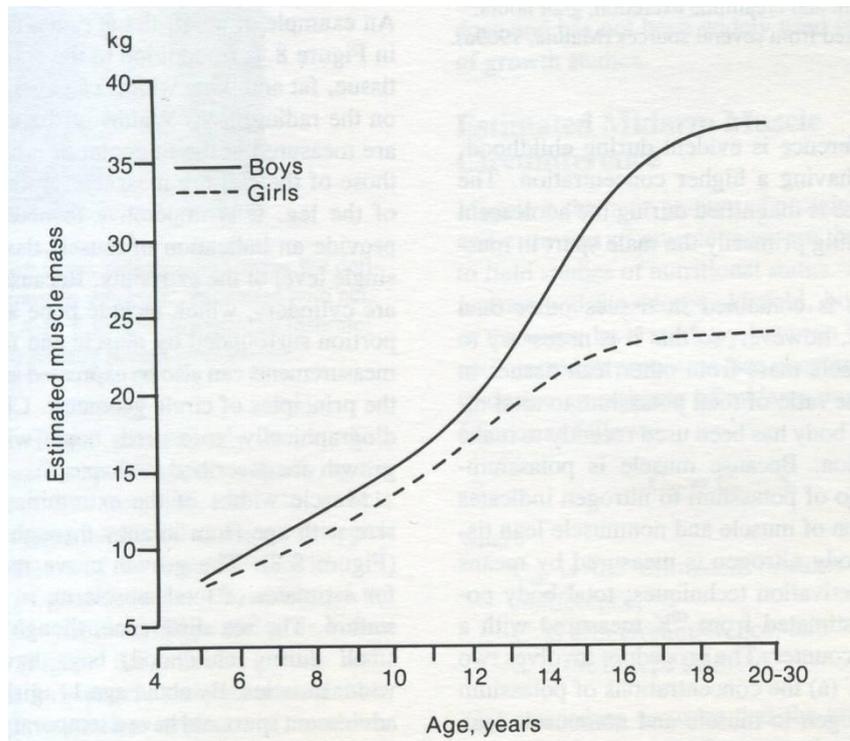
L'idratazione della massa magra rimane notevolmente costante negli individui in salute (Wang et al, 1999); all'età di quindici anni la percentuale di acqua contenuta nella massa magra scende al 73% a causa del corrispondente incremento del quantitativo di proteine e minerali che contribuiscono ad innalzarne la densità.

Per quanto riguarda la massa ossea del corpo, si registra un aumento con l'età che si conclude raggiungendo il picco tra i 20 e i 30 anni (Mora and Gilsanz, 2003). La densità dei minerali ossei, costituiti principalmente da calcio e fosforo, cresce a sua volta fino al raggiungimento della maturità biologica. La densità dei minerali ossei, dopo avere raggiunto il picco, decresce nell'età adulta e anziana.

La velocità del decremento aumenta nelle donne durante la menopausa a causa dell'abbassamento del livello degli ormoni estrogeni (Blunt et al., 1994).

Il muscolo scheletrico, quasi al pari della massa grassa, è anch'esso una componente molto variabile in relazione all'età e al genere.

In particolare, la crescita e lo sviluppo dell'individuo rappresentano un periodo di rapido accrescimento dei muscoli scheletrici; con marcati dimorfismi legati al sesso in particolar modo durante l'adolescenza. (Figura 11)



*Figura 11. Massa muscolare e cambiamenti con l'età nei due sessi.*

Nell'età adulta la componente muscolare risulta essere abbastanza stabile fino all'età di 40 anni, per poi decrescere fino alla senescenza, con velocità più elevata negli uomini.

In questa fase, alterazioni legate all'invecchiamento sopraggiungono nella composizione del muscolo stesso; con l'invecchiamento infatti aumenta la quantità di grasso all'interno del muscolo, ciò è dovuto principalmente alla resistenza all'insulina del muscolo (Goodpaster et al., 1997).

Anche la dimensione di vari organi interni, allo stesso modo del tessuto adiposo, muscolare e osseo, varia con l'età, con lo stato nutrizionale e con le malattie.

I neonati hanno dimensioni relative maggiori di cervello, pelle e viscere rispetto all'uomo adulto, ma minori quantitativi di massa muscolare.

Il cervello ed il fegato sono gli organi più grandi del corpo e alla nascita costituiscono rispettivamente il 12,2% ed il 4,5% del peso corporeo totale. Questi valori diminuiscono entrambi del 2,5% al raggiungimento della maturità e dai 20 anni in poi rimangono pressoché stabili per tutta la durata della vita. Alla nascita questi organi, insieme a cuore e reni, costituiscono il 18% circa del peso corporeo totale; alla stessa età i muscoli formano il 21% del peso totale del neonato. Queste proporzioni vengono totalmente alterate nell'età adulta, infatti la componente muscolare rappresenterà il 40% della massa dell'individuo e al contrario, cervello, fegato, cuore e reni determineranno soltanto il 6% del peso corporeo totale della persona (Elia, 1992; Henry, 2000).

### **ATTIVITA' FISICA E PRESTAZIONE**

L'attività fisica regolare ha influenza positiva sulla crescita e sullo sviluppo di bambini e adolescenti. Valutare il ruolo dell'attività fisica durante la crescita è fondamentale ma non sempre facilmente rilevabile e quantificabile.

Con il termine attività fisica si intende “qualsiasi movimento del corpo effettuato da muscoli atto ad incrementare sensibilmente il dispendio energetico” (Ulijaszek et al., 1998); non sempre è semplice però stimare il livello, la durata e la tipologia di attività fisica abituale dei bambini.

Dati riguardanti i livelli di attività fisica di bambini e adolescenti sono solitamente basati su diari, interviste e questionari; metodologie di indagine spesso differenti presenti nei vari studi rendono difficoltosi paragoni precisi e significativi.

Malina (Malina et al, 2003) definisce l'attività fisica regolare come il coinvolgimento in uno sport o in un esercizio fisico per almeno 3 ore a settimana e per almeno 9 mesi all'anno.

I livelli di attività fisica generalmente iniziano ad incrementarsi tra la tarda infanzia e l'adolescenza, in seguito si verifica un decremento nella tarda adolescenza.

Questo declino riflette le scelte di carriera ed è in concomitanza con il periodo di transizione tra scuola e università o lavoro.

L'attività fisica presenta generalmente livelli superiori nel sesso maschile, anche se nelle femmine è minore il decremento nella pratica di attività nella tarda adolescenza (Malina et al, 2003).

L'attività fisica regolare è un importante fattore che interviene nella regolazione del peso corporeo, mentre non sono stati riscontrati effetti sulla statura.

Generalmente un'attività regolare diminuisce il quantitativo totale di massa grassa ed incrementa la massa magra, l'entità delle variazioni nella composizione corporea dipende dall'intensità, dalla tipologia e dalla durata dell'esercizio fisico.

L'aumento di massa magra che si manifesta nei bambini che praticano attività fisica regolare per diversi anni è generalmente superiore all'incremento atteso con la normale crescita e maturazione (Malina et al, 2003).

Il tessuto osseo risente dell'effetto dell'attività fisica regolare, in entrambi i sessi infatti la mineralizzazione dell'osseo è superiore nei soggetti che praticano esercizio fisico. Se da un lato l'attività fisica produce notevoli benefici nel processo di mineralizzazione ossea durante la crescita, al contrario, non sono riscontrabili effetti sulla crescita in lunghezza delle ossa.

Il tessuto muscolare è influenzato dall'attività motoria in termini di ipertrofia del muscolo scheletrico e di incremento delle proteine contrattili. Variazioni a carico del tessuto muscolare in relazione a brevi periodi di esercizio generalmente non sono permanenti e necessitano regolarità di allenamento per il loro mantenimento.

L'attività fisica regolare influisce positivamente sulla diminuzione del grasso corporeo, affinché le variazioni siano durature è però necessario mantenere l'attività fisica. La diminuzione del grasso corporeo dovuto ad attività fisica è dovuto principalmente alla riduzione della dimensione delle cellule adipose; per diminuire invece il numero delle cellule adipose è necessaria una restrizione calorica.

L'esercizio interviene inoltre sul metabolismo del tessuto adiposo dei bambini, nei soggetti attivi infatti aumenta la capacità dell'organismo di ossidare e mobilizzare i lipidi. I livelli di lipolisi che ne derivano sono generalmente superiori nei maschi rispetto alle femmine (Malina et al, 2003).

La prestazione fisica è solitamente definita come il risultato di abilità motorie standardizzate che richiedono velocità, agilità, equilibrio, flessibilità e forza muscolare (Hebestreit et al, 2008).

La prestazione motoria generalmente migliora con l'accrescimento dell'individuo, in particolare durante l'infanzia e l'adolescenza.

I modelli di sviluppo delle prestazioni non sono uniformi per tutti i soggetti, si nota infatti un'ampia variabilità intra e inter-individuale, che può arrivare a sviluppare cambiamenti perfino giornalieri.

In media le differenze di genere che si osservano nelle principali capacità motorie sono solitamente minime, ma costantemente a favore dei maschi per ciò che riguarda le prestazioni nella corsa, nel salto e nel lancio.

Le femmine ottengono prestazioni leggermente migliori nei test di equilibrio, tra 3 e 5 anni. (Figura 12)

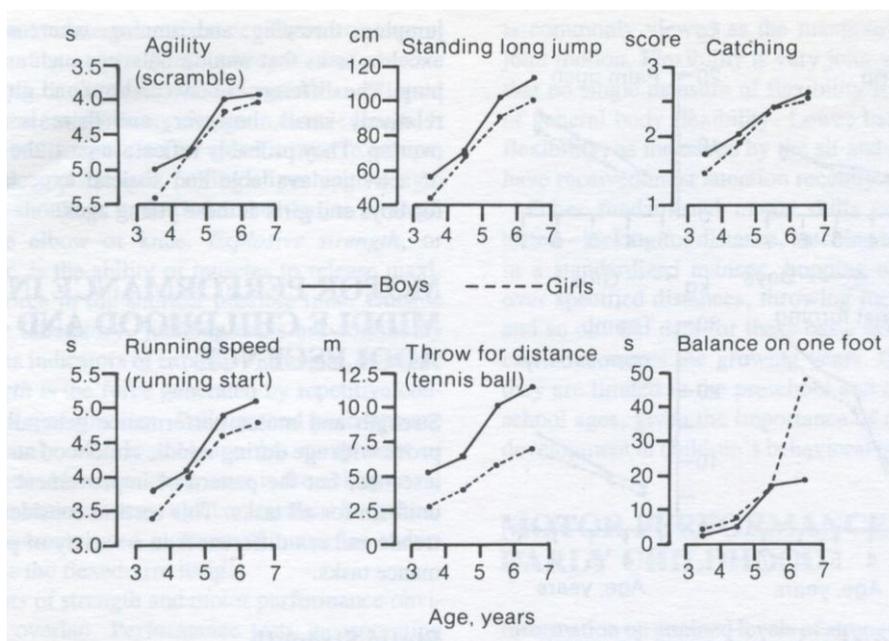


Figura 12. Prestazioni motorie in bambini dai tre ai sei anni.

La forza muscolare nei maschi si sviluppa linearmente con l'età fino ai 13-14 anni quando si osserva una forte accelerazione nello sviluppo della forza in concomitanza con l'adolescenza.

Nelle femmine l'incremento della forza è costante fino a 16-17 anni e non presenta lo scatto puberale osservato nei maschi. La differenza nell'aumento di forza tra maschi e femmine è più evidente durante l'adolescenza ed è più rilevante negli arti superiori piuttosto che nel tronco e negli arti inferiori (Hebestreit et al, 2008).

Con l'aumentare dell'età, durante l'adolescenza, la percentuale di femmine che ottiene prestazioni di forza uguali o superiori a quelle maschili, diminuisce sensibilmente. La differenza nei livelli di forza tra maschi e femmine è principalmente dovuta ai livelli di massa magra, questi sono infatti responsabili del 97% dei differenti livelli di forza nei due generi (Maud et al., 2006).

Nella velocità non esistono evidenti differenze di genere, fino agli otto anni; dopo i nove anni i valori medi di velocità cominciano ad essere più alti nei maschi e nell'adolescenza il gap si allarga ulteriormente.

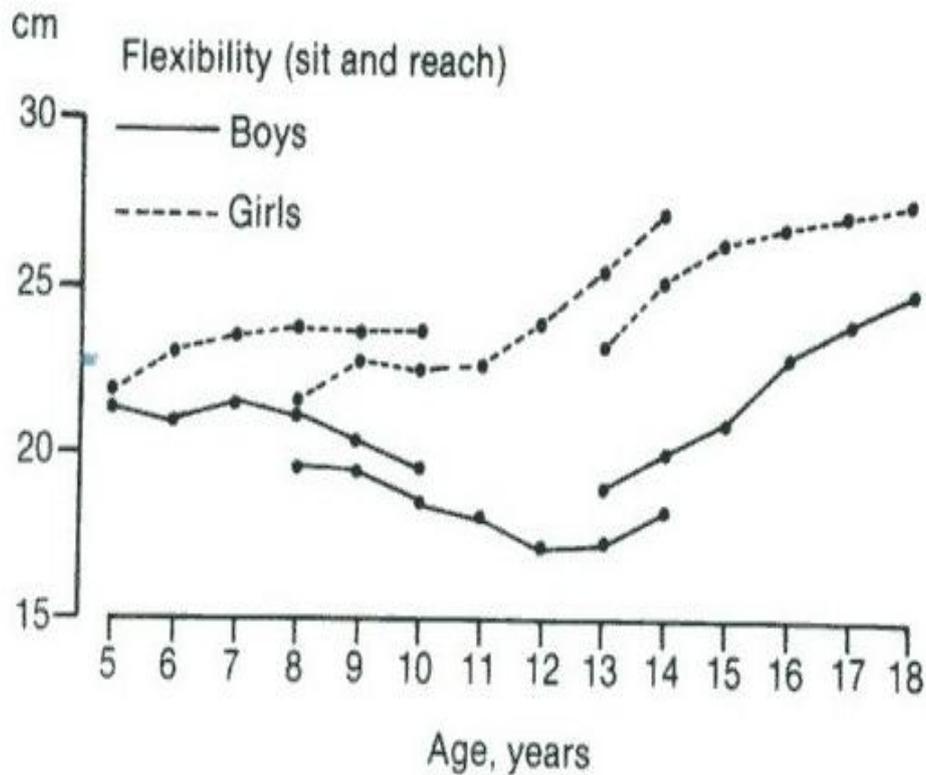
Le prestazioni rilevate in una serie di test standardizzati, volti ad analizzare le principali abilità motorie (velocità, equilibrio, agilità, resistenza e lancio) hanno mediamente evidenziato nei maschi un incremento nel passaggio tra infanzia ed adolescenza. Nelle femmine queste performance migliorano fino a 13-14 anni, anche se per determinate abilità il plateau è leggermente spostato in avanti di qualche anno (Hebestreit et al, 2008).

Per ciò che riguarda il salto, la performance aumenta mediamente fino all'età di 12-13 anni in entrambi i sessi. Dopo i 12 anni le femmine raggiungono un plateau seguito da un lento declino prestativo; nei maschi invece la prestazione migliora nettamente in concomitanza con lo scatto puberale.

La flessibilità può essere definita come la capacità di muovere un muscolo o un gruppo di muscoli attraverso il loro completo angolo di movimento (Range Of Motion). Esistono numerosi test per valutare la flessibilità di articolazioni o gruppi muscolari. La flessibilità del busto, misurata attraverso il "sit and reach" test, mostra valori medi stabili fino all'età di dieci anni circa sia nei maschi sia nelle femmine. Nei maschi diminuisce con l'età raggiungendo i valori minimi tra dodici e tredici anni per poi incrementare nuovamente i valori fino a diciotto anni.

Nelle femmine invece i valori continuano a crescere fino a 14 anni per poi raggiungere un plateau.

Le femmine sono più flessibili dei maschi ad ogni età, la differenza è maggiormente evidente durante l'adolescenza e la maturazione (Malina et al, 2004. Citato da Hebestreit et al, 2008). (Figura 13)



*Figura 13. Flessibilità misurata attraverso “Sit and Reach Test”  
in soggetti dai cinque ai diciotto anni.*

Queste differenze sono da ricondurre ai differenti momenti di sviluppo di arti inferiori e tronco durante l'adolescenza: nei maschi infatti i valori minimi di flessibilità si osservano in concomitanza con lo sviluppo massimo della lunghezza degli arti inferiori che interviene prima e per un periodo più prolungato.

Alterazioni anatomiche e funzionali a carico delle articolazioni possono a loro volta influenzare la flessibilità.

L'equilibrio migliora con l'età in entrambi i sessi, le femmine ottengono mediamente prestazioni migliori durante l'infanzia.

Durante l'adolescenza i maschi hanno capacità di equilibrio lievemente migliori ma sembra che entrambi i generi raggiungano il plateau in quest'età. In questa fase si assiste ad un periodo di difficoltà dovuto principalmente ai diversi momenti di crescita degli arti inferiori e della massa muscolare.

La composizione corporea è un importante fattore in grado di influenzare la prestazione motoria.

Durante l'infanzia la massa magra è positivamente e moderatamente correlata con la forza e le capacità motorie; la massa grassa, al contrario, influenza negativamente le capacità motorie che proiettano il corpo.

Lo spessore dei pannicoli adiposi è negativamente correlato con le prestazioni motorie che richiedono il movimento della totalità del corpo.

Nel periodo dell'adolescenza le variazioni nei tempi, nella durata e nell'intensità dello scatto puberale influenzano sensibilmente le relazioni tra composizione corporea e prestazione.

Le prestazioni più scarse che si osservano nei soggetti con massa grassa elevata sono principalmente dovute al sovraccarico inerte, e non finalizzato al movimento, rappresentato dal tessuto adiposo in eccesso. Così come accadeva nel periodo dell'infanzia, anche nell'adolescenza un eccesso di massa grassa tende ad avere effetti negativi nella maggior parte delle prestazioni, viceversa uno sviluppo maggiore di massa magra determina effetti positivi sulla prestazione.

## **STILE DI VITA E AMBIENTE**

La crescita, la maturazione e la composizione del corpo umano sono regolate da molteplici fattori; oltre a quelli principali citati precedentemente, ne esistono ulteriori in grado di influenzare i processi di accrescimento: fattori ambientali, nutrizionali, stili di vita e attività fisica possono infatti incidere sensibilmente sulla crescita e sullo sviluppo dell'individuo.

Le condizioni socio-economiche nelle quali nasce e cresce un individuo possono influenzare il suo percorso di crescita; infatti bambini cresciuti in condizione socio-economica agiata, mediamente presentano valori superiori sia di statura sia di peso rispetto a bambini provenienti da realtà più povere.

In particolar modo durante l'adolescenza, gli individui provenienti da classi sociali meno abbienti tendono ad avere valori di massa grassa superiori dei loro coetanei di classi sociali più elevate. Questa relazione inversa tra classe sociale ed obesità, si mantiene e persiste anche in età adulta.

Le differenze etniche a base genetica, abitudini, modelli comportamentali e usanze possono influenzare la crescita dell'individuo determinando circostanze in grado di incidere sullo sviluppo corporeo.

La nutrizione rientra tra i fattori ambientali in grado di influenzare la crescita corporea. Sebbene il contributo nutrizionale allo sviluppo corporeo non sempre risulti semplice da identificare e valutare, la tipologia, la durata e l'intensità dell'apporto nutrizionale influenzano notevolmente la maturazione e la crescita dell'organismo. Una buona nutrizione è di fondamentale importanza per la crescita, quando l'apporto calorico risulta ridotto o un determinato nutriente risulta carente si osserva, come prima risposta dell'organismo, un ritardo nella crescita (Ulijaszek et al., 1998). In particolare, nel periodo adolescenziale il fabbisogno nutrizionale è superiore rispetto ad ogni altra fase della vita. Durante questo periodo l'adolescente inizia ad effettuare le proprie scelte alimentari senza possedere un'adeguata conoscenza nutrizionale; questo atteggiamento può quindi determinare l'insorgenza di comportamenti alimentari molto dannosi (anoressia, bulimia, etc) che minacciano l'integrità nutrizionale e conseguentemente anche la crescita corporea (Cameron 2002, Human growth and development). La crescita e lo sviluppo corporeo possono essere inoltre influenzati dalla pratica di un determinato sport e dallo svolgimento di allenamenti regolari; l'allenamento infatti contribuisce a regolare il peso corporeo, la composizione corporea e l'efficienza dei muscoli scheletrici.

Uno stato di maturità biologica avanzata, con annessi benefici in termini di forza e dimensioni, costituisce un importante vantaggio in molti sport. Giovani atleti che praticano baseball, football o nuoto tendono ad avere mediamente uno stato superiore di maturazione scheletrica e sessuale.

Al contrario, se lo stato di maturazione è lievemente ritardato, si possono ottenere buoni risultati nella corsa di resistenza (Malina et al., 2003).

Nel sesso femminile solitamente si riscontra un lieve ritardo di maturazione biologica nelle ginnaste, nelle pattinatrici e nelle ballerine. Le nuotatrici invece hanno uno stato di maturazione mediamente più avanzato.

Gli atleti presentano minore adiposità rispetto alle persone non sportive della stessa età e dello stesso sesso. Nei maschi, sia chi pratica sport sia chi non lo pratica, presenta una diminuzione nell'adiposità durante l'adolescenza; negli atleti però si riscontrano quantitativi inferiori di tessuto adiposo in tutte le età. Anche nelle atlete si denota minore adiposità corporea rispetto alle ragazze non sportive, specialmente durante l'adolescenza; la differenza tra atlete e non atlete è maggiore rispetto alla corrispondente difformità osservata nel sesso maschile.

Nelle atlete l'adiposità relativa mediamente non aumenta con l'età durante l'adolescenza, ciò invece accade nelle ragazze non praticanti alcuno sport.

Infine, nella misura dello spessore dei pannicoli adiposi, sebbene esistano alcune differenze tra i differenti siti di misura, gli atleti di entrambi i sessi mostrano generalmente valori inferiori dello spessore delle pliche rispetto ai soggetti non praticanti alcuno sport (Malina et al., 2003).

## MATERIALI E METODI

Il campione preso in considerazione fa parte di un progetto dal titolo: "Valutazione della relazione tra composizione corporea e motricità nei soggetti delle scuole elementari e medie di Bologna". Il suddetto progetto, al quale ho partecipato a partire dal mese di gennaio 2010 in concomitanza con l'inizio del mio Dottorato di Ricerca, è stato avviato nell'anno 2004 dal gruppo di ricerca dell'Università degli Studi di Bologna presso il Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, responsabile Prof. Patricia Brasili e attualmente Dr. Toselli Stefania.

Tale studio è stato condotto nell'arco di otto anni: dal 2004 al 2012 presso scuole elementari e medie di Bologna. L'indagine antropometrica è stata svolta con scadenza annuale durante i mesi compresi tra dicembre e maggio; le rilevazioni sono state effettuate durante l'orario scolastico, prevalentemente al mattino, presso spazi assegnati per l'occasione dalle scuole. Per tutti i ragazzi si è avuto il consenso informato dei genitori ai quali, alla fine dell'anno scolastico, è stata consegnata una scheda sintetica con i principali dati dei ragazzi.

In particolare ai fini del seguente studio sono stati analizzate 3546 soggetti di età compresa tra 6 anni e 14 anni.

Nella tabella (Tabella 14) seguente si riportano i dati distinti per classe di età e genere.

*Tabella 14. Numerosità campione.*

	6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni	TOTALE
<b>MASCHI</b>	68	176	212	261	220	215	305	220	160	1837
<b>FEMMINE</b>	69	163	206	242	204	209	312	198	124	1727
<b>TOTALE</b>	137	339	418	503	424	424	617	418	284	<b>3564</b>

## **METODOLOGIA DI STUDIO**

Le schede di rilevazione antropometrica (Figura 15) utilizzate durante lo studio prevedono varie sezioni, la parte introduttiva riporta le informazioni anagrafiche e relative all'attività fisica dei ragazzi: data e luogo di nascita del soggetto, data di rilevazione dati, attività sportiva extrascolastica praticata, ore settimanali di allenamento, età di inizio dell'attività.

Per le ragazze in età pre e puberale, si richiedeva, inoltre, l'età al menarca in relazione alla sua importanza nell'evoluzione della composizione corporea, delle capacità motorie e degli altri parametri considerati.

Una seconda sezione è dedicata alla rilevazione antropometrica dell'immagine corporea.

**DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA SPERIMENTALE**  
**FACOLTA' DI SCIENZE MOTORE**  
**SCHEDA DI VALUTAZIONE ACCRESCIMENTO**

NOME		COGNOME		LUOGO E DATA DI NASCITA		
<b>ATTIVITA' SPORTIVA EXTRASCOLASTICA</b> .....						
RAGIONI DELLA SCELTA: PERSONALE <input type="checkbox"/> GENITORI <input type="checkbox"/> AMICI <input type="checkbox"/> VICINANZA ATTREZ. SPORT. <input type="checkbox"/>						
ETA' INIZIO ..... ORE DI ALLENAM. SET. ....						
ETA' AL MENARCA (per le ragazze) .....						
<b>DATA RILEVAZIONE</b>						
STATURA (cm):		STATURA SEDUTO (cm):		PESO (kg):		
<b>PERIMETRI:</b>						
TORACICO NORM (cm):		BRACCIO CONTRATTO (cm):		VITA (cm):		
MAX (cm):		POLSO (cm):		FIANCHI (cm):		
MIN (cm):		COSCIA (cm):				
BRACCIO RILASSATO (cm):		POLPACCIO (cm):				
<b>DIAMETRI:</b>						
OMERO (cm):						
FEMORE (cm):						
<b>PANNICOLI ADIPOSI:</b>						
BICIPITE (mm):		SOPRAILIACO (mm)				
TRICIPITE (mm)		POLPACCIO MEDIALE (mm)				
SOTTOSCAPOLARE (mm)		POLPACCIO LATERALE (mm)				
SOPRASPINALE (mm)		COSCIA (mm)				
<b>PRESTAZIONI</b>						
FORZA MANO		D.	S.	PINCH chiave pollice/indice	D.	S.
FLESS. DORSALE				PINCH palmo pollice/indice	D.	S.
<b>IMMAGINE CORPOREA</b>						
COME TIVEDI?		COME VORRESTI ESSERE?				

*Figura 15. Scheda di rilevazione dati antropometrici.*

Per le valutazioni antropometriche ci si è attenuti alle metodiche consigliate da Lohman et al., 1992 e sono state effettuate sul lato sinistro del corpo in accordo con l'International Biological Program (Weiner e Lourie,1981) come pratica generale in Europa (Congresso Ginevra ,1920).

Le dimensioni antropometriche selezionate al fine del raggiungimento degli obiettivi che ci siamo proposti sono di seguito descritte; in particolare sono state scelte le principali misurazioni utili per il calcolo della composizione corporea, oltre ai principali indici corporei informativi della composizione corporea e dello stato ponderale dei soggetti esaminati.

## Statura

La statura è stata misurata con un altimetro (marca GPM) nel soggetto scalzo e in posizione di “attenti” ginnico, con il peso distribuito simmetricamente sugli arti inferiori. Il capo è orientato secondo il piano orizzontale di Francoforte e le braccia pendono liberamente lungo i fianchi.

Si porta quindi la barra mobile dello strumento in corrispondenza del punto più alto del capo (vertex), che viene ad essere così definito, esercitando una pressione sufficiente a comprimere i capelli. La misura viene approssimata al più vicino millimetro.

## Statura da seduto

Il soggetto è seduto su uno sgabello di altezza nota (46 cm) e con piano di seduta piatto e rigido, con le gambe flesse a 90° e con le mani appoggiate sulle cosce. Il tronco è eretto e la testa è orientata secondo il piano di Francoforte. La statura da seduto viene quindi valutata con l'altimetro analogamente a quanto fatto per la statura. La barra dell'altimetro viene fatta scivolare fino al vertex, si misura quindi la distanza vertex-ipoischiale.

## Peso

Lo strumento utilizzato è una bilancia, marca SECA, l'errore legato alla misurazione è 1 kg.

Il soggetto indossa biancheria intima ed è senza calzature, il peso è ugualmente distribuito su entrambi i piedi. La postura è eretta.

## Circonferenze corporee

Le circonferenze corporee, o perimetri, sono state misurate mediante nastro metrico millimetrato e anelastico.

## Circonferenze del torace

Il soggetto è in posizione eretta, le braccia sono sollevate con le mani incrociate dietro la nuca per eliminare le scapole dalla misurazione.

La circonferenza normale del torace viene misurata, in condizioni di respirazione normale, a livello della quarta articolazione sterno-costale (mesosternale), passando la cordella metrica dorsalmente a livello del margine inferiore della scapola.

La misura della circonferenza toracica si effettua anche in massima inspirazione (circonferenza toracica massima) ed in massima espirazione (circonferenza toracica minima) con le stesse modalità e nella stessa posizione della precedente.

## Circonferenza del braccio

Il soggetto si trova in posizione eretta; con il braccio rilassato, e appena staccato dal tronco, il nastro metrico viene posizionato perpendicolarmente all'asse longitudinale del braccio, a metà della distanza tra acromion e olecrano, senza comprimere i tessuti molli.

## Circonferenza del braccio contratto

Allo stesso livello del precedente, ma con il braccio in posizione di massima contrazione del bicipite, viene misurata la circonferenza del braccio contratto.

## Circonferenza del polso

L'operatore posiziona la cordella metrica inferiormente rispetto ai processi stiloidei di radio e ulna, localizzati tramite palpazione. La cordella è perpendicolare all'asse longitudinale dell'avambraccio e si trova nello stesso piano sulla superficie anteriore e posteriore del polso.

## Circonferenza della coscia

La misura viene effettuata tenendo la cordella metrica perpendicolare all'asse della coscia, a metà della stessa.

Il soggetto è in posizione eretta ed il peso egualmente distribuito sui piedi.

## Circonferenza del polpaccio

Il soggetto è in posizione eretta ed il peso è distribuito su entrambi gli arti. Il nastro metrico viene posizionato attorno al polpaccio a livello della massima espansione del muscolo tricipite della sura, su un piano perpendicolare al suo asse longitudinale.

## Circonferenza vita

Con il soggetto in stazione eretta con i piedi uniti e l'addome non contratto, si procede alla misurazione passando il nastro metrico attorno alla vita a livello del punto mediale della distanza tra l'ultima costa e la cresta iliaca. La cordella metrica deve essere mantenuta rigorosamente in posizione orizzontale.

## Circonferenza fianchi

Il soggetto è in posizione eretta e i piedi sono uniti; la cordella metrica viene fatta passare a livello del punto di massimo sviluppo dei glutei e deve essere mantenuta rigorosamente orizzontale per effettuare la rilevazione. L'operatore si deve porre lateralmente all'individuo.

## Diametri corporei

I diametri considerati sono stati misurati con compassi a branche lineari o a branche ricurve a seconda delle esigenze.

## Diametro dell'omero

Per la misurazione del diametro dell'omero (compasso a branche lineari) il soggetto flette il braccio formando un angolo di 90° e l'operatore, posto frontalmente ad esso, individua, tramite palpazione, epicondilo ed epitroclea dell'omero e a questo livello effettua la misurazione con una ferma pressione per evitare che i tessuti molli interferiscano.

## Diametro del femore

Il diametro del femore corrisponde alla distanza tra i due epicondili femorali. La sua misurazione, attraverso compasso a branche lineari o ricurve, si effettua con il soggetto con l'arto inferiore flesso di 90°; l'operatore si pone frontalmente al soggetto, tramite palpazione individua l'epicondilo mediale e quello laterale del femore e procede alla misura.

## Pannicoli adiposi

La misura dei pannicoli adiposi è stata effettuata tramite plicometro Lange. Questo strumento consiste di uno speciale calibro con brevi branche foggiate a chela, solidali con una molla a pressione che tende a mantenerle unite alle loro estremità; la pressione esercitata è di 10 gr/mm<sup>2</sup>. Uno speciale quadrante

permette la lettura della misura in mm (con scala di approssimazione di  $\pm$  1mm).

La misurazione si ottiene sollevando, tra il dito indice ed il pollice, una doppia piega di pelle e di tessuto sottocutaneo in modo da staccarli dal muscolo sottostante. La lettura della misurazione si effettua nei 2-4 secondi successivi all'applicazione dello strumento.

### Plica tricipitale

E' misurata sulla superficie posteriore del braccio, in corrispondenza del muscolo tricipite, nel punto medio della congiungente l'apice del processo acromiale della scapola ed il margine inferiore del processo olecranico dell'ulna.

La misurazione viene effettuata con il soggetto in posizione eretta con il braccio rilassato a lato del corpo.

### Plica bicipitale

Il soggetto è in posizione eretta e le braccia rilassate lungo i fianchi; la plica viene sollevata sulla superficie anteriore del braccio in corrispondenza del muscolo bicipite allo stesso livello della precedente.

### Plica sottoscapolare

La plica sottoscapolare viene sollevata, al di sotto del margine inferiore della scapola, con inclinazione medio-laterale di  $45^\circ$  rispetto al piano orizzontale. Il soggetto è in posizione eretta e le braccia sono rilassate lungo i lati del corpo.

### Plica sopraspinale

La plica si solleva verticalmente circa 1 cm sopra e 2 cm medialmente rispetto alla spina iliaca anteriore e superiore.

## Plica soprailiaca

La misura si effettua lungo la linea medio-ascellare immediatamente al di sopra della cresta iliaca. Il soggetto è in posizione eretta: i piedi sono uniti e le braccia pendono ai lati del corpo. La plica soprailiaca viene misurata con inclinazione infero-mediale di 45° rispetto al piano orizzontale.

## Plica della coscia

La plica della coscia viene sollevata verticalmente sulla linea mediana anteriore della coscia, a livello del punto medio delineato dalla linea tracciata tra la piega inguinale ed il margine prossimale della rotula. Nel corso della misurazione il peso corporeo è spostato sull'arto opposto, l'arto misurato rilassato ed il ginocchio leggermente flesso.

## Pliche del polpaccio (mediale e laterale)

L'operatore solleva la plica sulla faccia mediale della gamba sinistra, in corrispondenza del punto di massima espansione del muscolo tricipite della sura. Il peso del corpo è scaricato sulla gamba destra.

La misura della plica laterale del polpaccio avviene con il medesimo procedimento ma sulla faccia laterale della gamba.

## **Prestazioni**

### Forza di presa della mano

La forza della mano viene misurata con un dinamometro a molla, marca GRIP-A, seguendo le indicazioni del "Eurofit battery test".

Il soggetto impugna la maniglia anatomica dello strumento e stringe con la sua massima forza. La misura si effettua sia per la mano destra sia per la sinistra.

## Forza di presa delle dita

La forza di presa delle dita, misurata tramite apposito dinamometro a molla, marca B&L, modello Pinch Gauge, viene misurata secondo due modalità di presa:

- presa a “chiave”: le estremità flessibili dello strumento vengono impugnate con la prima falange del pollice e la seconda falange dell'indice.
- presa di “punta”: con il palmo della mano verso l'alto, si stringono le estremità flessibili dello strumento tra la punta delle prime falangi di pollice e indice.

In entrambi i casi è necessario porre attenzione al fine di evitare che le altre dita intervengano nella presa.

## Flessibilità dorsale

La flessibilità dorsale è stata misurata tramite un flessimetro, marca DIETOSYSTEM.

Il soggetto siede a terra con le ginocchia estese e la pianta dei piedi a contatto con la parete d'appoggio dello strumento.

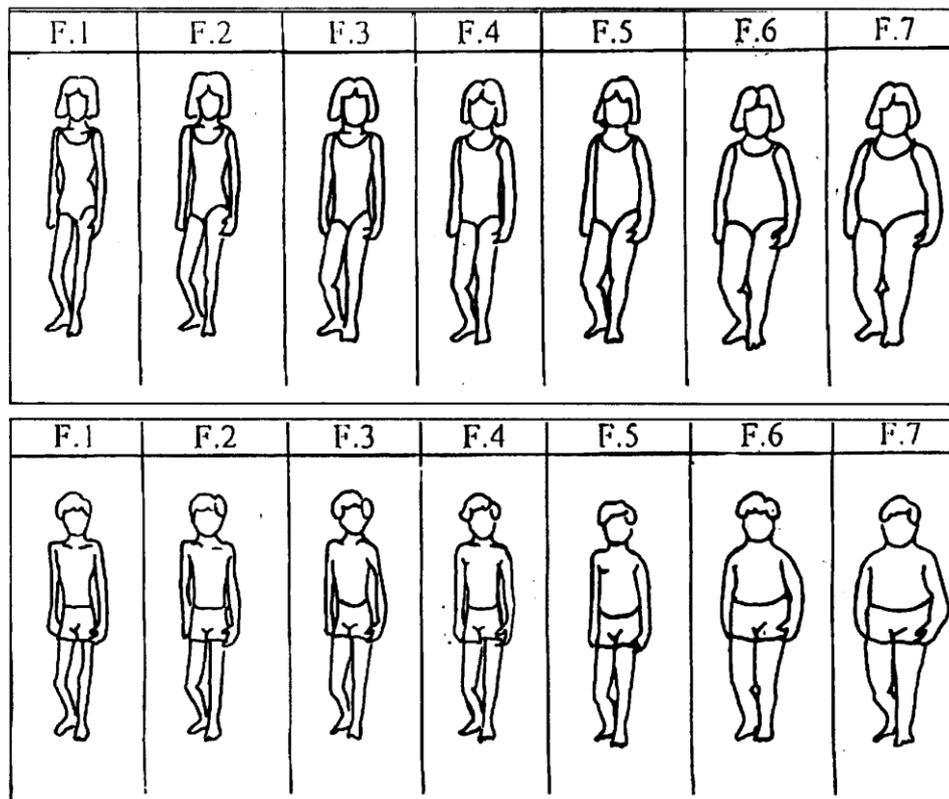
Il soggetto flette il dorso e mantenendo le braccia tese in avanti spinge il più possibile il cursore del flessimetro con la punta delle dita di entrambe le mani.

## **Immagine corporea**

Lo studio dell'immagine corporea è stato realizzato tramite intervista in cui si è sottoposto al soggetto un set di silhouettes (Collins, 1991) costituito da una serie di figure di massa corporea crescente. (Figura 16)

All'intervistato veniva quindi chiesto di indicare a quale figura ritenesse di assomigliare maggiormente e a quale figura avrebbe voluto assomigliare.

In accordo con la letteratura (Gualdi et al., 2003) ad ogni figura corrisponde una categoria di massa corporea: Figura 1-2: sottopeso; Figura 3-4: normopeso; Figura 5-6: sovrappeso; Figura 7: obeso.



*Figura 16. Silhouettes (Collins et al, 1991)*

### **Età al menarca**

Durante l'indagine è stata effettuata un'analisi relativa all'età al menarca dei soggetti intervistati con il metodo dello status quo, ad ogni ragazza in età compatibile o con caratteristiche fisiche che lo suggerissero, è stata richiesta la data della prima mestruazione.

### **Stati ponderali**

Per lo studio dello stato ponderale sono state calcolate le incidenze dei quattro stati ponderali: sottopeso, normopeso, sovrappeso e obesità.

La classificazione in base al BMI è stata effettuata seguendo, per il sottopeso, i cut off proposti da Cole et al (2007) e per sovrappeso ed obesità quelli proposti da Cole et al (2000).

## **Composizione corporea**

Il calcolo della percentuale di grasso corporeo (%F) è stato effettuato attraverso le equazioni proposte da Slaughter et al. (1988) specifiche per i bambini.

Il valore percentuale di massa grassa (%F) è stato quindi utilizzato per ricavare i valori di massa grassa (FM) e massa magra (FFM), tramite le seguenti equazioni:

$$FM = \%F * Peso / 100$$

$$FFM = Peso - FM$$

## **Indice cormico**

L'indice cormico è stato calcolato, al fine di valutare la relazione tra arto inferiore e busto, tramite la seguente formula:

$$(Statura\ da\ seduto / Statura) * 100$$

## **WHR**

Il WHR (waist hip ratio), o rapporto Vita/Fianchi, è stato calcolato tramite la seguente formula:

$$(Circonferenza\ vita / Circonferenza\ fianchi) * 100$$

Valori superiori a 94 nell'uomo e 82 nelle donne indicano solitamente un rischio elevato per la salute (Bray e Gray, 1998).

## **Indagine alimentare e stili di vita**

L'indagine alimentare è stata realizzata tramite questionario "Kidmed" (Figura 17); il questionario è composto da 16 quesiti e valuta l'adeguatezza della dieta Mediterranea nei bambini e nei ragazzi. La compilazione è stata effettuata dalle famiglie dei soggetti analizzati.

Lo stile di vita è stato analizzato tramite questionario modificato e tradotto dal "Minnesota Leisure Physical Activity Questionnaire" (Figura 18).

La compilazione è avvenuta a cura delle famiglie degli alunni; ai fini di questa ricerca sono stati selezionati i seguenti caratteri: titolo di studio dei genitori, mezzo di trasporto prevalentemente utilizzato dal figlio per recarsi a scuola e ore di sedentarietà del figlio.

Entrambi i questionari sono stati somministrati soltanto nell'ultimo anno di rilevazioni (2012), in tutte le classi analizzate.

**COGNOME E NOME DELL'ALUNNO:** .....**CLASSE:** .....**DATA:** .....

Suo figlio/a:

	SI	NO
Consuma frutta o succhi di frutta ogni giorno.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma una seconda porzione di frutta ogni giorno.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mangia regolarmente una volta al giorno verdure fresche o cotte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mangia più di una volta al giorno verdure fresche o cotte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma regolarmente pesce (almeno 2-3 volte a settimana).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Va più di una volta alla settimana al fast-food (hamburger).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gradisce i legumi e li mangia più di una volta alla settimana.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma pasta o riso almeno ogni giorno (5 o più volte alla settimana)....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma cereali o derivati del grano (pane, ecc....) a colazione.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma regolarmente noci (almeno 2-3 volte alla settimana).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizza olio di oliva in casa.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Salta la colazione.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma latticini a colazione (yogurt, latte, ecc....).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma prodotti da forno /pasticcini confezionati a colazione.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma 2 yogurt e/o alcuni formaggi (40 g) al giorno.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consuma dolci e caramelle più volte durante la giornata.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Figura 17. Questionario alimentare Kidmed.*

**FACOLTA' DI SCIENZE MOTORIE**  
**DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA SPERIMENTALE**  
**Area Antropologica**

***Questionario per le famiglie sull'attività fisica e sulle abitudini alimentari dei ragazzi***

*A integrazione dell'indagine antropometrica svolta durante il corrente anno scolastico sono necessarie alcune informazioni sullo stile di vita dei ragazzi per meglio interpretare quanto osservato attraverso la rilevazione antropometrica e per poter correlare fra loro abitudini quotidiane e accrescimento somatico. Come sempre, i dati saranno trattati a scopo statistico ed epidemiologico nel pieno rispetto del decreto legislativo n.196 del 2003, codice privacy.*

Cognome e Nome del ragazzo..... Classe.....

Chi compila il questionario? Madre    Padr    

Statura padre: ..... Peso padre: ..... Statura madre: ..... Peso madre: .....

<b>Professione</b>	<b>Padre</b>	<b>Madre</b>	<b>Titolo di studio</b>	<b>Padre</b>	<b>Madre</b>
Casalinga/o	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nessun Titolo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Studente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Licenza Elementare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pensionato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Licenza Media Inferiore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disoccupato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Diploma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Operaio/Impiegato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Laurea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dirigente/Quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Altro (specificare)	.....	.....
Insegnante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Commerciante/Artigiano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Libero Professionista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Altro (specificare)	.....	.....			

**Quale mezzo utilizzano prevalentemente i genitori per muoversi?**

**E quanto tempo impegnano in media quotidianamente per ciascun mezzo (in minuti)?**

<b>Mezzo</b>	<b>Padre</b>	<b>Minuti</b>	<b>Madre</b>	<b>Minuti</b>
Automobile	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	.....
Moto/Scooter	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	.....
Autobus	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	.....
Treno	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	.....
Bicicletta	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	.....
A piedi	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>	.....
Altro (specificare)	.....	.....	.....	.....

**Quale mezzo utilizza prevalentemente il bambino per andare a scuola?**

**E quanto tempo impegna in media quotidianamente con ciascun mezzo?**

(se utilizzano più mezzi, indicarli e specificare il tempo medio in minuti per ciascuno)

<b>Mezzo</b>	<b>Tempo (minuti)</b>
Automobile	<input type="checkbox"/> .....

- Moto/Scooter  .....
- Autobus  .....
- Treno  .....
- Bicicletta  .....
- A piedi  .....
- Altro (specificare) ..... .....

Specificare il numero di ore di sonno medie del bambino nella **SETTIMANA TIPO**: ..... ORE

**Il bambino partecipa regolarmente ad attività fisica? Se "SI" indicare se l'attività è scolastica, extrascolastica o libera. Specificare inoltre le ore medie SETTIMANALI impegnate.**

- Svolge attività fisica?  Scolastica .....h ore/settimanali
- SI  NO  Extrascolastica .....h ore/settimanali
- Gioco libero (corsa, bicicletta, attività al parco, ...) .....h ore/settimanali

**L'intensità dell'attività fisica del bambino è:**

**Confrontando con l'attività degli altri bambini è:**

- Leggera  Nella media
- Moderata  Sotto la media
- Intensa  Sopra la media
- Agonistica

**Quanto tempo extrascolastico trascorre mediamente il bambino in attività sedentarie NELL'ARCO DELLA SETTIMANA?**

(guardare TV, giocare al computer, fare i compiti, etc...)

- Meno di 1 ora
- Da 1 a 2 ore
- Da 2 a 3 ore
- Da 3 a 4 ore
- Più di 4 ore
- Più di 10 ore

**Pensi che il tuo bambino sia:**

- ttoposo
- Leggermente sottopeso
- Normopeso
- Leggermente soprappeso
- Soprappeso
- Obeso

**Quante volte il genitore svolge mediamente attività fisica NELL'ARCO DELLA SETTIMANA?**

	Padre	Madre
Meno di una volta a settimana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-2 volte a settimana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 volte a settimana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 o più volte a settimana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Il livello dell' attività fisica del genitore è:**

Leggero	<input type="checkbox"/>
Moderato	<input type="checkbox"/>
Intenso	<input type="checkbox"/>
Agonistico	<input type="checkbox"/>

**Quanto tempo dedica mediamente il genitore ad attività sedentaria nel suo tempo libero, NELL'ARCO DELLA SETTIMANA?**

	Padre	Madre
1-2 ore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-3 ore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-4 ore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-5 ore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Figura 18. Minnesota Leisure Physical Activity Questionnaire, modificato e tradotto.*

## Indagine statistica

L'analisi statistica è stata effettuata sui dati rilevati, avendo controllato preventivamente la normalità della distribuzione dei parametri antropometrici. Per tutte le variabili quantitative, sono state calcolate la media aritmetica e la deviazione standard. Il valore medio della misura  $x$ , effettuata su  $N$  individui, è definito come:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

La deviazione standard  $\sigma$  o scarto tipo, indica la dispersione delle misure sperimentali, ed è definita come:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - m)^2}{N}}$$

Relativamente alle variabili qualitative sono state calcolate le frequenze percentuali.

Le differenze tra variabili antropometriche in relazione a genere, età, attività sportiva e stili di vita sono state valutate con il t-test per campioni indipendenti.

Nello studio del tracking dello stato ponderale le differenze riscontrate in classi di età differenti sono state analizzate con il metodo  $\chi^2$ .

L'analisi della varianza dei caratteri antropometrici nelle diverse classi di età e le relazioni tra variabili antropometriche e menarca sono state effettuate con Anova. Il livello di significatività statistica è  $p < 5\%$ .

I caratteri antropometrici che incidono maggiormente nella relazione con l'età al menarca sono stati analizzati con analisi di Regressione Stepwise.

Le interazioni tra variabili antropometriche e prestative sono state analizzate tramite Correlazione lineare di Pearson.

Le elaborazioni e i grafici sono stati effettuati con Microsoft Excel e Statistica (StaSoft Inc. 2000).

# **RISULTATI**

## **Capitolo 1. Analisi generale del campione**

In questo capitolo consideriamo innanzitutto le principali caratteristiche generali del campione in esame (Tabelle 8 e 9) al fine di contestualizzarlo all'interno della popolazione scolastica italiana in generale e procedere poi con specifici approfondimenti su sottocampioni selezionati.

Tabella 8. Caratteristiche antropometriche per i soggetti maschili.

MASCHI	6 ANNI		7 ANNI		8 ANNI		9 ANNI		10 ANNI		11 ANNI		12 ANNI		13 ANNI		14 ANNI	
	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$	M	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$
STATURA (cm)	118,9	4,3	124,2	4,8	130,2	5,4	<b>135,4</b>	5,9	140,7	6,3	<b>146,5</b>	6,9	153,1	8,0	<b>159,4</b>	8,6	<b>165,1</b>	8,4
STATURA SEDUTO (cm)	64,5	3,1	66,9	2,8	<b>69,6</b>	3,1	<b>71,4</b>	2,9	72,4	3,5	76,4	4,1	<b>78,2</b>	4,3	81,1	4,9	84,1	4,8
PESO (kg)	22,9	3,4	<b>25,8</b>	4,6	28,9	5,6	<b>33,2</b>	6,8	<b>37,0</b>	7,6	42,0	8,5	<b>46,9</b>	10,2	51,5	9,8	<b>56,5</b>	9,8
INDICE CORMICO	54,2	1,8	53,9	1,3	53,4	1,5	52,8	1,8	51,6	2,5	52,3	3,6	<b>51,1</b>	1,4	<b>50,9</b>	1,5	<b>50,9</b>	1,3
BMI	16,1	1,9	<b>16,6</b>	2,3	17,0	2,5	<b>18,0</b>	2,7	<b>18,6</b>	2,8	19,6	3,3	<b>20,0</b>	3,2	20,2	2,8	20,6	2,7
COLE	2,2	0,6	2,3	0,6	2,3	0,7	2,3	0,6	2,3	0,6	2,4	0,6	<b>2,3</b>	0,6	<b>2,3</b>	0,5	2,2	0,5
PERIMETRO TORACE (cm)	<b>60,1</b>	3,2	<b>62,7</b>	4,3	<b>65,1</b>	5,0	<b>67,8</b>	5,5	<b>70,6</b>	6,1	74,1	6,9	76,1	7,0	79,3	6,6	82,0	6,4
PERIMETRO TORACE MAX (cm)	<b>63,4</b>	3,7	<b>66,4</b>	4,2	<b>69,1</b>	4,8	<b>72,1</b>	5,4	<b>75,2</b>	5,8	78,9	6,8	81,0	6,9	84,7	6,5	87,6	6,2
PERIMETRO TORACE MIN (cm)	<b>58,2</b>	3,1	<b>60,6</b>	4,3	<b>62,6</b>	5,0	<b>65,3</b>	5,4	<b>67,5</b>	5,9	70,6	6,6	72,4	6,7	75,6	6,4	77,9	5,9
PERIMETRO BRACCIO RIL. (cm)	17,9	1,7	18,7	2,0	19,6	2,3	20,7	2,6	21,8	2,9	23,1	3,1	<b>23,7</b>	3,1	24,2	2,7	24,8	2,7
PERIMETRO BRACCIO CONTR. (cm)	19,0	1,7	19,9	2,1	20,8	2,5	21,9	2,6	23,0	2,9	24,4	3,0	<b>25,1</b>	3,1	<b>25,9</b>	2,8	<b>26,8</b>	2,7
PERIMETRO POLSO (cm)	12,3	0,7	12,9	1,3	<b>13,1</b>	0,9	<b>13,3</b>	1,1	<b>13,6</b>	1,0	<b>14,2</b>	1,1	<b>14,6</b>	1,1	<b>15,0</b>	1,1	<b>15,4</b>	0,9
PERIMETRO COSCIA (cm)	33,6	3,3	35,8	3,8	37,5	4,5	39,5	4,4	41,1	4,3	43,9	4,5	44,8	4,7	46,2	4,4	47,7	4,8
PERIMETRO POLPACCIO (cm)	25,3	2,5	26,2	2,4	27,5	2,5	<b>28,7</b>	2,7	29,9	3,0	31,9	3,2	<b>33,0</b>	3,3	34,0	3,0	<b>35,0</b>	3,1
CIRCONFERENZA VITA (cm)	54,0	3,5	<b>57,1</b>	5,8	<b>59,1</b>	5,6	<b>62,3</b>	6,7	<b>64,4</b>	6,9	<b>67,2</b>	7,5	<b>69,1</b>	8,3	<b>70,6</b>	7,0	<b>71,8</b>	6,7
CIRCONFERENZA FIANCHI (cm)	62,2	3,7	65,9	5,2	69,6	5,8	73,0	6,6	75,9	7,2	80,9	7,6	82,9	8,0	<b>85,7</b>	7,0	<b>88,4</b>	6,9
WHR	86,9	3,8	<b>86,1</b>	5,2	<b>85,4</b>	6,2	<b>85,3</b>	4,7	<b>84,8</b>	5,3	<b>83,2</b>	5,5	<b>74,9</b>	5,8	<b>75,7</b>	6,2	<b>76,6</b>	5,8
DIAMETRO OMERO (cm)	5,0	0,5	5,2	0,6	<b>5,3</b>	0,4	<b>5,6</b>	0,4	<b>5,7</b>	0,4	<b>5,9</b>	0,4	<b>6,1</b>	0,5	<b>6,4</b>	0,5	<b>6,7</b>	0,5
DIAMETRO FEMORE (cm)	<b>7,5</b>	0,5	<b>7,7</b>	0,5	<b>8,0</b>	0,5	<b>8,4</b>	0,6	<b>8,6</b>	0,6	<b>8,8</b>	0,7	<b>9,3</b>	0,7	<b>9,4</b>	0,5	<b>9,6</b>	0,5
PLICA BICIPITE (mm)	4,6	1,9	<b>4,9</b>	2,1	<b>5,6</b>	2,7	<b>6,3</b>	3,0	7,2	3,5	8,2	3,5	7,9	3,5	<b>6,9</b>	3,5	<b>6,7</b>	3,4
PLICA TRICIPITE (mm)	<b>8,3</b>	2,4	<b>9,0</b>	3,3	<b>10,0</b>	3,4	<b>11,1</b>	4,1	12,1	4,1	12,6	4,1	<b>12,9</b>	4,0	<b>11,4</b>	4,0	<b>11,4</b>	3,8
PLICA SOTTOSCAPOLARE (mm)	<b>5,7</b>	1,9	<b>6,4</b>	2,8	7,0	3,4	8,1	4,4	9,0	4,6	10,3	5,3	10,4	5,1	<b>9,2</b>	4,2	<b>9,5</b>	4,1
PLICA SOPRASPINALE (mm)	6,6	3,9	<b>6,9</b>	4,4	<b>7,7</b>	5,1	9,5	6,2	10,4	6,5	12,5	7,3	13,0	7,7	<b>10,7</b>	5,8	<b>10,7</b>	5,7
PLICA SOPRILIAICA (mm)	7,3	3,9	7,9	4,2	<b>9,2</b>	5,0	10,6	5,8	12,1	6,4	14,5	7,4	14,1	7,7	<b>12,3</b>	6,0	<b>12,5</b>	6,2
PLICA POLPACCIO MEDIALE (mm)	9,3	2,9	10,1	3,4	10,3	3,8	11,4	3,9	11,9	4,3	12,8	4,2	12,4	3,9	11,8	4,0	<b>11,0</b>	3,6
PLICA POLPACCIO LATERALE (mm)	9,7	2,6	10,5	3,3	10,8	3,2	11,8	3,7	12,2	3,8	12,8	3,7	13,2	3,7	12,4	3,6	<b>12,1</b>	3,7
PLICA COSCIA (mm)	<b>13,2</b>	3,9	<b>14,7</b>	4,7	16,0	5,3	<b>17,1</b>	5,8	<b>17,3</b>	5,1	18,1	5,0	17,8	5,1	<b>16,5</b>	5,1	<b>14,7</b>	4,8
%F	<b>13,6</b>	3,6	<b>14,8</b>	5,1	16,3	37,5	18,1	6,5	19,7	6,6	<b>21,3</b>	6,7	<b>21,5</b>	6,7	<b>19,4</b>	6,2	<b>17,9</b>	5,9
FAT MASS (kg)	3,2	1,3	4,0	2,1	4,9	17,5	6,4	3,6	7,7	4,1	9,3	4,0	<b>10,5</b>	5,1	10,3	4,7	<b>10,4</b>	4,8
FREE FAT MASS (kg)	<b>19,7</b>	2,4	<b>21,8</b>	2,9	<b>24,0</b>	37,0	<b>26,8</b>	3,8	<b>29,3</b>	4,1	33,2	6,3	36,4	6,3	<b>41,2</b>	6,7	<b>46,1</b>	6,7

Tabella 9. Caratteristiche antropometriche per i soggetti femminili.

FEMMINE	6 ANNI		7 ANNI		8 ANNI		9 ANNI		10 ANNI		11 ANNI		12 ANNI		13 ANNI		14 ANNI	
	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$	M	$\sigma$	m	$\sigma$	m	$\sigma$
STATURA (cm)	117,9	5,2	123,3	5,4	129,2	5,6	<b>134,3</b>	5,8	140,2	6,6	<b>147,4</b>	7,4	153,6	6,3	<b>157,9</b>	5,9	<b>160,6</b>	5,3
STATURA SEDUTO (cm)	63,5	3,5	66,3	3,0	<b>68,8</b>	3,0	<b>70,6</b>	3,0	72,1	3,5	77,1	4,5	<b>79,4</b>	3,6	81,8	3,2	83,4	3,1
PESO (kg)	22,2	3,2	<b>24,6</b>	4,3	27,9	5,2	<b>31,6</b>	5,9	<b>35,4</b>	6,9	41,3	8,7	<b>45,2</b>	8,2	49,8	8,0	<b>53,3</b>	7,3
INDICE CORMICO	53,9	1,7	53,8	1,5	53,3	1,2	52,6	1,9	51,5	2,9	52,4	3,8	<b>51,7</b>	1,2	<b>51,8</b>	1,2	<b>51,9</b>	1,3
BMI	15,9	1,6	<b>16,1</b>	2,1	16,6	2,5	<b>17,4</b>	2,6	<b>17,9</b>	2,7	19,0	3,1	<b>19,1</b>	2,8	19,9	2,8	20,7	2,6
COLE	2,2	0,5	2,2	0,5	2,2	0,6	2,2	0,6	2,2	0,5	2,3	0,6	<b>2,2</b>	0,5	<b>2,1</b>	0,4	2,2	0,4
PERIMETRO TORACE (cm)	<b>58,3</b>	3,1	<b>61,0</b>	4,1	<b>63,3</b>	5,0	<b>65,9</b>	5,4	<b>69,0</b>	6,2	73,6	6,7	75,5	6,2	79,0	5,9	80,9	5,0
PERIMETRO TORACE MAX (cm)	<b>61,7</b>	3,2	<b>64,1</b>	4,4	<b>66,9</b>	4,9	<b>70,2</b>	5,4	<b>73,4</b>	6,0	78,5	6,7	80,7	5,9	84,3	5,5	86,4	4,9
PERIMETRO TORACE MIN (cm)	<b>56,7</b>	2,9	<b>58,0</b>	6,9	<b>60,9</b>	4,8	<b>63,2</b>	5,3	<b>65,9</b>	6,1	69,9	6,5	71,7	6,1	74,8	5,6	76,9	5,1
PERIMETRO BRACCIO RIL. (cm)	18,0	1,5	18,5	1,9	19,6	2,3	20,6	2,4	21,5	2,5	22,8	2,8	<b>22,9</b>	2,6	24,0	2,6	24,6	2,5
PERIMETRO BRACCIO CONTR. (cm)	19,0	1,5	19,5	2,2	20,7	2,3	21,7	2,4	22,6	2,5	24,0	2,7	<b>24,3</b>	2,6	<b>25,2</b>	2,5	<b>25,9</b>	2,5
PERIMETRO POLSO (cm)	12,1	1,4	12,8	2,9	<b>12,7</b>	0,9	<b>12,9</b>	0,9	<b>13,3</b>	1,1	<b>13,8</b>	1,0	<b>14,0</b>	0,8	<b>14,2</b>	0,8	<b>14,4</b>	0,7
PERIMETRO COSCIA (cm)	33,6	3,0	35,3	3,9	37,5	4,7	39,0	4,1	40,9	4,2	43,3	4,6	44,7	4,4	46,3	4,2	47,9	3,9
PERIMETRO POLPACCIO (cm)	25,0	2,2	26,5	3,9	27,2	2,7	<b>28,2</b>	2,5	29,4	2,7	31,4	3,1	<b>32,4</b>	3,0	33,6	2,8	<b>34,3</b>	2,6
CIRCONFERENZA VITA (cm)	53,4	3,4	<b>55,3</b>	4,7	<b>57,0</b>	5,1	<b>59,5</b>	6,4	<b>61,6</b>	6,6	<b>65,2</b>	7,1	<b>64,9</b>	6,2	<b>67,2</b>	6,3	<b>67,7</b>	5,8
CIRCONFERENZA FIANCHI (cm)	62,2	4,1	65,4	5,6	69,3	5,4	72,8	6,2	76,2	6,4	81,0	7,2	84,0	7,6	<b>88,4</b>	6,8	<b>91,3</b>	5,8
WHR	86,0	3,8	<b>84,8</b>	5,1	<b>82,7</b>	6,1	<b>81,7</b>	4,7	<b>80,8</b>	5,3	<b>80,3</b>	5,5	<b>79,0</b>	5,8	<b>78,7</b>	5,9	<b>80,9</b>	5,8
DIAMETRO OMERO (cm)	4,9	0,5	5,1	0,6	<b>5,2</b>	0,5	<b>5,4</b>	0,5	<b>5,5</b>	0,3	<b>5,7</b>	0,4	<b>5,8</b>	0,4	<b>5,9</b>	0,4	<b>6,1</b>	0,4
DIAMETRO FEMORE (cm)	<b>7,1</b>	0,5	<b>7,4</b>	0,5	<b>7,6</b>	0,5	<b>8,0</b>	0,7	<b>8,2</b>	0,5	<b>8,6</b>	0,6	<b>8,6</b>	0,5	<b>8,7</b>	0,5	<b>8,8</b>	0,4
PLICA BICIPITE (mm)	4,9	1,7	<b>5,6</b>	2,1	<b>6,2</b>	2,6	<b>7,0</b>	3,0	7,5	3,1	7,9	3,3	7,6	3,0	<b>7,7</b>	2,9	<b>8,2</b>	2,8
PLICA TRICIPITE (mm)	<b>9,4</b>	2,5	<b>9,7</b>	3,1	<b>10,7</b>	3,5	<b>11,8</b>	3,9	12,3	3,5	12,4	3,9	<b>12,2</b>	3,7	<b>12,5</b>	3,4	<b>14,2</b>	3,6
PLICA SOTTOSCAPOLARE (mm)	<b>6,5</b>	2,1	<b>7,2</b>	3,2	7,6	3,7	8,5	4,3	8,9	4,1	9,9	4,8	9,9	4,3	<b>10,3</b>	4,0	<b>11,2</b>	4,0
PLICA SOPRASPINALE (mm)	7,6	4,0	<b>8,0</b>	4,4	<b>8,8</b>	5,1	10,0	5,6	10,6	5,5	11,9	6,6	11,9	5,9	<b>12,1</b>	5,7	<b>13,3</b>	5,9
PLICA SOPRILIACA (mm)	7,9	3,9	8,8	4,0	<b>10,6</b>	5,1	11,3	5,5	12,1	5,2	13,8	6,1	13,3	5,2	<b>14,2</b>	5,4	<b>16,0</b>	5,5
PLICA POLPACCIO MEDIALE (mm)	10,1	3,3	10,5	3,2	10,9	3,3	12,0	3,9	12,4	3,5	12,1	4,0	12,2	3,7	12,3	3,6	<b>13,4</b>	3,8
PLICA POLPACCIO LATERALE (mm)	10,4	2,7	10,6	2,7	11,0	3,0	12,0	3,6	12,2	3,3	12,6	3,9	12,8	3,5	12,7	3,3	<b>14,6</b>	4,2
PLICA COSCIA (mm)	<b>15,5</b>	4,1	<b>16,2</b>	4,9	16,8	5,0	<b>18,5</b>	5,5	<b>18,4</b>	5,3	18,5	5,1	18,0	4,7	<b>18,3</b>	4,5	<b>19,9</b>	5,5
%F	<b>15,2</b>	3,5	<b>15,9</b>	4,5	16,9	5,0	18,4	5,6	19,3	5,0	<b>19,9</b>	5,4	<b>19,9</b>	4,8	<b>20,5</b>	4,5	<b>22,3</b>	4,0
FAT MASS (kg)	3,4	1,2	4,0	1,8	4,9	2,2	6,0	2,7	7,0	3,0	8,5	3,3	<b>9,2</b>	3,6	10,5	3,6	<b>12,1</b>	3,4
FREE FAT MASS (KG)	<b>18,7</b>	2,3	<b>20,6</b>	2,9	<b>23,0</b>	3,5	<b>25,6</b>	3,8	<b>28,3</b>	4,5	33,4	6,7	36,0	5,3	<b>39,4</b>	5,1	<b>41,3</b>	4,7

Tabella 10. Differenze di genere: si evidenziano i caratteri significativamente differenti ( $p < 0,05$ ).

\* = dimensione maggiore nei maschi. + = dimensione maggiore nelle femmine.

	6 ANNI	7 ANNI	8 ANNI	9 ANNI	10 ANNI	11 ANNI	12 ANNI	13 ANNI	14 ANNI
	$p < 0,05$								
STATURA (cm)				*		+		*	*
STATURA SEDUTO (cm)			*	*			+		
PESO (kg)		*		*	*		*		*
INDICE CORMICO							+	*	+
BMI		*		*	*		*		
COLE							*	*	
PERIMETRO TORACE (cm)	*	*	*	*	*				
PERIMETRO TORACE MAX (cm)	*	*	*	*	*				
PERIMETRO TORACE MIN (cm)	*	*	*	*	*				
PERIMETRO BRACCIO RIL. (cm)							*		
PERIMETRO BRACCIO CONTR. (cm)							*	*	*
PERIMETRO POLSO (cm)			*	*	*	*	*	*	*
PERIMETRO COSCIA (cm)									
PERIMETRO POLPACCIO (cm)				*			*		*
CIRCONFERENZA VITA (cm)		*	*	*	*	*	*	*	*
CIRCONFERENZA FIANCHI (cm)								+	+
WHR		*	*	*	*	*	+	+	+
DIAMETRO Omero (cm)			*	*	*	*	*	*	+
DIAMETRO FEMORE (cm)	*	*	*	*	*	*	*	*	+
PLICA BICIPITE (mm)		+	+	+				+	+
PLICA TRICIPITE (mm)	+	+	+	+			*	+	+
PLICA SOTTOSCAPOLORE (mm)	+	+						+	+
PLICA SOPRASPINALE (mm)		+	+					+	+
PLICA SOPRAILIACA (mm)			+					+	+
PLICA POLPACCIO MEDIALE (mm)									+
PLICA POLPACCIO LATERALE (mm)									+
PLICA COSCIA (mm)	+	+		+	+			+	+
%F	+	+				*	*	+	+
FAT MASS (kg)							*		+
FREE FAT MASS (KG)	*	*	*	*	*			*	*



I parametri antropometrici considerati nelle Tabelle 8 e 9 mostrano numerose differenze significative ( $p < 0,05$ ), tra sesso maschile e femminile (Tabella 10). La **statura** è mediamente superiore nei maschi in quasi tutte le età, tranne a 11 anni quando le femmine sono leggermente più alte, probabilmente in concomitanza con l'inizio del periodo puberale.

Le principali misure ponderali (peso, BMI) presentano valori medi superiori nel sesso maschile con frequenti differenze significative rispetto al sesso femminile.

Lo **stato ponderale** dei soggetti, analizzato tenendo conto dei i cut off proposti da Cole (2000, 2007), è sintetizzato nelle Figure 19 e 20. I soggetti *normopeso* sono ovviamente in netta maggioranza in entrambi i sessi, con una variabilità che va dal 65,2% a 11 anni al 79,5% a 7 anni nei maschi e dal 72,2% al 85,4% nelle femmine. I soggetti in *sottopeso* ed *obesi* sono presenti con percentuali relativamente modeste e con valori abbastanza comparabili tra le varie classi di età; si osserva una riduzione nelle ultime classi di età, soprattutto nelle femmine. La percentuale di soggetti *sovrappeso*, nel sesso maschile, cresce abbastanza costantemente a partire dall'età di 7 anni e raggiunge l'apice all'età di 11 anni (29,6%), analogamente a quanto si ha nelle femmine tra i 6 e gli 11anni, (21.1%).

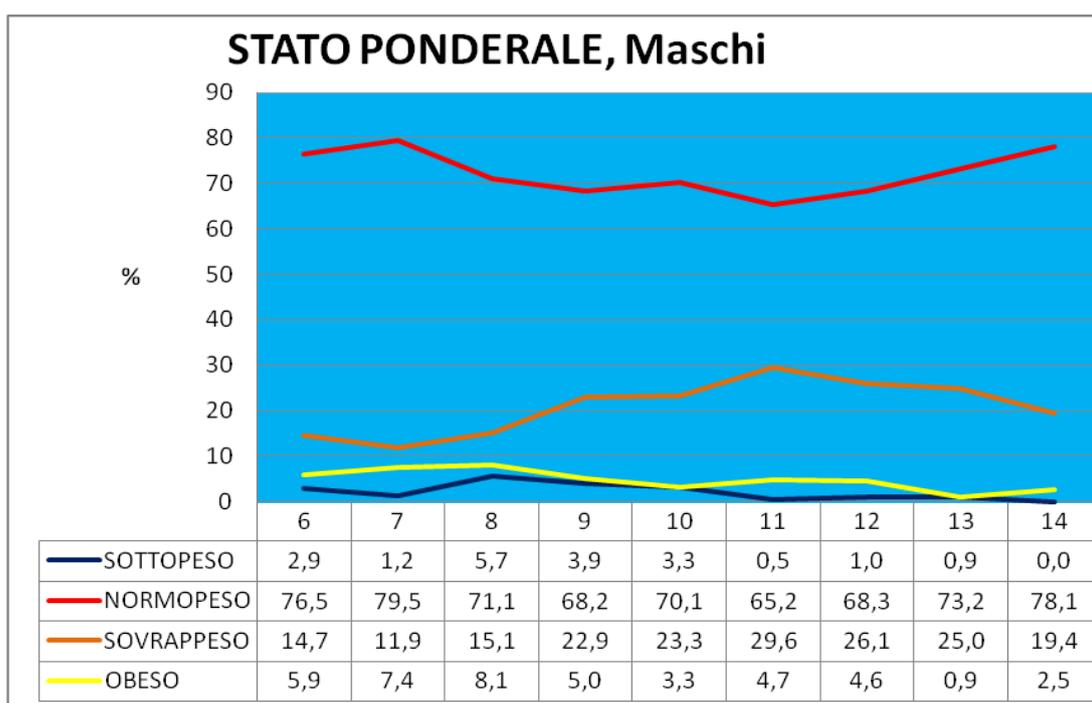
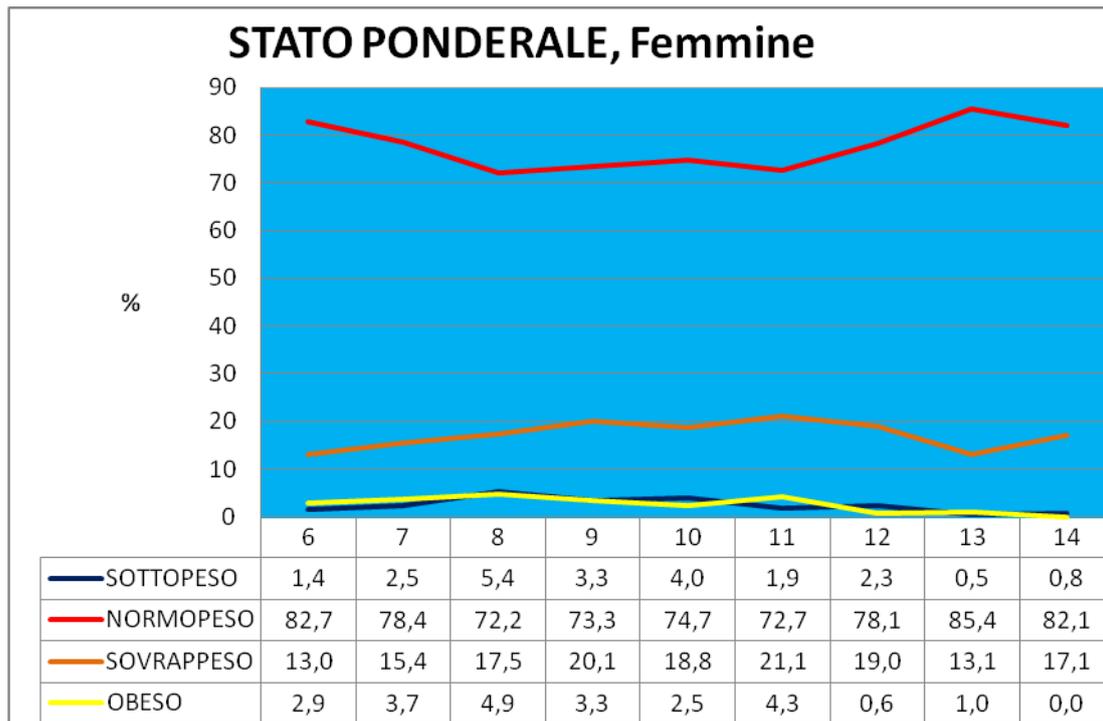


Figura 19. Stato ponderale del campione maschile, suddiviso in classi di età.



*Figura 20. Stato ponderale del campione femminile, suddiviso in classi di età.*

La totalità dei **perimetri** e delle **circonferenze corporee** analizzate presentano valori superiori nei maschi.

In particolare per la circonferenza vita e per il **rapporto vita/fianchi** (WHR) si ottengono differenze significative tra i due generi in quasi tutte le classi di età.

I perimetri toracici e del polso risultano superiori nei maschi, testimoniando la maggiore robustezza costituzionale; ciò è confermato dai **diametri scheletrici (omero e femore)** che sono anch'essi significativamente superiori nel sesso maschile in tutte le età considerate, con poche eccezioni.

I **pannicoli adiposi** sono tendenzialmente maggiori nelle femmine a tutte le età ma raggiungono valori di significatività statistica soprattutto prima dei 10 anni e dopo i 13 anni.

Da sottolineare come a 14 anni tutte le pliche considerate presentino valori significativamente superiori tra le femmine.

Questi risultati si ripercuotono ovviamente sui valori di **composizione corporea** ove si osservano percentuali di **massa grassa** prevalentemente superiori nelle femmine, le differenze si accentuano con l'età e sono spesso significative.

La **massa magra** (FFM) al contrario è sensibilmente più sviluppata tra i maschi di tutte le età ad esclusione degli 11 anni, quando le femmine presentano valori leggermente superiori di massa magra verosimilmente associabili con lo sviluppo puberale già in atto.

#### **PRESTAZIONI MOTORIE E FLESSIBILITA'**

Analogamente a quanto fatto per i caratteri antropometrici, anche per quelli motori (prestazioni di forza, flessione dorsale) riportiamo nelle Tabelle 11 e 12 i valori medi e le relative differenze significative.

Le prestazioni di **forza di presa delle mani e delle dita** di entrambe le mani sono migliori nei maschi rispetto alle femmine di tutte le età, con differenze sempre significative. Questo aspetto trova riscontro in quanto rilevato per la FFM.

La **flessione dorsale**, viceversa è significativamente migliore nelle femmine di quasi tutte le età e rimane abbastanza stabile fino ai 12 anni quando i valori medi crescono notevolmente fino ai 14 anni.

Nei maschi i valori evidenziano un lento ma continuo peggioramento della prestazione.

Tabella 11. Prestazioni di forza e flessione dorsale dei soggetti maschili.

Sono evidenziati i valori significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) nei maschi.

MASCHI	6 ANNI		7 ANNI		8 ANNI		9 ANNI		10 ANNI		11 ANNI		12 ANNI		13 ANNI		14 ANNI	
	<i>m</i>	$\sigma$																
FORZA MANO DESTRA	8,9	2,9	10,8	3,0	12,2	3,6	13,8	3,5	15,2	4,1	17,6	4,7	20,4	5,8	24,8	6,5	28,8	7,2
FORZA MANO SINISTRA	8,5	2,6	10,3	3,1	11,6	3,3	13,0	3,3	14,4	4,1	16,5	4,6	19,3	5,3	22,8	6,4	27,3	7,3
CHIAVE MANO DESTRA	3,0	0,7	3,2	0,8	3,6	0,9	3,9	1,0	4,1	1,0	4,7	1,2	5,6	1,3	6,4	1,6	6,7	1,8
CHIAVE MANO SINISTRA	2,9	0,7	3,1	0,8	3,4	0,8	3,8	1,0	4,0	1,0	4,5	1,1	5,4	1,3	6,1	1,5	6,4	1,6
PUNTA MANO DESTRA	2,1	0,6	2,4	0,6	2,6	0,7	2,8	0,7	2,9	0,8	3,4	0,9	3,7	0,9	4,0	1,1	4,5	1,2
PUNTA MANO SINISTRA	2,1	0,6	2,2	0,6	2,5	0,7	2,6	0,7	2,7	0,7	3,1	0,8	3,5	0,9	3,8	1,0	4,2	1,0
FLESSIBILITA' DORSALE	38,4	6,0	37,1	5,8	37,0	6,0	36,1	6,1	36,0	6,2	36,3	6,9	34,8	6,1	34,8	6,6	35,5	7,4

Tabella 12. Prestazioni di forza, flessione dorsale e immagine corporea dei soggetti femminili.

Sono evidenziati i valori significativamente maggiori ( $p < 0,05$ ) nelle femmine.

FEMMINE	6 ANNI		7 ANNI		8 ANNI		9 ANNI		10 ANNI		11 ANNI		12 ANNI		13 ANNI		14 ANNI	
	<i>m</i>	$\sigma$																
FORZA MANO DESTRA	7,8	2,7	9,4	3,0	10,9	3,2	12,2	3,3	13,6	3,9	16,1	4,1	18,8	4,5	21,5	4,9	23,6	4,4
FORZA MANO SINISTRA	7,1	2,5	8,7	2,6	9,9	3,0	11,3	3,2	12,5	3,7	15,3	4,0	17,7	4,4	20,3	4,5	22,1	4,4
CHIAVE MANO DESTRA	2,6	0,6	3,0	0,7	3,2	0,8	3,5	0,9	3,8	1,0	4,6	1,3	5,1	1,2	5,7	1,1	5,9	1,2
CHIAVE MANO SINISTRA	2,5	0,6	2,9	0,8	3,1	0,8	3,3	0,8	3,7	1,0	4,3	1,1	5,0	1,3	5,4	1,1	5,7	1,3
PUNTA MANO DESTRA	1,9	0,6	2,2	0,6	2,4	0,7	2,5	0,7	2,7	0,7	3,2	0,8	3,6	0,9	3,8	1,0	4,1	1,0
PUNTA MANO SINISTRA	1,9	0,5	2,0	0,6	2,2	0,6	2,3	0,6	2,4	0,7	2,9	0,8	3,4	1,0	3,4	0,8	3,7	0,9
FLESSIONE DORSALE	39,7	5,3	40,1	6,3	40,3	6,4	40,1	6,7	40,3	6,7	38,9	7,5	41,7	7,6	43,8	8,7	45,7	9,3

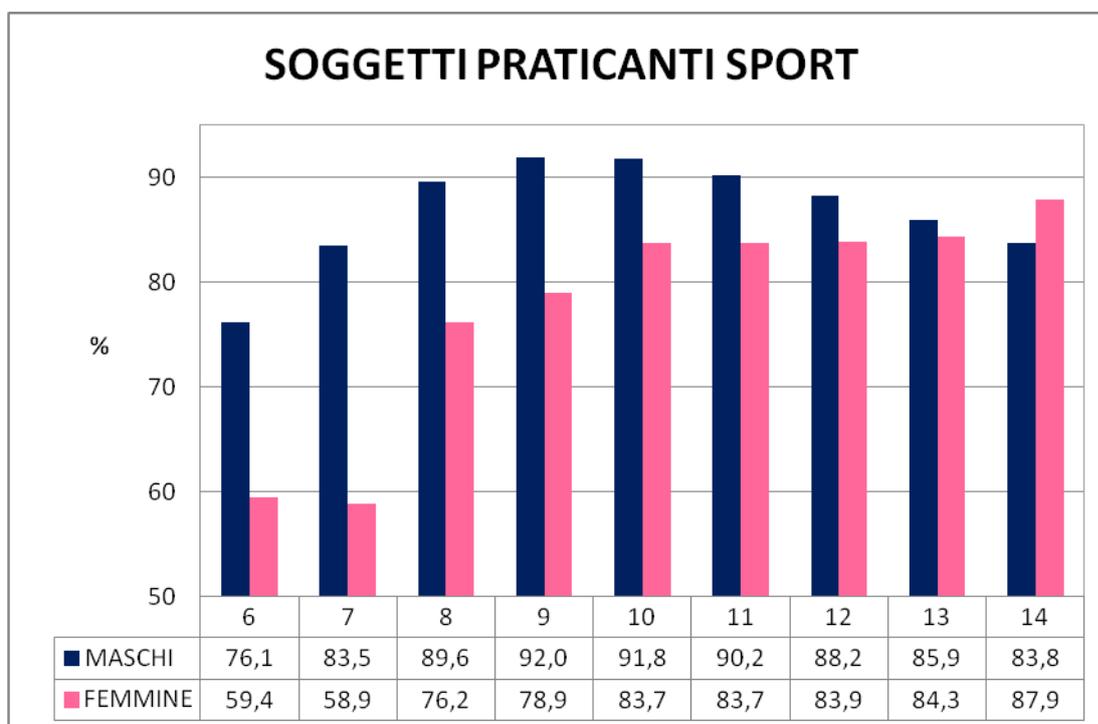
## PRATICA SPORTIVA EXTRASCOLASTICA

La Tabella 13 e le Figure 21 e 22 riguardano l'attività sportiva, in particolare si analizza la diffusione dello sport all'interno del campione ed il numero di ore settimanali ad esso dedicate.

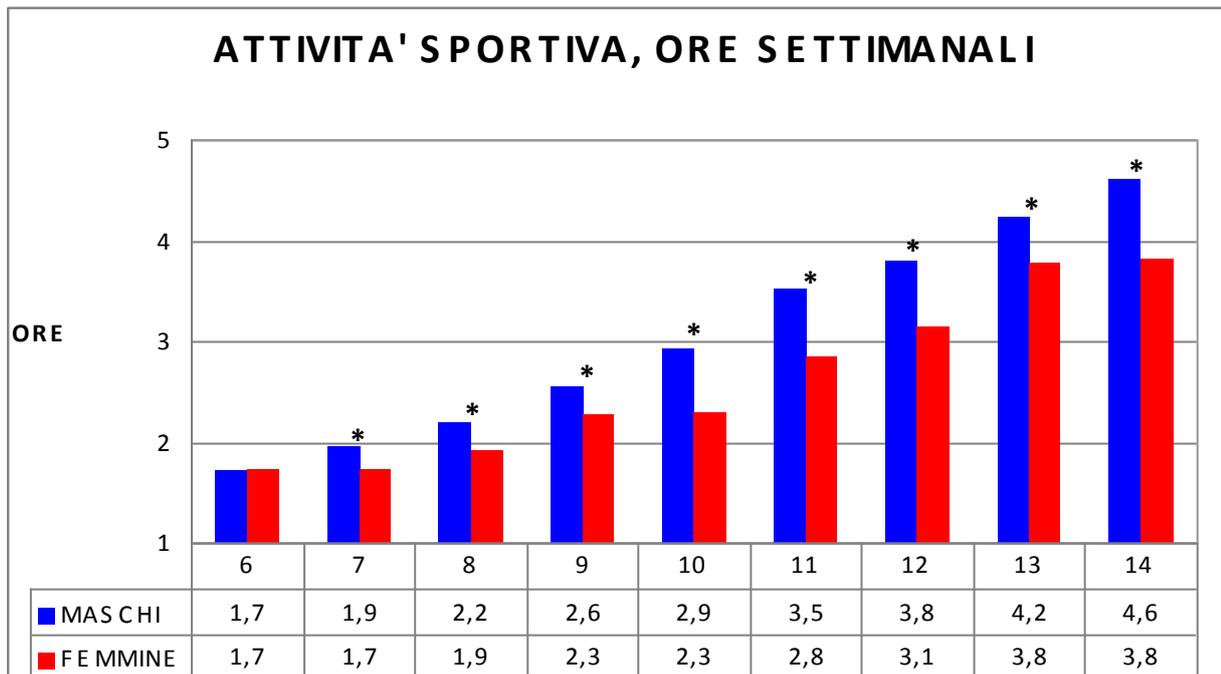
L'attività sportiva, nel periodo compreso tra 6 e 13 anni, è diffusa in percentuali superiori nel campione maschile e raggiunge l'apice a 9 anni (92%) solo a 14 anni le ragazze risultano maggiormente coinvolte in attività sportive (Tabella 13 e Figura 21). Il numero di ore settimanali dedicate ad attività sportiva cresce costantemente con l'età dei soggetti ed è sempre maggiore nel sesso maschile; differenze significative si osservano nella fascia di età compresa tra 7 e 14 anni.

*Tabella 13. Soggetti praticanti sport e ore di attività sportiva settimanale.*

SPORT	6 ANNI		7 ANNI		8 ANNI		9 ANNI		10 ANNI		11 ANNI		12 ANNI		13 ANNI		14 ANNI	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
% PRATICANTI SPORT	76,1	59,4	83,5	58,9	89,6	76,2	92,0	78,9	91,8	83,7	90,2	83,7	88,2	83,9	85,9	84,3	83,8	87,9
ORE SPORT	1,7	1,7	1,9	1,7	2,2	1,9	2,6	2,3	2,9	2,3	3,5	2,8	3,8	3,1	4,2	3,8	4,6	3,8



*Figura 21. Diffusione dell'attività sportiva nel campione maschile e femminile.*



*Figura 22. Ore settimanali dedicate ad attività sportiva nel campione maschile e femminile. (\*= differenze significative).*

## Capitolo 2. Dati Longitudinali

### 2.1 Incrementi

Su un sottocampione di 1555 soggetti di età compresa tra 6 e 10 anni, di cui 800 maschi e 755 femmine ed un altro sottocampione, che risultava in buona parte costituito dagli stessi soggetti già esaminati nel campione dei 6-10 anni, composto da 739 ragazzi tra 11 e 14 anni, di cui 381 maschi e 358 femmine, è stato possibile procedere con l'analisi in chiave semilongitudinale degli incrementi dei caratteri antropometrici. Questi dati risultano particolarmente importanti in quanto allo stato attuale non si dispone di dati italiani recenti, ma a tutt'oggi i dati di riferimento sono quelli proposti da Tanner (1981).

Nella Tabella 14 sono riportati gli incrementi medi di ogni parametro, suddivisi per genere ed età. I caratteri evidenziati indicano significatività delle differenze tra gli incrementi nei due sessi ( $p < 0,05$ ).

In particolare, gli incrementi staturali risultano maggiori nelle ragazze a partire dai 9 anni e lo sono significativamente tra i 10 e gli 11 anni. L'incremento maschile diventa significativamente ( $p < 0,05$ ) maggiore tra gli 11 e i 12 anni e si mantiene tale nelle fasi successive. Dopo gli 11-12 anni nelle ragazze l'incremento diminuisce considerevolmente, mentre nei maschi è leggermente più ridotto ma si mantiene sempre alto.

L'incremento ponderale è, in valore assoluto, massimo per entrambi i sessi tra i 10 e gli 11 anni, poi si riduce ma nei maschi è significativamente maggiore tra i 12 anni-13 anni e i 13-14 anni. Rileviamo anche un valore significativamente maggiore nei maschi tra gli 8 anni e i 9 anni. Sempre tra i 10 e gli 11 anni abbiamo anche gli incrementi massimi di girovita e fianchi, marcatamente più elevati nelle femmine.

Dai 12-13 anni si osserva nei ragazzi un decremento delle pliche e nelle ragazze un incremento delle stesse, ciò determina una significativa differenza tra sessi a favore delle ragazze nella maggior parte dei casi. Nello stesso arco di tempo si osserva un

decremento della %F e della FM nei ragazzi, mentre nelle femmine questi valori aumentano in misura significativamente maggiore. La FFM aumenta in misura significativamente maggiore nei maschi.

Questi dati confermano quanto osservato sull'andamento dei caratteri dell'intero campione e risultano probabilmente determinati dallo scatto puberale che sopraggiunge anticipatamente nelle femmine rispetto ai maschi.

Nelle classi di età precedenti la massa grassa, nel sesso maschile, mostra valori incrementali superiori fino all'età di 11 anni; da 11 a 14 anni invece gli incrementi sono superiori a quelli delle ragazze, la massa magra invece mostra valori incrementali abbastanza comparabili fino all'età di 10 anni quando ha un incremento superiore nelle femmine.

Gli incrementi dei principali parametri analizzati sono descritti nelle Figure dalla 23 alla 34, suddivisi per classe di età e differenziati per genere.

Tabella 14. Incrementi medi annui delle dimensioni corporee, differenze significative tra i generi.

Sono evidenziati i caratteri statisticamente significativi ( $p < 0,05$ ).

INCREMENTI MEDI	6/7 anni		7/8 anni		8/9 anni		9/10 anni		10/11 anni		11/12 anni		12/13 anni		13/14 anni	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
STATURA (cm)	6,45	6,48	6,13	6,07	5,50	5,55	7,42	7,99	<b>6,02</b>	<b>6,93</b>	<b>7,18</b>	<b>6,31</b>	<b>6,68</b>	<b>4,52</b>	<b>6,82</b>	<b>2,86</b>
PESO (kg)	3,07	2,58	3,18	3,32	<b>4,20</b>	<b>3,69</b>	3,72	2,90	7,30	9,08	5,65	4,82	<b>5,45</b>	<b>4,63</b>	<b>5,91</b>	<b>4,08</b>
INDICE CORMICO	-0,59	-0,63	-0,33	-0,54	-0,75	-0,86	-1,12	-1,04	-0,74	-0,86	-0,88	-0,38	-0,23	0,01	-0,05	0,10
BMI	0,34	0,02	0,30	0,49	<b>0,95</b>	<b>0,69</b>	0,69	0,41	2,13	2,82	0,44	0,53	0,40	0,71	<b>0,58</b>	<b>0,96</b>
PERIMETRO BRACCIO RILASSATO (cm)	0,67	0,61	1,04	0,95	1,18	1,01	1,13	1,01	2,88	3,25	0,89	0,55	<b>0,69</b>	<b>1,08</b>	0,64	0,98
PERIMETRO BRACCIO CONTRATTO (cm)	0,88	0,82	1,14	1,14	1,16	0,95	1,22	0,94	3,08	3,39	1,01	0,72	1,00	0,88	0,86	0,96
PERIMETRO COSCIA (cm)	1,76	1,75	2,26	2,37	2,20	1,75	1,78	1,92	5,80	5,80	1,01	1,82	1,68	1,32	1,83	2,13
PERIMETRO POLPACCIO (cm)	1,08	1,29	1,24	1,08	1,21	0,99	1,26	1,23	3,92	4,58	1,30	1,30	1,20	1,09	1,12	1,00
CIRCONFERENZA VITA (cm)	1,89	1,49	2,05	1,68	2,52	2,09	3,04	1,45	6,94	9,21	2,82	0,93	2,41	2,27	1,84	1,27
WHR	0,16	0,06	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02	0,00	-0,02	-0,03	0,00	0,00	-0,03	0,17	0,06	0,16	0,06
CIRCONFERENZA FIANCHI (cm)	3,44	3,44	3,51	3,50	3,63	4,01	3,37	3,77	10,89	11,27	2,85	4,35	<b>3,85</b>	<b>4,69</b>	3,27	3,41
DIAMETRO OMERI (cm)	0,35	0,30	0,32	0,34	0,29	0,29	0,29	0,21	0,56	0,83	0,52	0,40	0,45	0,38	<b>0,37</b>	<b>0,29</b>
DIAMETRO FEMORE (cm)	0,32	0,24	0,49	0,48	0,43	0,38	0,50	0,42	0,48	0,60	0,62	0,36	0,27	0,20	0,21	0,20
PLICA BICIPITE (mm)	<b>0,51</b>	<b>1,31</b>	0,84	0,54	1,21	1,07	0,97	0,64	1,59	0,98	-0,13	-0,08	<b>-0,84</b>	<b>0,41</b>	<b>-0,20</b>	<b>0,49</b>
PLICA TRICIPITE (mm)	1,15	1,37	1,17	0,93	1,71	1,50	1,08	0,74	1,82	1,61	0,66	0,59	<b>-0,76</b>	<b>0,47</b>	<b>0,43</b>	<b>2,37</b>
PLICA SOTTOSCAPOLARE (mm)	0,48	0,98	0,63	0,13	1,19	1,07	0,82	0,49	1,81	1,54	-0,29	0,43	<b>-0,80</b>	<b>0,41</b>	0,82	1,56
PLICA SOPRASPINALE (mm)	-0,33	0,06	0,85	0,19	1,58	1,03	0,83	0,48	2,47	1,72	0,51	1,23	<b>-1,33</b>	<b>0,66</b>	<b>0,95</b>	<b>2,79</b>
PLICA SOPRAILIACA (mm)	0,51	1,25	1,34	1,76	1,65	1,11	1,64	0,87	3,66	2,56	-0,52	0,68	<b>-0,33</b>	<b>1,77</b>	<b>0,80</b>	<b>2,93</b>
PLICA POLPACCIO MEDIALE (mm)	0,94	0,56	0,19	0,44	0,72	1,05	0,65	0,72	1,48	0,63	0,16	0,60	-0,48	-0,07	<b>-0,65</b>	<b>1,06</b>
PLICA POLPACCIO LATERALE (mm)	0,67	0,54	0,21	0,13	0,95	1,14	0,35	0,37	1,42	1,85	1,20	0,70	-0,54	-0,12	<b>-0,20</b>	<b>2,52</b>
PLICA COSCIA (mm)	1,02	0,88	<b>1,14</b>	<b>0,08</b>	1,07	1,52	0,47	0,29	1,81	1,30	-0,18	0,15	<b>-1,46</b>	<b>0,14</b>	<b>-1,16</b>	<b>2,22</b>
%F	3,30	2,95	1,63	0,87	2,48	1,90	1,72	1,03	3,27	2,53	0,28	1,05	<b>-1,26</b>	<b>0,89</b>	<b>-0,64</b>	<b>2,61</b>
FM (kg)	0,84	0,94	0,98	0,80	1,58	1,29	1,39	1,03	1,80	1,72	1,61	1,53	<b>0,42</b>	<b>1,33</b>	<b>0,80</b>	<b>2,18</b>
FFM (kg)	<b>2,23</b>	<b>1,67</b>	2,20	2,49	2,61	2,41	2,59	2,67	5,29	7,06	4,44	3,40	<b>5,03</b>	<b>3,30</b>	<b>5,10</b>	<b>1,90</b>

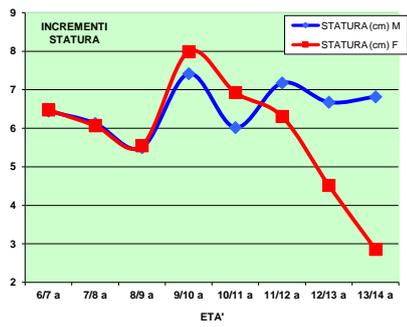


Figura 23. Incrementi medi staturali, suddivisi per genere.

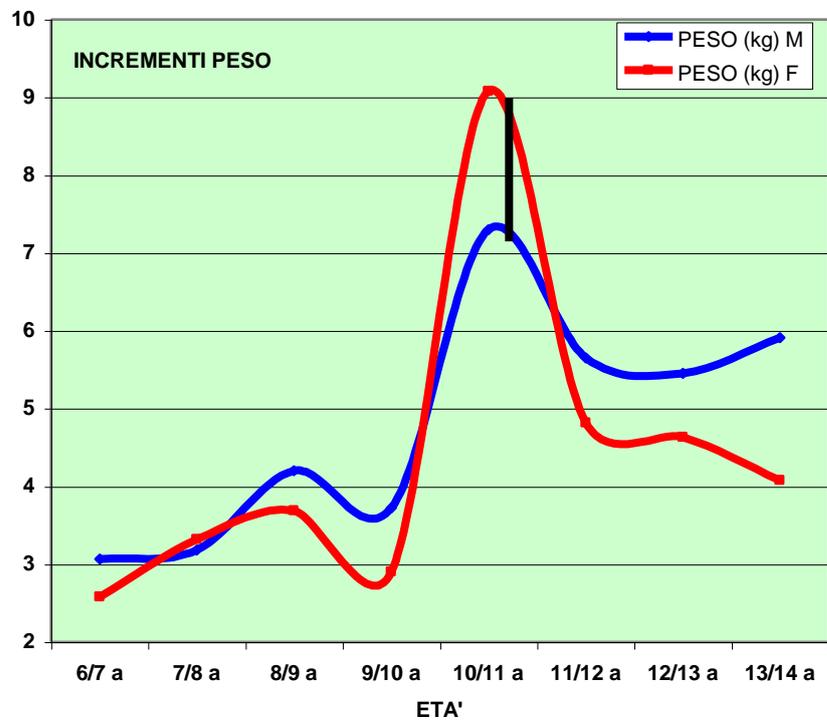


Figura 24. Incrementi medi ponderali, suddivisi per genere.

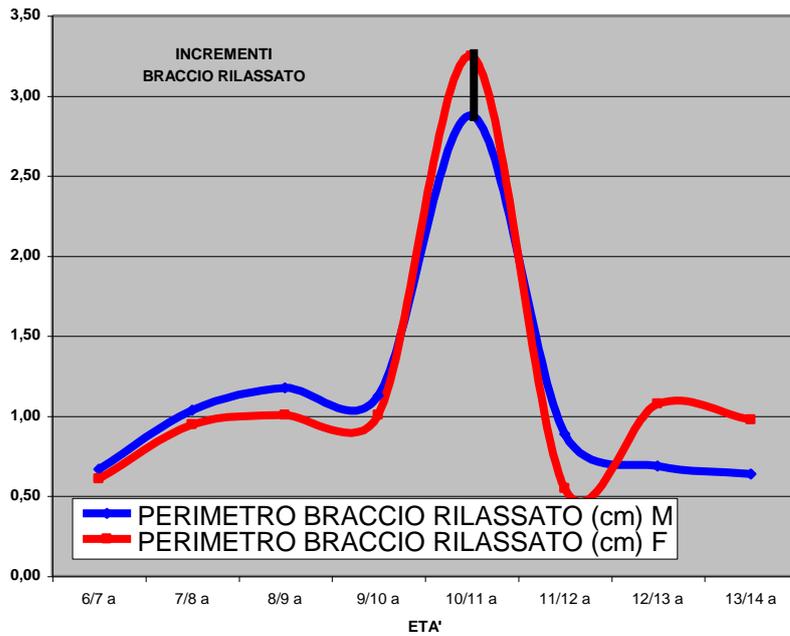


Figura 25. Incrementi medi perimetro braccio rilassato, suddivisi per genere.

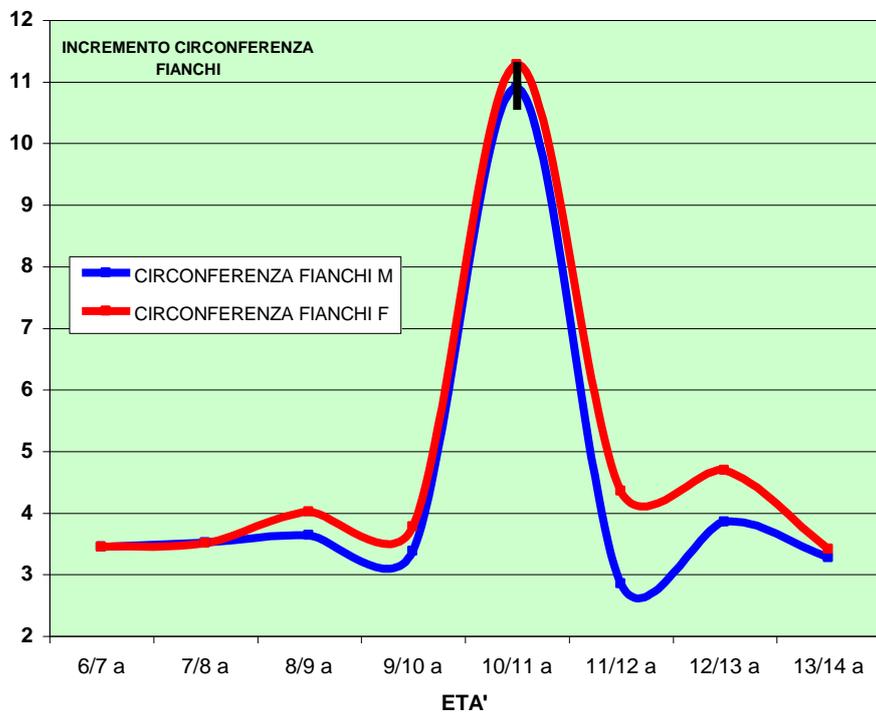


Figura 26. Incrementi medi circonferenza fianchi, suddivisi per genere.

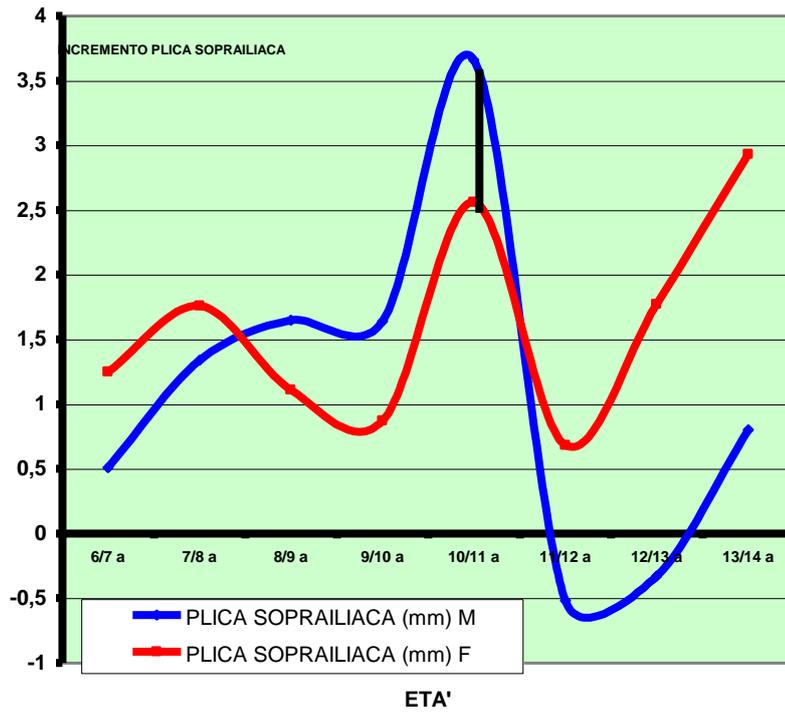


Figura 27. Incrementi medi plica soprailiaca, suddivisi per genere.

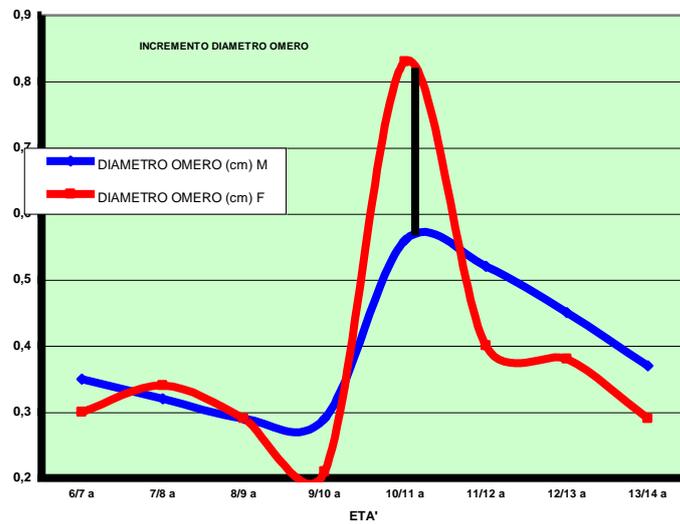


Figura 28. Incrementi medi diametro omero, suddivisi per genere.

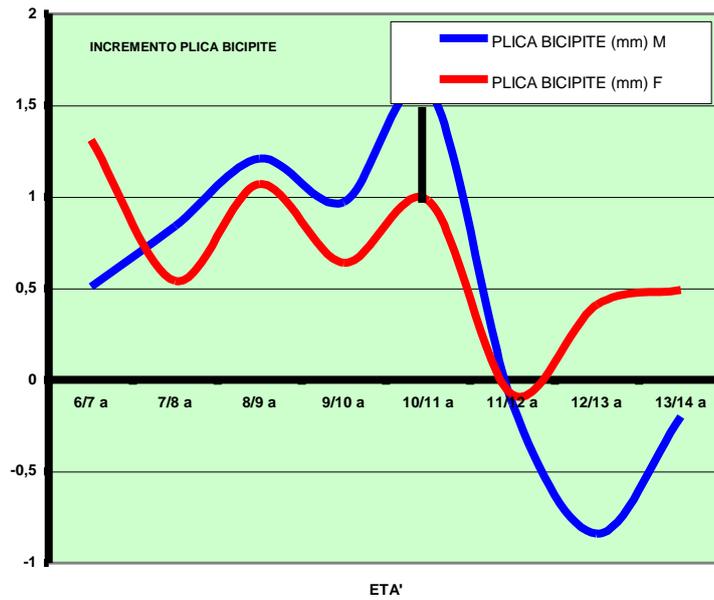


Figura 29. Incrementi medi plica bicipitale, suddivisi per genere.

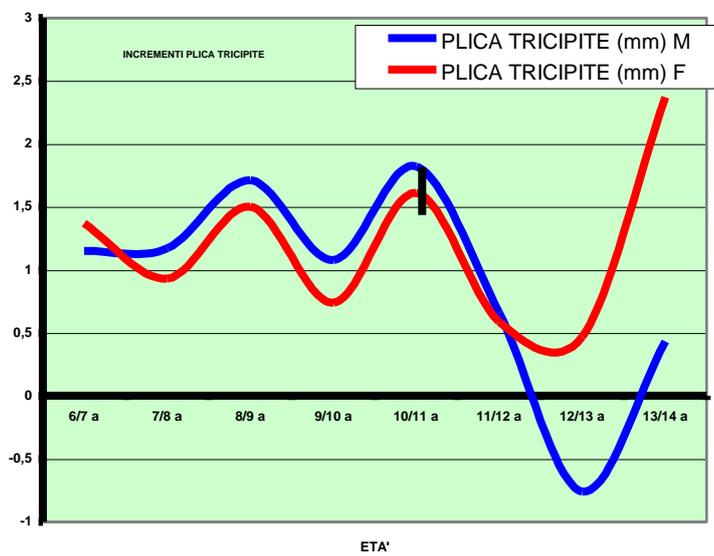


Figura 30. Incrementi medi plica tricipitale, suddivisi per genere.

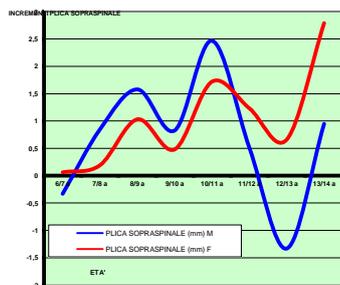


Figura 31. Incrementi medi plica soprasspinale, suddivisi per genere.

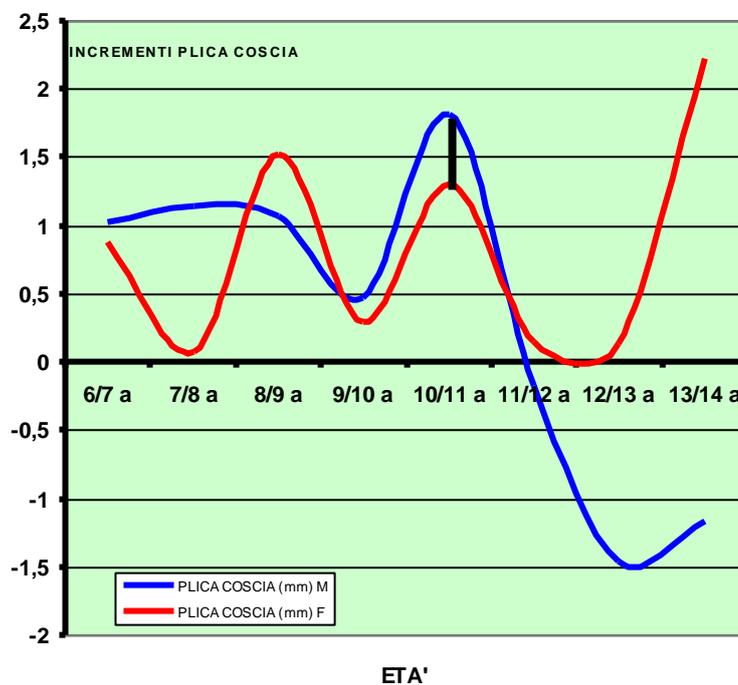


Figura 32. Incrementi medi plica coscia, suddivisi per genere.

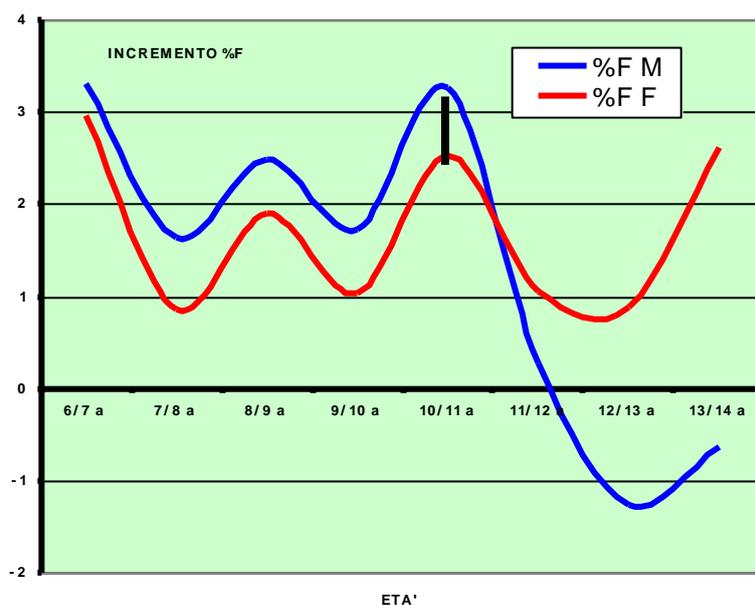


Figura 33. Incrementi medi %F, suddivisi per genere.

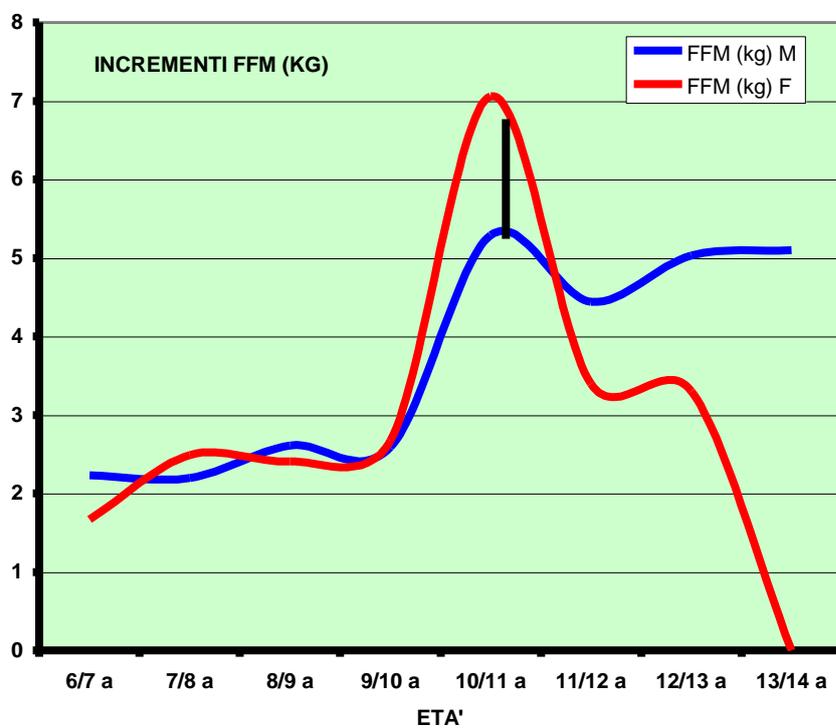


Figura 34. Incrementi medi FFM, suddivisi per genere.

Per quanto riguarda gli incrementi delle **prestazioni di forza** e della **flessibilità dorsale**, nella Tabella 15 sono riportati l'andamento e le differenze statisticamente significative ( $p < 0,05$ ) tra i due sessi.

La forza della mano e delle dita presenta incrementi annuali positivi in entrambi i sessi sia considerando la mano destra sia la sinistra.

L'incremento della forza della mano è significativamente superiore nei maschi nel passaggio tra 12/13 anni e 13/14 anni.

La maggior parte degli incrementi relativi alla forza di presa delle dita è significativamente superiore nei maschi nel passaggio tra 9/10 anni e 12/13 anni.

L'incremento della flessione dorsale nei maschi diminuisce costantemente fino ai 12 anni per aumentare nelle successive annate (12/13 anni e 13/14 anni). Nelle femmine si nota una diminuzione degli incrementi annuali fino a 8/9 anni; dall'età di 11 anni in poi invece gli incrementi aumentano sensibilmente e raggiungono differenze statisticamente significative nel confronto coi coetanei maschi.

Anche questi dati avvalorano e confermano gli andamenti osservati nel campione complessivo.

Tabella 15. Incrementi medi annui delle prestazioni di forza e della flessione dorsale, differenze significative tra i generi.

Incrementi Medi	6/7 ANNI		7/8 ANNI		8/9 ANNI		9/10 ANNI		10/11 ANNI		11/12 ANNI		12/13 ANNI		13/14 ANNI	
	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>M</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>f</i>	<i>m</i>	<i>F</i>
FORZA MANO DESTRA (kg)	1,82	1,83	1,42	1,29	1,28	0,96	1,20	1,63	0,60	1,43	2,88	3,30	<b>3,59</b>	<b>1,81</b>	<b>4,48</b>	<b>2,21</b>
FORZA MANO SINISTRA (kg)	1,93	1,61	1,17	1,11	1,03	0,99	1,20	1,52	0,25	0,37	1,66	2,54	<b>3,17</b>	<b>1,99</b>	<b>4,68</b>	<b>2,14</b>
CHIAVE MANO DESTRA (kg)	0,22	0,50	0,38	0,25	0,43	0,35	<b>0,08</b>	<b>0,59</b>	0,33	0,40	1,09	0,72	<b>1,06</b>	<b>0,53</b>	0,39	0,12
CHIAVE MANO SINISTRA (kg)	0,32	0,51	0,36	0,25	0,39	0,29	<b>0,11</b>	<b>0,51</b>	0,38	0,33	1,02	0,83	<b>0,96</b>	<b>0,41</b>	0,28	0,37
PUNTA MANO DESTRA (kg)	0,28	0,25	0,13	0,24	0,18	0,13	<b>0,03</b>	<b>0,31</b>	0,25	0,32	0,39	0,60	0,46	0,25	0,56	0,31
PUNTA MANO SINISTRA (kg)	0,14	0,17	0,21	0,17	0,12	0,12	<b>0,06</b>	<b>0,26</b>	<b>3,93</b>	<b>-1,93</b>	0,46	0,71	<b>0,37</b>	<b>0,09</b>	0,38	0,30
FLESSIONE DORSALE (cm)	-1,31	-0,60	-0,29	-0,11	-0,93	-0,55	-0,51	0,20	0,00	-0,38	<b>-1,94</b>	<b>2,78</b>	0,75	1,73	<b>0,58</b>	<b>2,09</b>

## 2.2 Dati relativi alla Composizione Corporea

Al fine di osservare l'andamento dei parametri più strettamente legati alla composizione corporea, viene di seguito analizzato un sottocampione per il quale si dispone di tutte le rilevazioni dai 6 ai 13 anni, composto da 78 soggetti di cui 37 maschi e 41 femmine.

I parametri considerati in questa analisi sono i seguenti: BMI, Circonferenza vita, WHR, %F e FFM.

L'analisi della varianza dei caratteri sopracitati è stata effettuata con Anova; le differenze significative ( $p < 0.05$ ) delle variazioni dei valori nelle varie annate sono indicate con un asterisco (\*) e sono riassunte nelle Tabelle 16, 17, 18, 19 e 20.

L'elaborazione dei seguenti dati longitudinali è stata possibile per i dati con almeno due variazioni consecutive relative allo stesso soggetto, nell'analisi non sono stati considerati i soggetti di 14 anni perché troppo poco numerosi, si tratta d'altra parte della classe d'età limite.

Il **BMI** monitorato per ogni singolo individuo evidenzia un andamento abbastanza regolare con una crescita comparabile tra i due sessi e modificazioni significative ( $p < 0,05$ ) con l'età più evidenti nelle ragazze (Tabella 8).

Nel passaggio tra 10 anni e 11 anni, nel sesso femminile si nota il massimo incremento del valore di BMI, probabilmente dovuto all'inizio della pubertà (Figura 35).

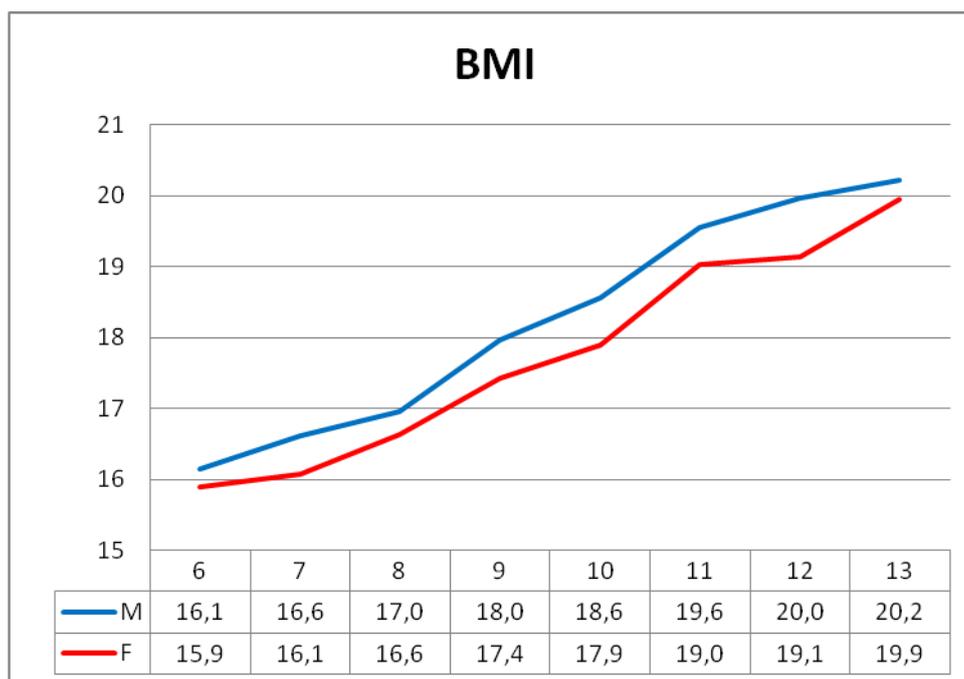


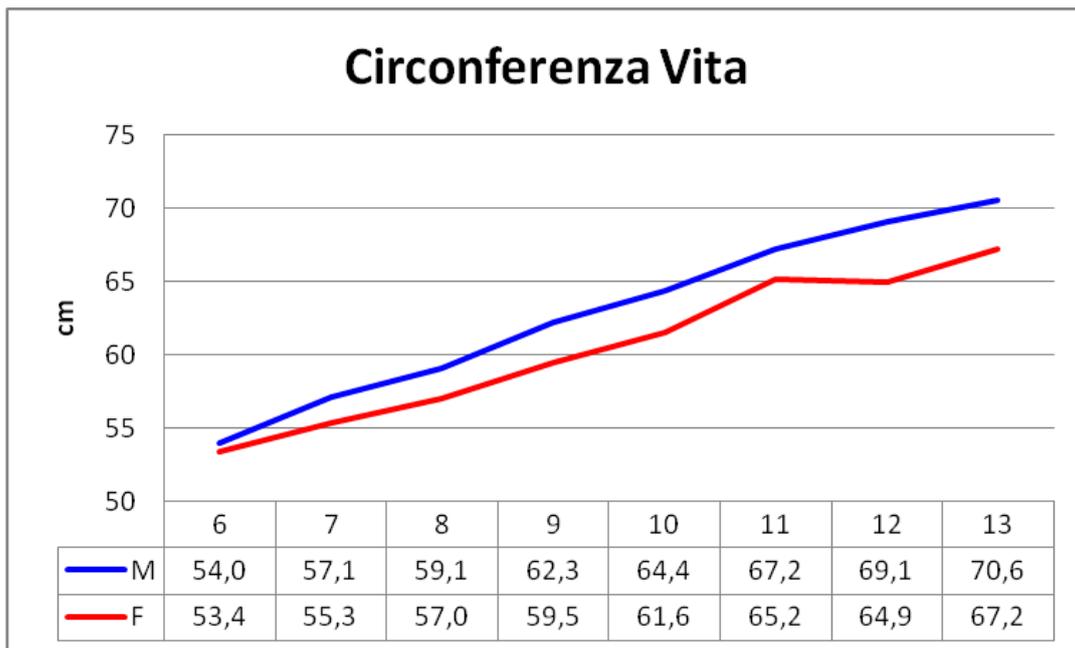
Figura 35. BMI, variazioni longitudinali distinte per sesso.

Tabella 16. BMI, differenze statistiche suddivise per sesso ed età. NS = non significatività.

\* = significatività maschi. \* = significatività femmine.

BMI	6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni
6 anni		*	*	*	*	*	*	*
7 anni	NS		NS	*	*	*	NS	*
8 anni	*	*		*	*	*	*	*
9 anni	*	*	*		NS	*	NS	*
10 anni	*	*	*	NS		*	NS	NS
11 anni	*	*	*	*	NS		NS	NS
12 anni	*	*	*	*	*	*		NS
13 anni	*	*	*	*	*	*	*	

La **circonferenza vita** presenta una crescita costante con l'età e risulta particolarmente regolare tra i soggetti maschi (Figura 36). Tra le femmine osserviamo una leggera accelerazione a 10 e 11 anni che prosegue tendenzialmente negli anni successivi.



*Figura 36. Circonferenza vita, variazioni longitudinali distinte per sesso.*

Le variazioni delle dimensioni della circonferenza vita mostrano valori significativi quasi nella totalità del campione di entrambi i sessi, con alcune eccezioni specialmente nei maschi di 13 anni (Tabella 17).

Tabella 17. Circonferenza vita, differenze statistiche suddivise per sesso ed età.

NS = non significatività. \* = significatività maschi. \* = significatività femmine.

Vita	6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni
6 anni		*	*	*	*	*	*	*
7 anni	*		*	*	*	*	*	NS
8 anni	*	*		*	*	*	*	NS
9 anni	*	*	*		*	*	*	NS
10 anni	*	*	*	*		NS	NS	NS
11 anni	*	*	*	*	NS		NS	NS
12 anni	*	*	*	*	NS	NS		NS
13 anni	*	*	*	*	*	NS	*	

Il **WHR** segue un andamento sostanzialmente identico sia nel campione femminile sia in quello maschile (Figura 37). Dai 7 anni in poi il WHR tende lentamente a calare in entrambi i sessi.

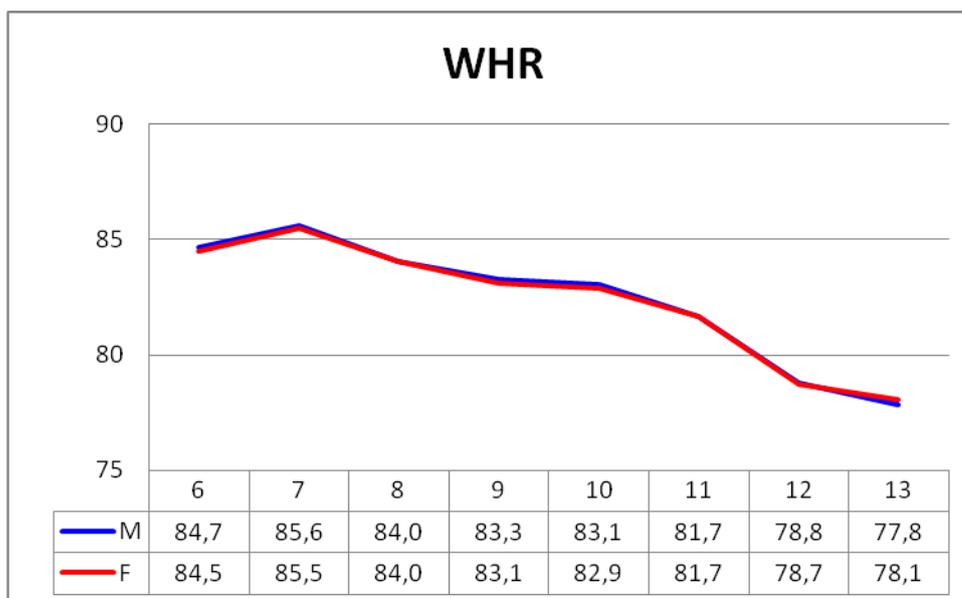


Figura 37. Rapporto Vita/Fianchi (WHR), variazioni longitudinali distinte per sesso.

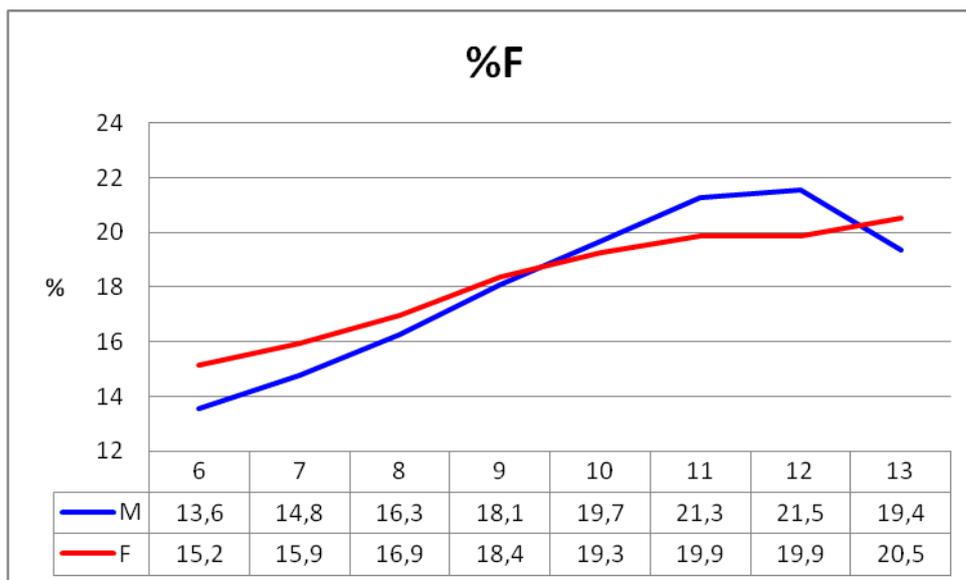
Il WHR presenta valori significativamente differenti con l'età in entrambi i sessi, con frequenza però maggiore nel sesso femminile (Tabella 18).

*Tabella 18. WHR, differenze statistiche suddivise per sesso ed età.*

*NS = non significatività. \* = significatività maschi. \* = significatività femmine.*

WHR	6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni
6 anni		*	*	*	*	*	NS	*
7 anni	*		*	*	*	NS	NS	*
8 anni	*	NS		NS	NS	NS	NS	*
9 anni	*	*	*		NS	NS	NS	*
10 anni	*	*	*	NS		NS	NS	*
11 anni	*	NS	NS	NS	NS		NS	NS
12 anni	*	*	*	NS	*	NS		*
13 anni	*	*	*	*	*	*	*	

La percentuale di massa grassa (%F) rimane abbastanza comparabile nei due sessi (Figura 38); dopo i 12 anni nei maschi si nota una netta diminuzione dei valori di percentuale di massa grassa, mentre nelle femmine l'incremento di %F continua.



*Figura 38. Percentuale di massa grassa (%F), variazioni longitudinali distinte per sesso.*

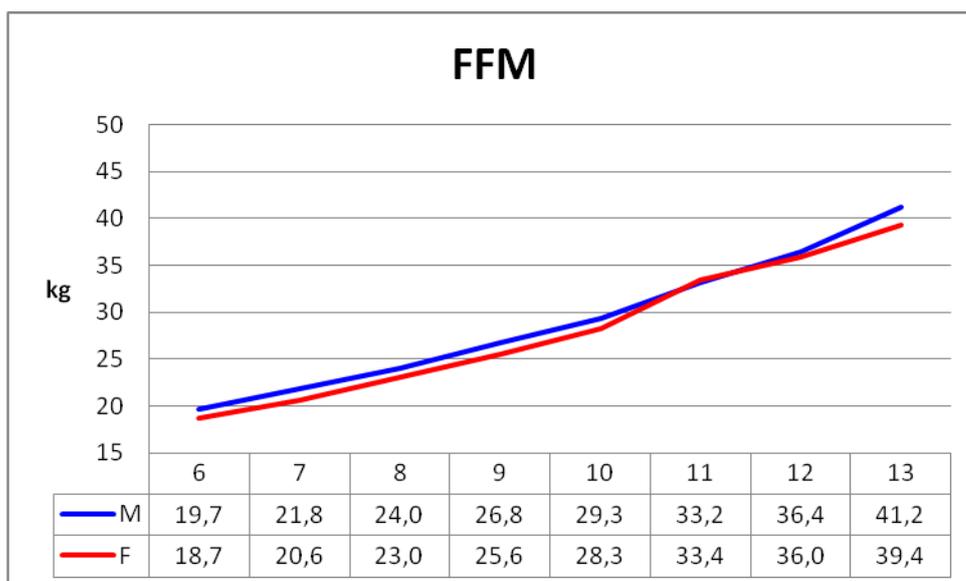
La variabilità della percentuale di massa grassa durante l'accrescimento raggiunge livelli di significatività più frequentemente nel campione femminile (Tabella 19), tra i maschi le differenze sono più modeste specialmente dopo gli 11 anni.

*Tabella 19. %F, differenze statistiche suddivise per sesso ed età.*

*NS = non significatività. \* = significatività maschi. \* = significatività femmine.*

%F	6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni
6 anni		*	*	*	*	*	*	NS
7 anni	*		NS	*	*	NS	NS	NS
8 anni	*	NS		*	*	NS	*	NS
9 anni	*	*	*		NS	NS	NS	NS
10 anni	*	*	*	NS		NS	NS	NS
11 anni	*	NS	NS	NS	NS		NS	NS
12 anni	*	*	*	NS	NS	NS		NS
13 anni	*	*	*	NS	NS	NS	NS	

La massa magra (**FFM**) presenta una crescita abbastanza comparabile in entrambi i sessi (Figura 39). I valori sono mediamente superiori nei maschi ad eccezione dell'intervallo tra i 10 e i 12 anni in cui i valori si eguagliano; ciò è verosimilmente riconducibile allo scatto puberale del sesso femminile.



*Figura 39. Percentuale di massa grassa (%F),  
variazioni longitudinali distinte per sesso.*

Le variazioni con l'età relative alla massa magra (FFM) raggiungono significatività statistica nella maggior parte dei casi in entrambi i sessi (Tabella 20).

*Tabella 20. FFM, differenze statistiche suddivise per sesso ed età.*

*NS = non significatività. \* = significatività maschi. \* = significatività femmine.*

	6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni
6 anni		*	*	*	*	*	*	*
7 anni	*		*	*	*	*	*	*
8 anni	*	*		*	*	*	*	*
9 anni	*	*	*		*	*	*	*
10 anni	*	*	*	*		*	*	NS
11 anni	*	*	*	*	*		*	NS
12 anni	*	*	*	*	*	*		*
13 anni	*	*	*	*	*	*	*	

## 2.3 Tracking dello stato ponderale

Lo stato ponderale dei soggetti analizzati è stato definito per mezzo di cut off proposti da Cole et al. (2000, 2007) sulla base dei valori di BMI preventivamente calcolati.

Come abbiamo già evidenziato nel capitolo 1, sul campione complessivo da noi esaminato sono state calcolate le distribuzioni riportate in Tabella 21.

*Tabella 21. Stato ponderale del campione complessivo, suddivise per età e sesso.*

%	6 ANNI		7 ANNI		8 ANNI		9 ANNI		10 ANNI		11 ANNI		12 ANNI		13 ANNI		14 ANNI	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
<b>Sottopeso</b>	2,9	1,4	1,2	2,5	5,7	5,4	3,9	3,3	3,3	4,0	0,5	1,9	1,0	2,3	0,9	0,5	0,0	0,8
<b>Normopeso</b>	76,5	82,7	79,5	78,4	71,1	72,2	68,2	73,3	70,1	74,7	65,2	72,7	68,3	78,1	73,2	85,4	78,1	82,1
<b>Sovrappeso</b>	14,7	13,0	11,9	15,4	15,1	17,5	22,9	20,1	23,3	18,8	29,6	21,1	26,1	19,0	25,0	13,1	19,4	17,1
<b>Obeso</b>	5,9	2,9	7,4	3,7	8,1	4,9	5,0	3,3	3,3	2,5	4,7	4,3	4,6	0,6	0,9	1,0	2,5	0,0

Per seguire dettagliatamente l'evoluzione degli stati ponderali nel tempo, si è utilizzato lo stesso sottocampione sul quale sono stati valutati, in questo capitolo, l'andamento e gli incrementi longitudinali dei dati. In particolare vengono valutate le transizioni da uno stato ponderale ad un altro nei soggetti che dispongono della rilevazione del BMI, in tutte le età considerate.

Il tracking dello stato ponderale è stato considerato in modo particolare nelle fasce di età maggiormente coinvolte nella transizione dalla seconda infanzia alla pubertà.

Nel sesso maschile è stato analizzato quindi il passaggio tra gli 8 e gli 11 anni e tra questi e i 13 anni. Nel sesso femminile invece le modificazioni dello stato ponderale sono state considerate tra gli 8 anni, i 10 anni e i 12 anni, in relazione ai diversi tempi di sviluppo.

Dalla Tabella 1 emerge che i soggetti maschili appartenenti alle categorie estreme (sottopeso e obesi) presentano un miglioramento dello stato ponderale nel periodo considerato. Il 44% dei soggetti sovrappeso diventa normopeso, mentre il 13,6% dei soggetti normopeso diventa sovrappeso.

Un analogo discorso può essere effettuato per le femmine; migliora infatti lo stato ponderale delle categorie estreme e, a fronte di un 14,3% di soggetti che da normopeso diventa sovrappeso, l'80% dei soggetti sovrappeso passa alla categoria dei normopeso (Tabella 22).

Tabella 22. Evoluzione dello stato ponderale nelle età considerate in entrambi i sessi.

### Maschi

8 anni		11 anni		13 anni
Sottopeso n.4	→	Sottopeso n.3 Normopeso n.1	→	Normopeso n.4
Normopeso n.22	→	Normopeso n.20 Sovrappeso n.2	↗	Normopeso n.18 Sovrappeso n.2
Sovrappeso n.9	→	Normopeso n.3 Sovrappeso n.6	→	Normopeso n.1 Sovrappeso n.5
Obeso n.2	→	Sovrappeso n.2	→	Sovrappeso n.2

### Femmine

8 anni		10 anni		12 anni
Sottopeso n.2	→	Sottopeso n.1 Normopeso n.1	→	Normopeso n.2
Normopeso n.28	→	Normopeso n.26 Sovrappeso n.2	↗	Normopeso n.23 Sovrappeso n.3
Sovrappeso n.10	→	Normopeso n.7 Sovrappeso n.3	→	Normopeso n.1 Sovrappeso n.2
Obeso n.1	→	Sovrappeso n.1	→	Sovrappeso n.1

Complessivamente, come frequentemente osservato anche in letteratura (Toselli et al, 2012), con l'aumentare dell'età lo stato ponderale tende a consolidarsi verso i valori di normopeso in entrambi i sessi; nel campione da noi esaminato l'incremento dei soggetti normopeso raggiunge percentuali vicine al 20% nelle femmine e al 10% nei maschi.

I soggetti sovrappeso presentano modeste oscillazioni in entrambi i sessi con lieve tendenza a crescere nei maschi e a diminuire nelle femmine. Gli stati ponderali estremi (sottopeso e obesi) tendono a ridursi con l'età in entrambi i sessi.

Questo potrebbe ricondursi alla tendenza alla riduzione del tessuto adiposo nella fase pre-puberale e, specialmente nelle ragazze, alla maggiore attenzione verso la propria immagine al passare dell'età.

### Capitolo 3. Composizione corporea e stile di vita

Analizziamo ora le relazioni tra parametri descrittivi della composizione corporea e quelli relativi alla composizione corporea. Le variabili qui considerate sono: BMI, Circonferenza Vita, Rapporto vita/fianchi (WHR), %F (massa grassa) e %FFM (massa magra).

Al fine di valutare lo stile di vita si sono prese in esame le ore di attività fisica extrascolastica e le informazioni su titolo di studio del padre, titolo di studio della madre, mezzo di trasporto utilizzato dal ragazzo per recarsi a scuola e numero di ore di sedentarietà nell'arco della settimana, ottenute attraverso la somministrazione del "Minnesota Leisure Physical Activity Questionnaire".

Il sottocampione esaminato in questa sezione comprende soltanto i soggetti rilevati nell'ultimo anno di indagine (2012) in quanto per le annate precedenti i dati del questionario non erano disponibili.

I soggetti esaminati sono 364, equamente divisi in 182 maschi e 182 femmine, di età compresa tra 11 e 14 anni.

La descrizione e le frequenze percentuali, distinte per genere, delle variabili relative allo stile di vita sono descritte nella Tabella 23.

Nella Tabella 24 sono riportati i valori medi dei parametri antropometrici inerenti il campione in esame, suddivisi in base al sesso.

*Tabella 23. Variabili antropometriche, valori medi distinti per sesso.*

	<b>BMI</b>	<b>Circ. Vita (cm)</b>	<b>WHR</b>	<b>%F</b>	<b>%FFM</b>
<b>Maschi</b>	20,2 (3,0)	71,1 (8,1)	84,4 (6,5)	21,0	79,0
<i>Femmine</i>	19,8 (3,0)	66,9 (8,1)	77,7 (6,5)	21,4	78,8

Tabella 24. Stile di vita, frequenze delle variabili distinte per genere.

<b>Titolo di studio Padre</b>		
%	Maschi	Femmine
Laurea o Diploma	84,8	82,7
Medie o Elementari	15,2	17,3

<b>Titolo di studio Madre</b>		
%	Maschi	Femmine
Laurea o Diploma	89,3	87,9
Medie o Elementari	10,7	12,1

<b>Mezzo di Trasporto</b>		
%	Maschi	Femmine
Auto o Moto	22,8	31,4
Bici o Piedi	77,2	68,6

<b>Ore Sedentarietà settimanale</b>		
%	Maschi	Femmine
< 4	34,1	41,1
> 4	65,9	58,9

Cominciamo con il considerare la relazione tra ore di attività sportiva extrascolastica e aspetti antropometrici informativi circa la composizione corporea. Questa parte dell'indagine è stata approfondita maggiormente rispetto agli indicatori del questionario, in quanto uno degli scopi del presente studio riguarda la valutazione della possibile influenza della pratica sportiva sulla composizione corporea dei ragazzi.

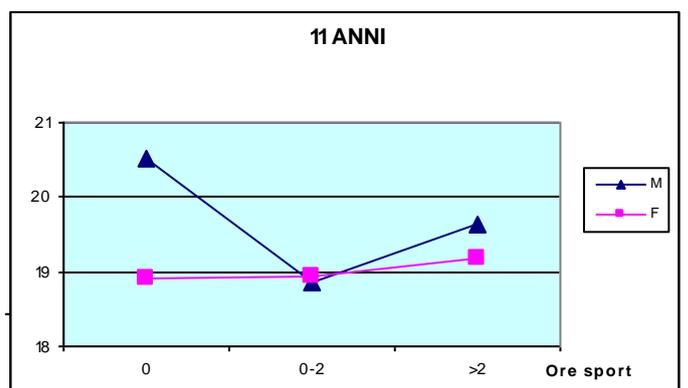
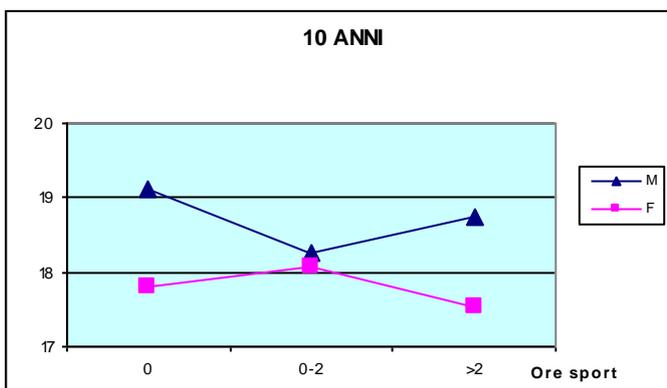
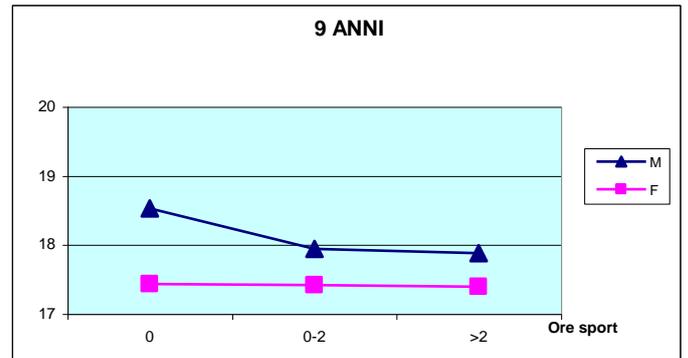
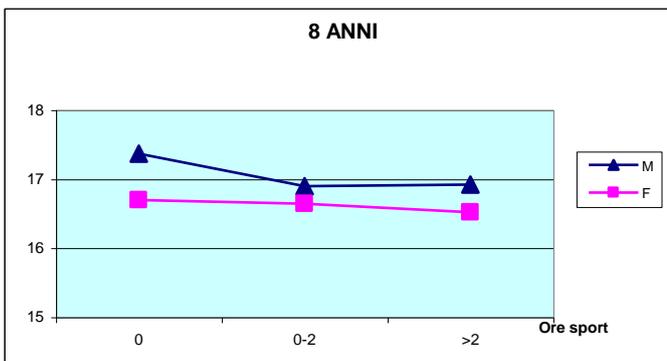
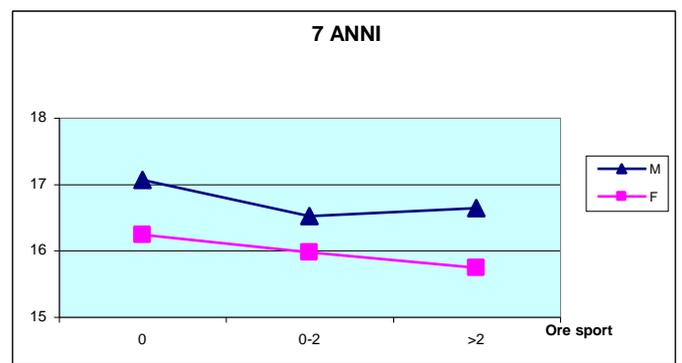
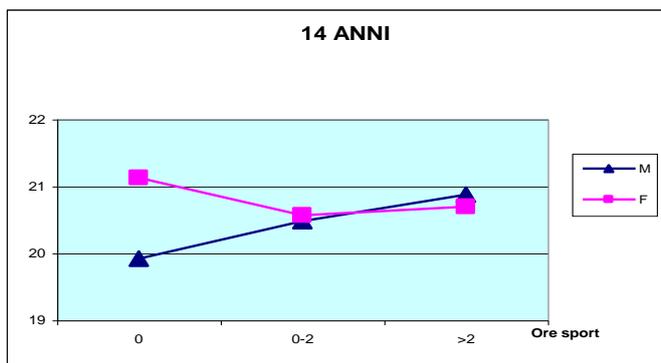
### 3.1 Attività Sportiva

L'attività fisica considerata è stata definita sulla base delle ore settimanali di attività sportiva extrascolastica che ogni soggetto ha dichiarato di praticare. Il totale delle ore di attività è stato da noi suddiviso in 3 categorie: 0 ore settimanali, da 0 a 2 ore settimanali (0-2) e più di 2 ore settimanali (>2).

Le relazioni con le caratteristiche antropometriche sono state valutate per ogni classe di età (6-14 anni) e distinte per genere, valutando la significatività statistica ( $p < 0,05$ ) delle differenze riscontrate

## BMI

L'indice di massa corporea (BMI) risente in misura variabile dell'effetto dell'attività sportiva (Figura 17), mediamente il valore di BMI presenta una diminuzione nei soggetti che praticano attività sportiva rispetto a quelli che non la praticano. In generale si tratta di andamenti tendenziali che raggiungono significatività statistica unicamente a 12 e 13 anni rispettivamente tra i tre gruppi di ore considerate e tra soggetti mediamente attivi e molto attivi, nei maschi. (Figura 40).



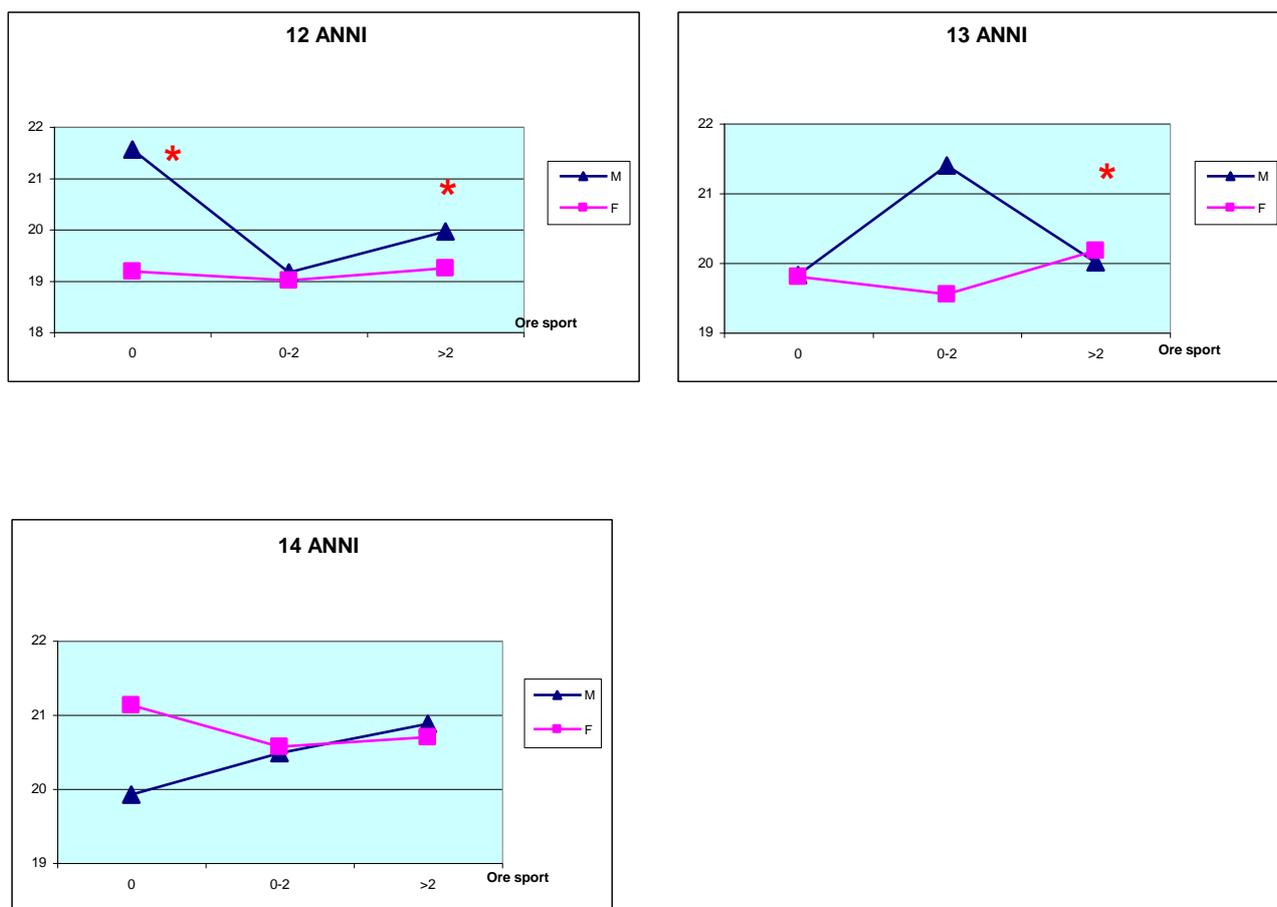


Figura 40. BMI e attività sportiva, campione suddiviso per età e genere.

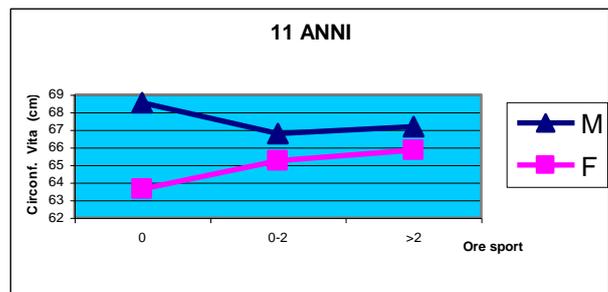
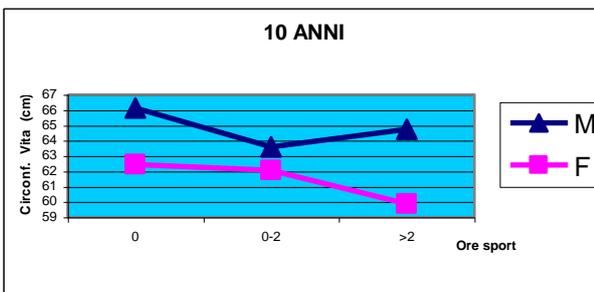
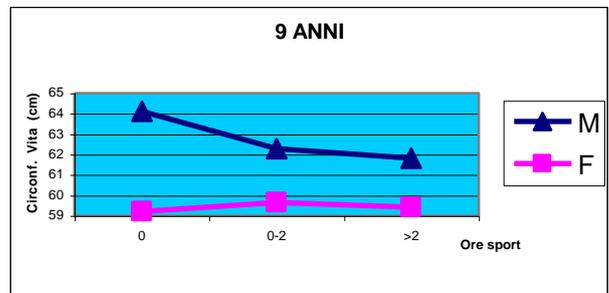
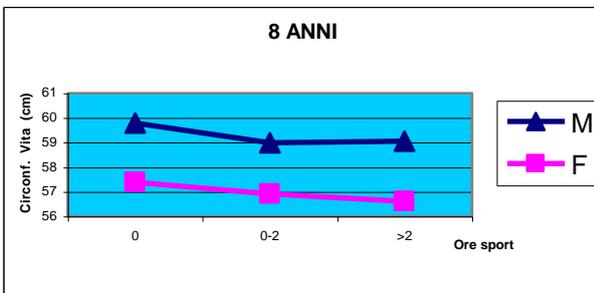
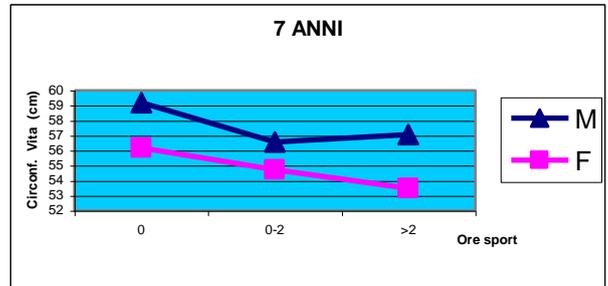
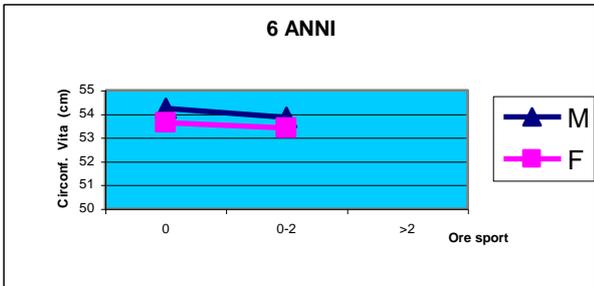
\* = significatività statistica.

### Circonferenza Vita

La circonferenza vita mostra una tendenza a diminuire con l'aumentare delle ore di attività sportiva nella maggioranza del campione osservato (Figura 41).

Le femmine di 11 anni e i maschi di 13 e 14 anni rappresentano un'eccezione, mostrando talvolta un incremento dei valori all'aumentare delle ore di pratica sportiva.

E' da sottolineare, tuttavia, che quanto osservato deve essere considerato tendenziale e non confermato, in quanto non sono presenti differenze significative ( $p < 0,05$ ) nella relazione tra circonferenza vita e attività sportiva, in nessuna classe di età.



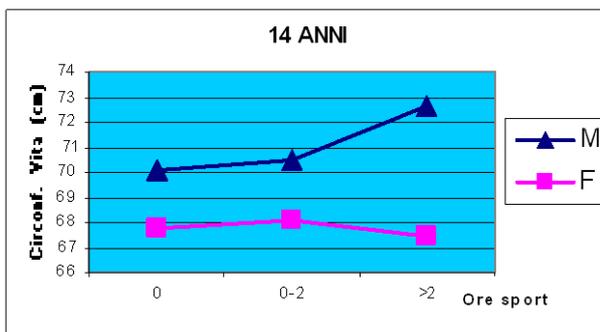
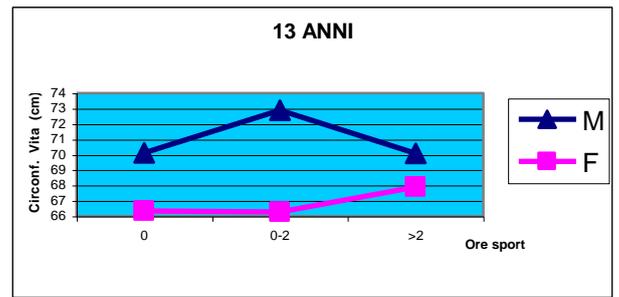
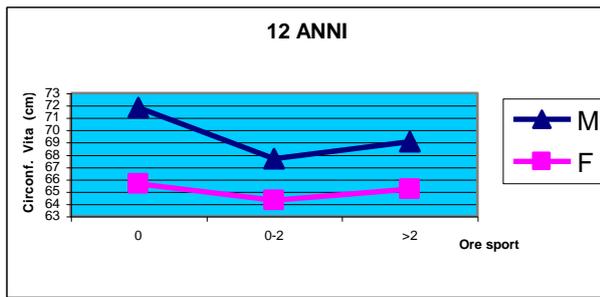


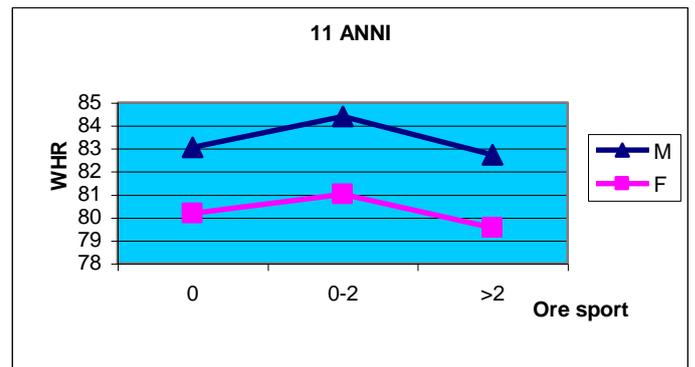
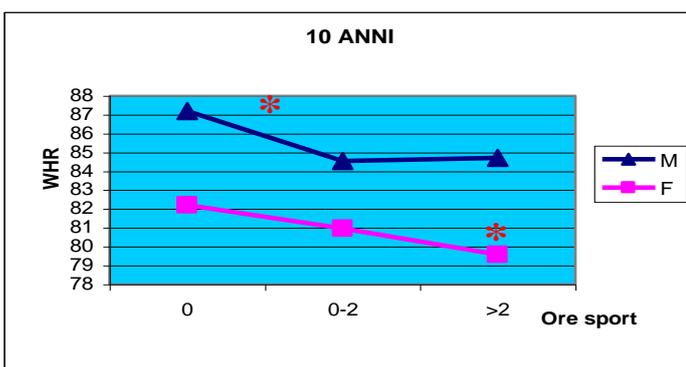
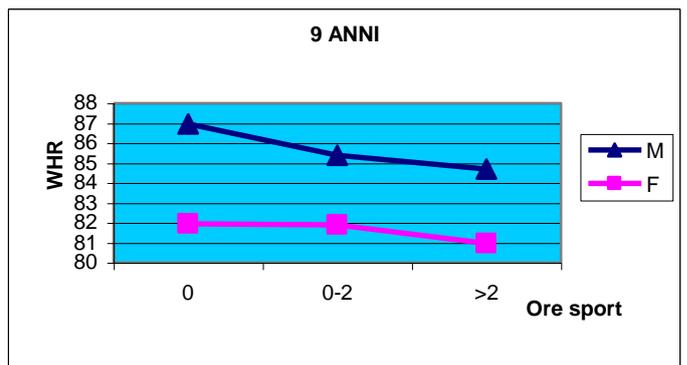
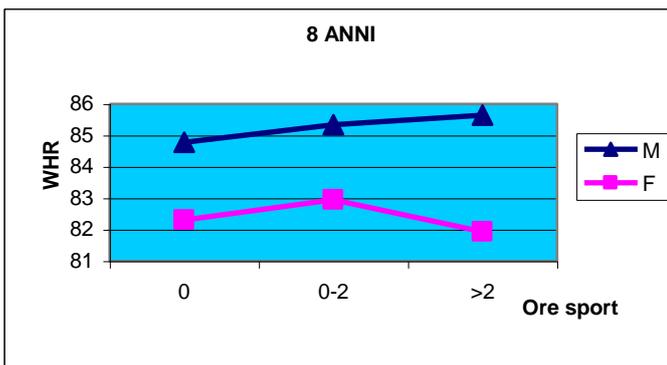
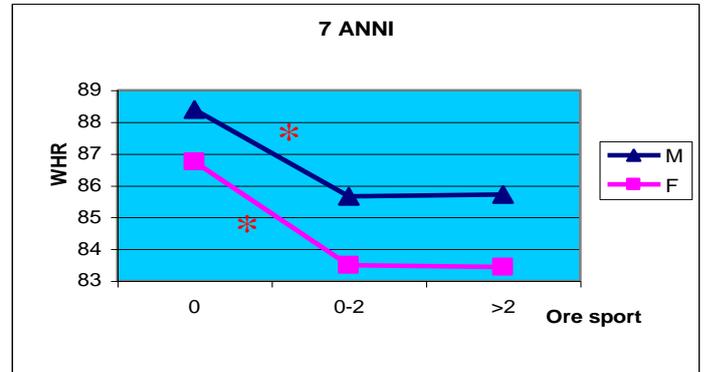
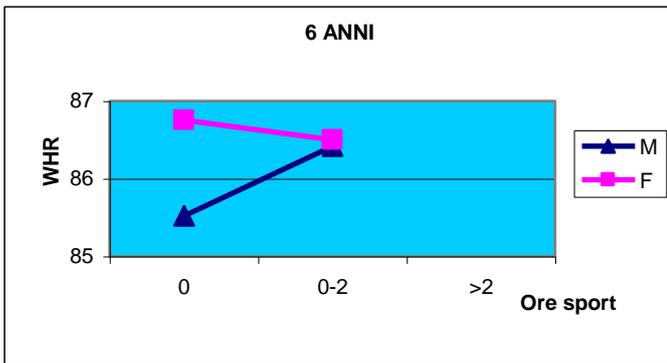
Figura 41. Circonferenza vita e attività sportiva, campione suddiviso per età e genere. \* = significatività statistica.

### Rapporto Vita/Fianchi (WHR)

Analogamente a quanto osservato per il perimetro della vita, anche per il rapporto vita/fianchi si osserva, in generale, una diminuzione dei valori all'aumentare dell'attività sportiva (Figura 42). Questo si riscontra in particolar modo nel sesso femminile. Alcune eccezioni si riscontrano nelle femmine di 11 e 14 anni, dove i valori più alti di WHR si trovano nei soggetti mediamente attivi e in quelle di 13 anni, dove i soggetti mediamente attivi presentano invece i valori inferiori.

Nei maschi, a fronte di una generale diminuzione del WHR in relazione all'aumento delle ore di attività, si osserva invece un andamento inverso nei bambini di 6 e 8 anni. Nei maschi di 11 anni il valore di WHR è massimo nei soggetti mediamente attivi; nei soggetti di 14 anni invece i soggetti mediamente attivi presentano i valori più bassi di WHR.

Sono presenti differenze significative ( $p < 0,05$ ) nella relazione tra WHR e attività sportiva nelle classi di età di 7 e 10 anni in entrambi i sessi, e di 14 anni nelle femmine (Figura 42).



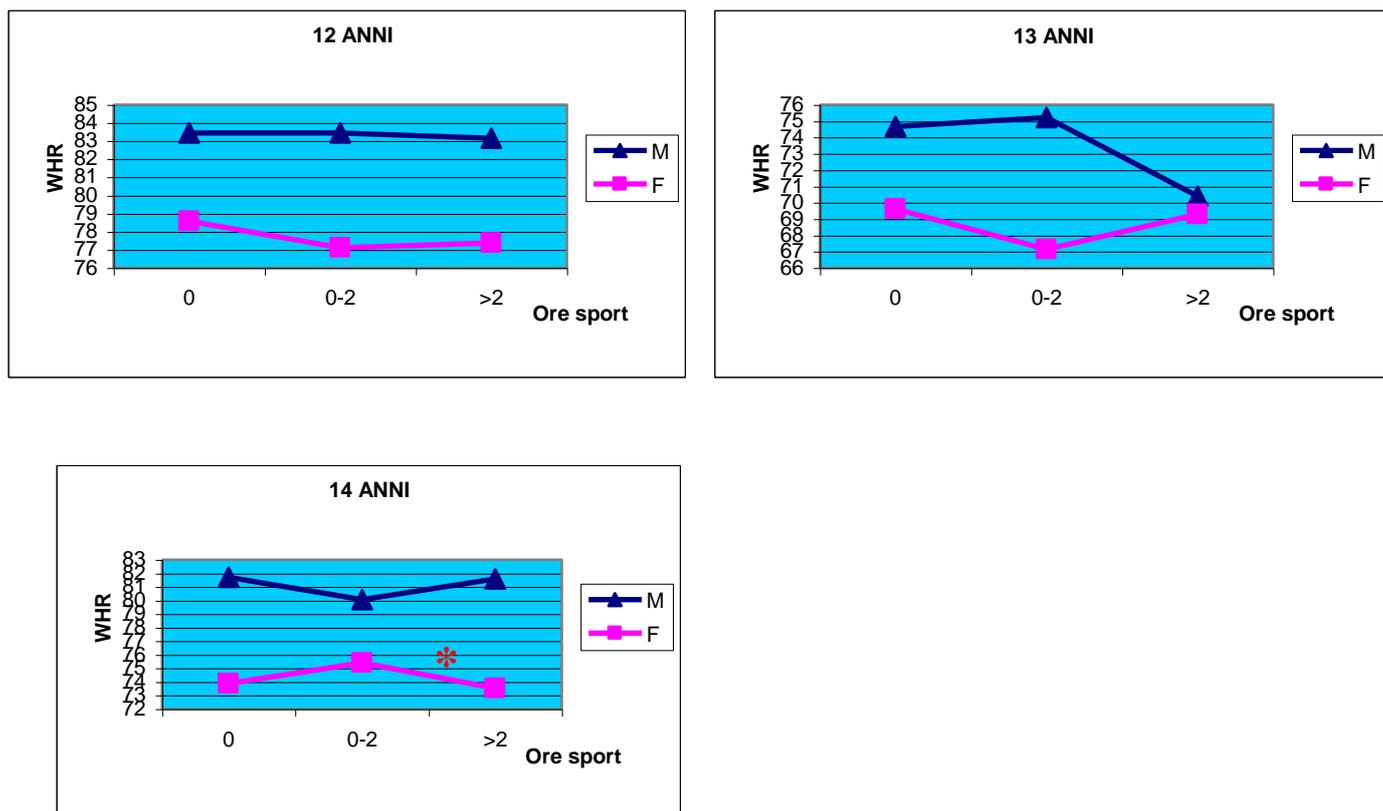


Figura 42. WHR e attività sportiva, campione suddiviso per età e genere.

\* = significatività statistica

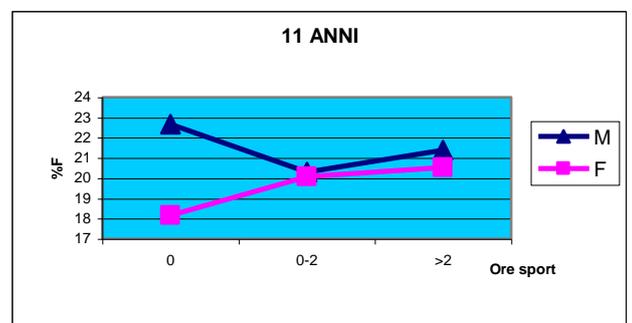
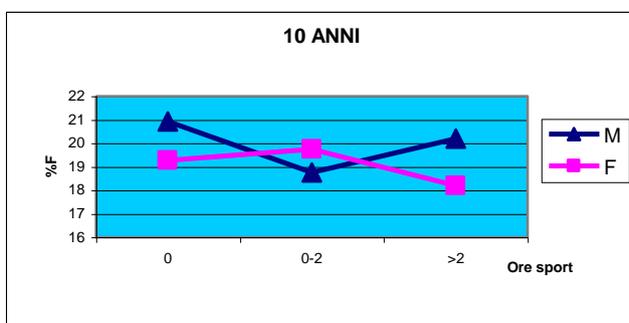
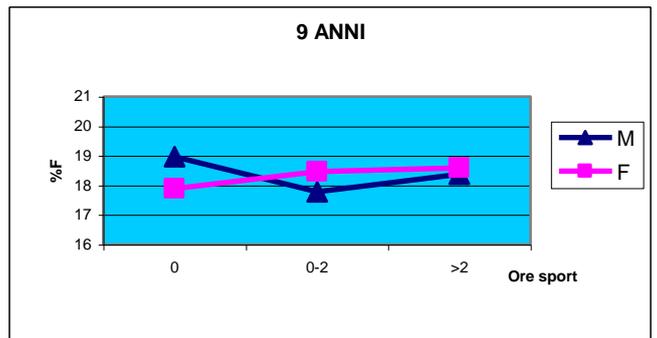
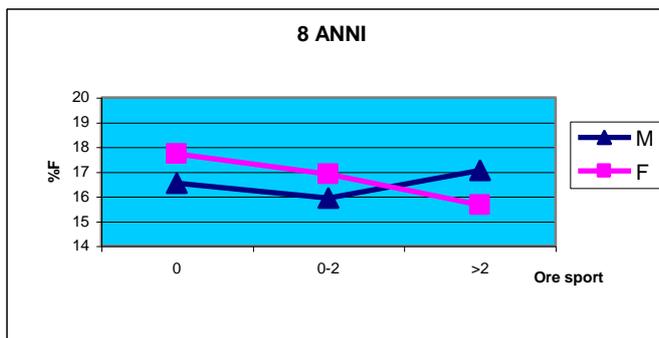
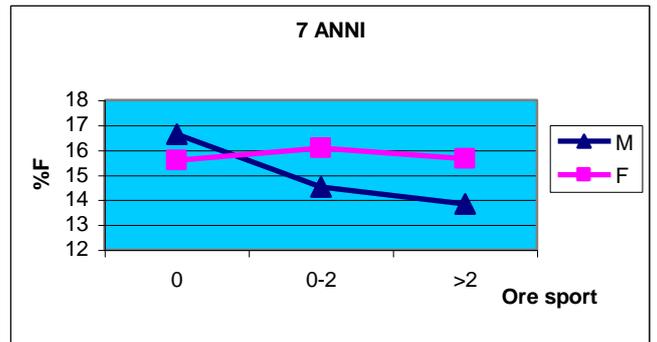
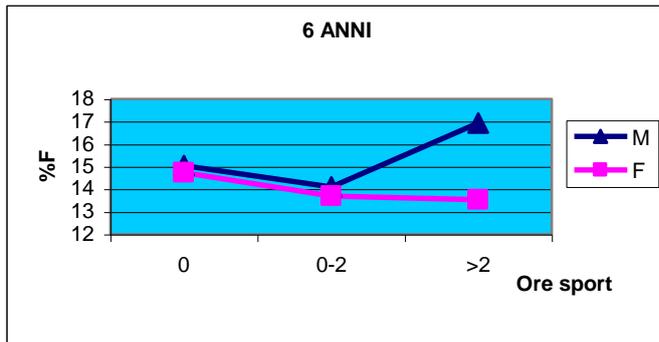
### Massa Grassa (%F)

L'attività sportiva sembra essere legata in entrambi i sessi ad una diminuzione della massa grassa (%F) in molte classi di età (Figura 43). Andamenti opposti si osservano però nelle femmine di 11 anni e nei maschi di 14 anni, in cui la %F è minima nei soggetti inattivi. Nei maschi di 6 anni si trovano invece i valori più alti di massa grassa nei soggetti più attivi.

L'analisi delle differenze statistiche tra valori di percentuale di massa grassa e ore di attività sportiva extrascolastica a ciascuna età non produce risultati significativi ( $p < 0,05$ ).

Questo può suggerire che la quantità di attività sportiva extrascolastica, che al massimo arriva a raggiungere circa 10 ore settimanali, non è sufficiente ad indurre variazioni evidenti della massa grassa.

Inoltre bisogna considerare la variabilità del tessuto adiposo legata all'età, che può mascherare anche gli effetti della pratica sportiva. Non è quindi possibile individuare una correlazione evidente ed univoca tra massa grassa e attività sportiva, tra i soggetti con età compresa tra 6 e 14 anni.



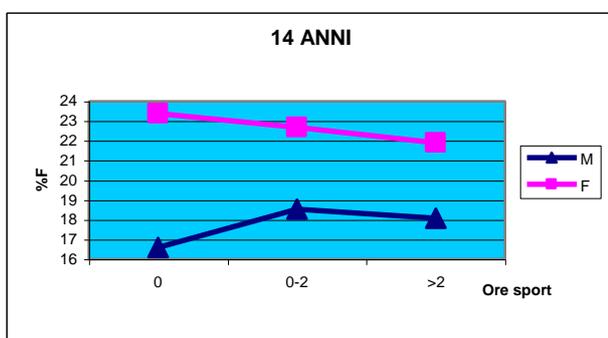
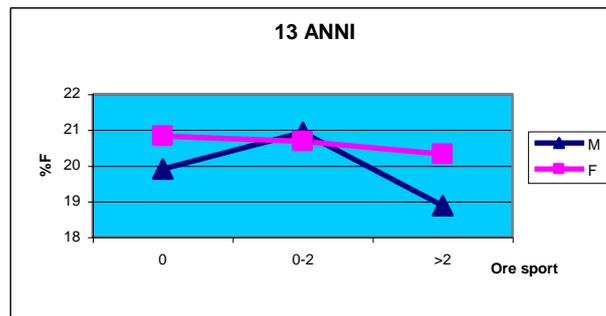
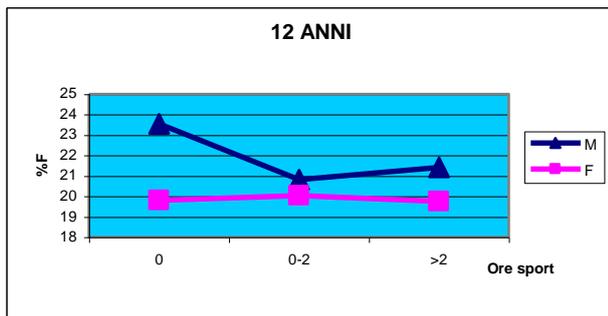


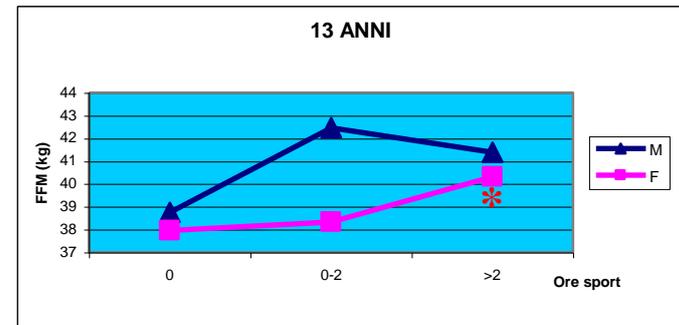
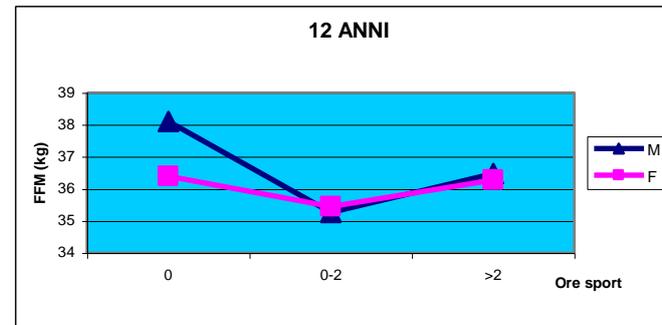
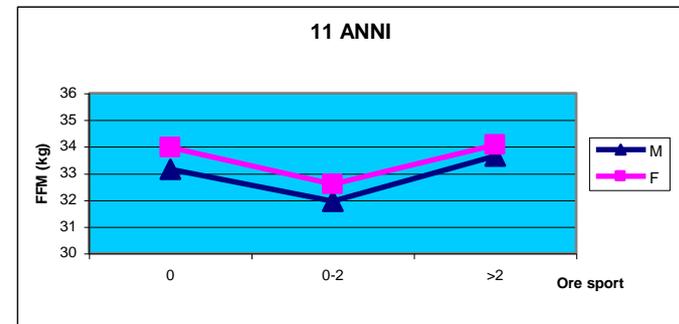
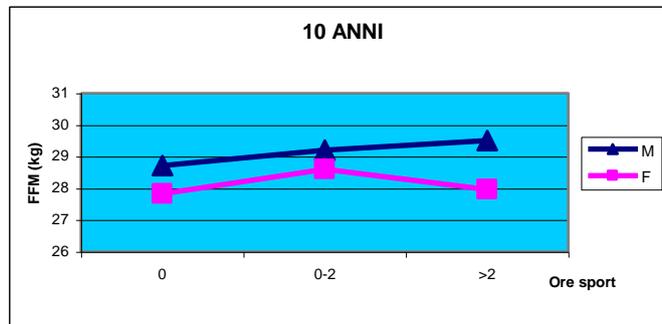
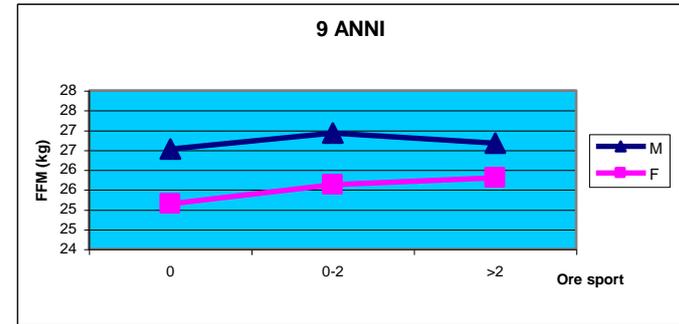
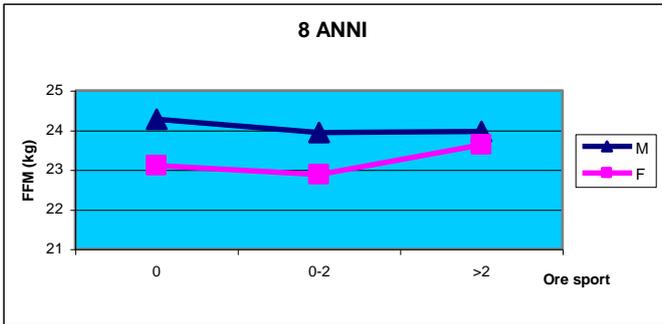
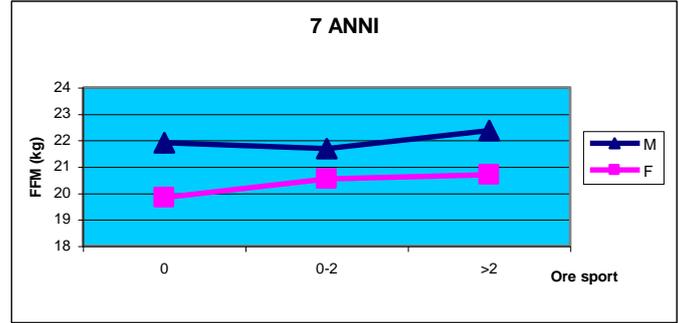
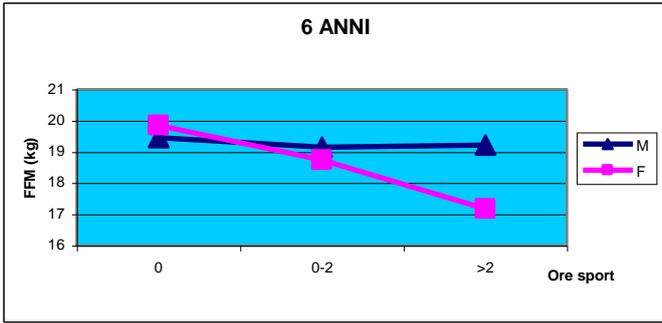
Figura 43. Massa grassa e attività sportiva, campione suddiviso per età e genere.

\* = significatività statistica.

### Massa Magra (FFM)

La massa magra aumenta in relazione all'incremento di ore di sport settimanali in gran parte del campione (Figura 441). Nel sesso femminile l'aumento di FFM è quasi sempre parallelo all'aumento di ore dedicate allo sport.

Nei maschi la FFM cresce con l'aumentare dell'attività sportiva in molte fasce di età; nei soggetti di 11 e 12 anni la quantità di massa magra è superiore nei soggetti mediamente sportivi (0-2 ore di sport settimanale). Soltanto a 13 anni si riscontrano valori statisticamente significativi tra soggetti inattivi e soggetti molto attivi di sesso femminile.



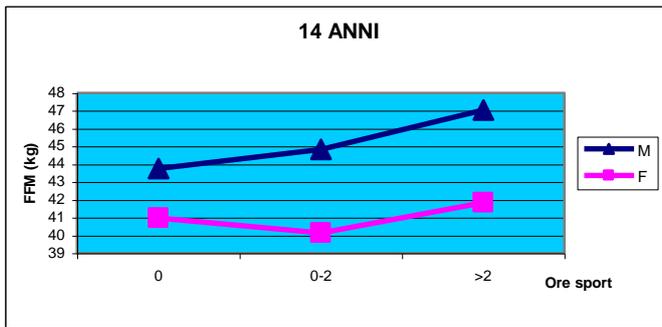
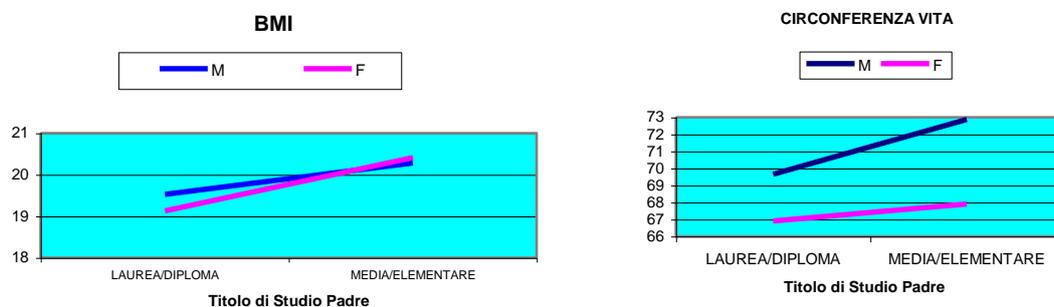


Figura 44. Massa magra e attività sportiva, campione suddiviso per età e genere.

\* = significatività statistica.

### 3.2 Stile di Vita

Consideriamo quindi gli indicatori di stile di vita tratti dal Minnesota Questionnaire. Il **titolo di studio** dei genitori pare influenzare sia il BMI sia la circonferenza vita, che tendono ad aumentare in entrambi i sessi in relazione ad una minore scolarizzazione dei genitori. Il WHR non ne risente molto nei maschi e nelle femmine diminuisce in misura modesta per i ragazzi i cui genitori hanno un titolo di studio “Medie o elementari”. La percentuale di grasso corporeo tende ad aumentare quando il titolo di studio materno è di basso livello in entrambi i sessi. Se il titolo di studio paterno è basso, si ha una modesta riduzione della %F soltanto nelle femmine. (Figura 45).



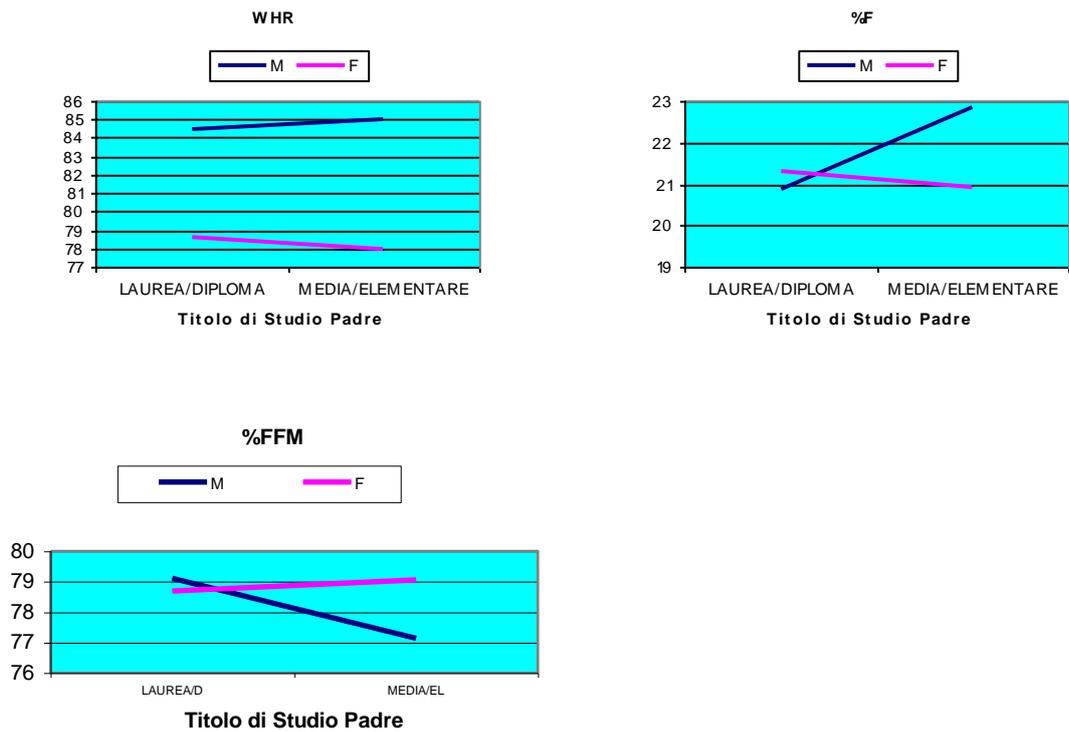
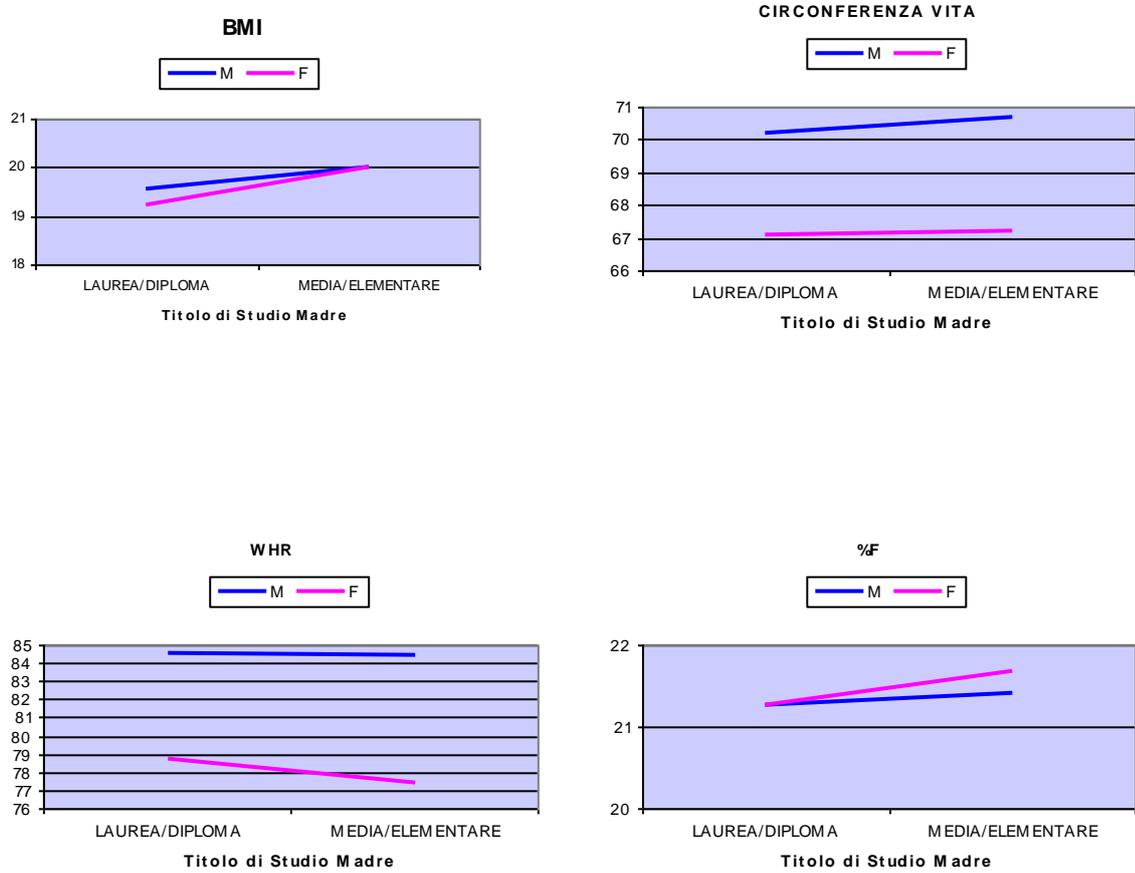


Figura 45. Titolo di studio padre, relazioni con caratteri antropometrici e sport.



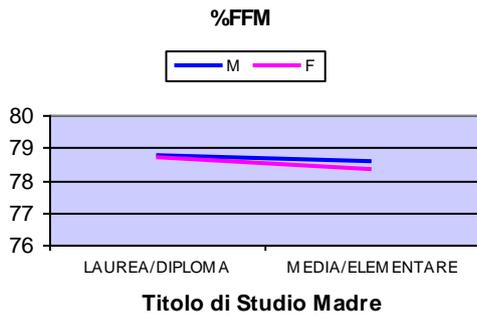
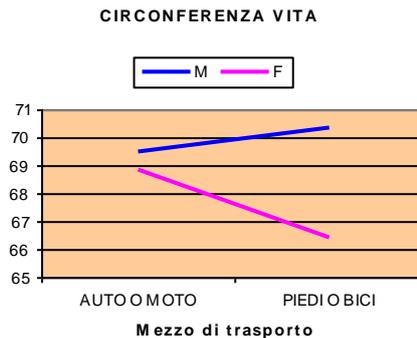
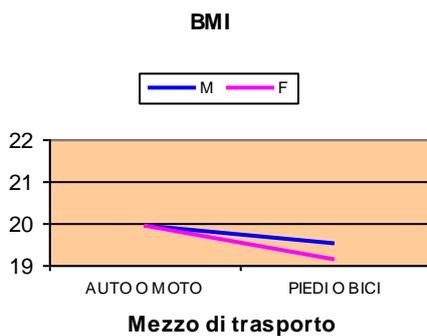


Figura 46. Titolo di studio madre, relazioni con caratteri antropometrici e sport.

Il **mezzo di trasporto** prevalentemente utilizzato dagli alunni per recarsi a scuola è stato da noi suddiviso nella categoria “Auto o moto” e “Piedi o bici” (Figura 47), al fine di distinguere i mezzi di locomozione a motore da quelli che presuppongono un dispendio energetico.

Gli indicatori di composizione corporea considerati diminuiscono in entrambi i sessi se il soggetto si reca a scuola a piedi o in bicicletta con l’unica eccezione di circonferenza vita e %F nei maschi, con modeste tendenze alla diminuzione probabilmente di origine campionaria.



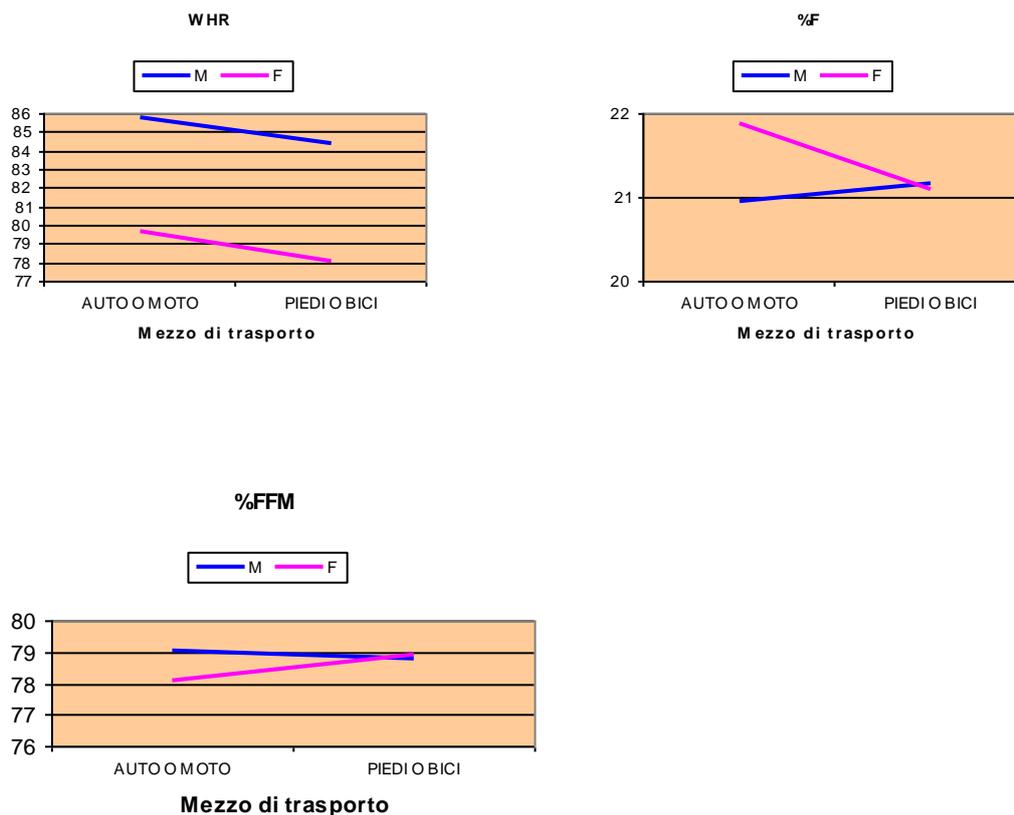


Figura 47. Mezzo di trasporto, relazioni con caratteri antropometrici e sport.

Le **ore di sedentarietà** durante la settimana sono state divise da noi in due categorie principali: “<4” se le ore settimanali sedentarie non sono maggiori di 4 e “4” se superano 4 ore di sedentarietà settimanale (Figura 48). Di queste ore non fanno parte quelle ore dedicate al sonno, all’attività scolastica e ai pasti. Come si nota nella Tabella 19, la maggior parte dei ragazzi trascorre più di 4 ore settimanali dedicandosi ad attività sedentarie. Nelle ragazze l’aumento della sedentarietà si accompagna ad un aumento, più o meno accentuato, di tutti gli indicatori di composizione corporea, esclusa la FFM che si riduce. Nei maschi al contrario questi tendono tutti a diminuire con l’aumento dell’attività sedentaria, ad eccezione del WHR che rimane stabile e della FFM che aumenta. Questo dato è, almeno in parte, in contrasto con le aspettative, ma se si considera il campione analizzato per questo aspetto comprende i soggetti da 11 a 14 anni, si può ipotizzare che le variazioni somatiche e fisiologiche legate alla pubertà possono mascherare l’influenza negativa dell’attività sedentaria.

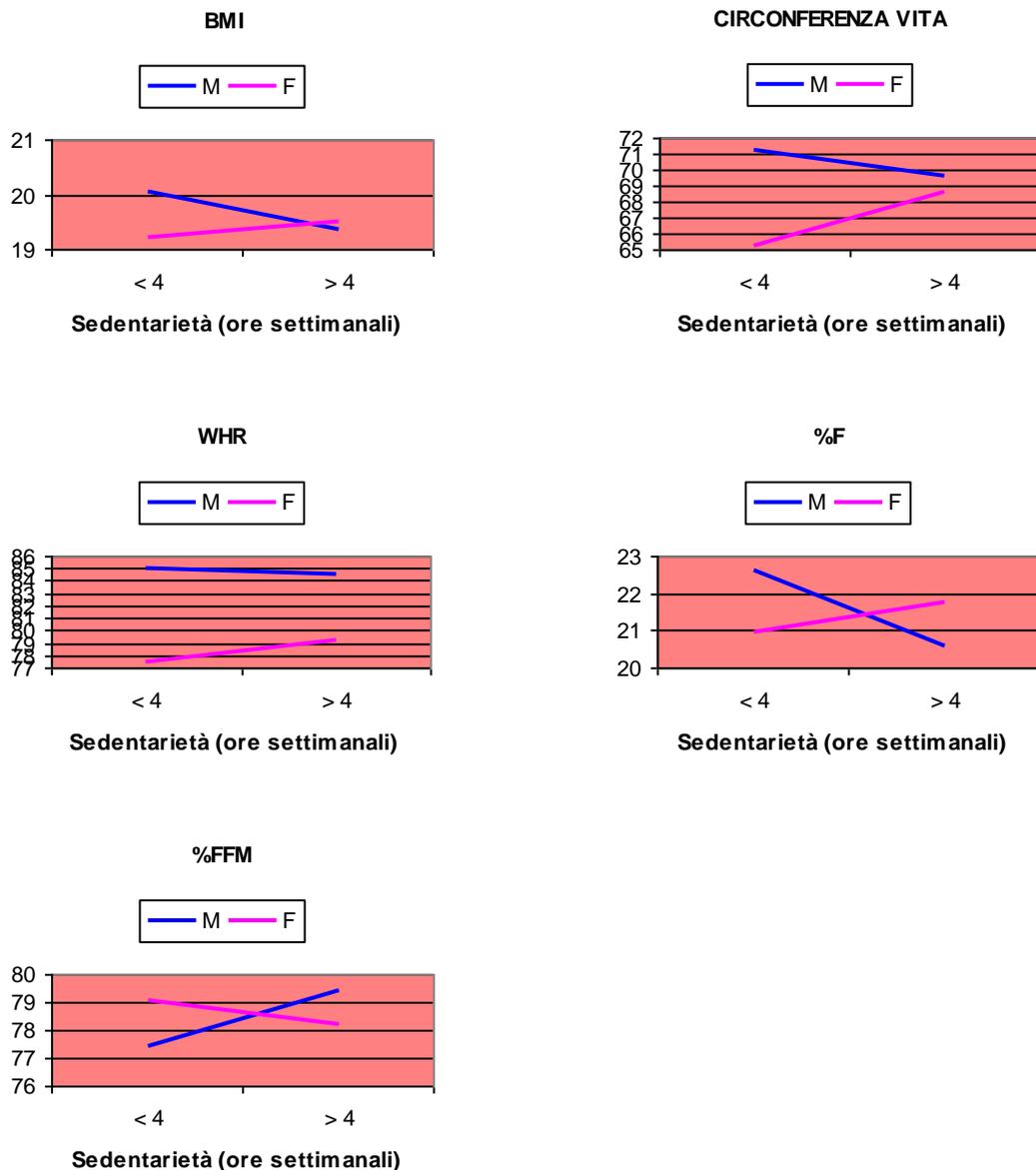


Figura 48. Sedentarietà, relazioni con caratteri antropometrici e sport.

Allo stato attuale dell'indagine comunque le variabili antropometriche considerate, messe in relazione con le informazioni inerenti lo stile di vita e l'attività extrascolastica, non presentano in alcun caso differenze statisticamente significative, ma indicano aspetti tendenziali interessanti che meriterebbero ulteriori approfondimenti. Complessivamente la pratica sportiva extrascolastica, in termini di ore settimanali, pur aumentando costantemente con l'età dei ragazzi, non può comunque condizionare molto i parametri di composizione corporea considerati.

Questo può sicuramente collegarsi al fatto che si tratta quasi sempre di attività amatoriali praticate con intensità non particolarmente levate. Nei maschi si passa mediamente da 3,5 ore settimanali a 11 anni a 4,2 ore a 13 anni; nelle femmine da 2,8 ore settimanali a 11 anni a 3,8 ore a 13 anni (Tabella 13 capitolo 1).

Questo livello di intensità di pratica sportiva extrascolastica potrebbe quindi non essere in grado di contrastare altri aspetti quali ad esempio le ore di sedentarietà. Ricordiamo anche che specialmente per i maschi, le ore di pratica sportiva tendono a risentire del grado di scolarizzazione dei genitori (aumentano quando è superiore).

Un altro elemento che non può considerato collaterale riguarda la relazione con il processo fisiologico di accrescimento che comporta importanti variazioni a carico delle strutture di composizione corporea. Ad esempio nei maschi il minore aumento o la diminuzione della %F tra 11 e 14 anni, ed il contemporaneo aumento evidente della FFM sono sia fisiologici sia riconducibili ad una maggiore pratica sportiva, almeno per quanto riguarda il nostro campione.

### 3.3 Questionario Alimentare

Per avere alcune informazioni relative alla qualità della dieta si è utilizzato, sempre sui ragazzi misurati (11-14 anni) nel 2012, 1 questionario alimentare “Kidmed”. Proposto e validato da Serra et al. nel 2004 e frequentemente utilizzato in letteratura, il questionario permette di valutare la qualità della dieta Mediterranea dei soggetti analizzati; la compilazione è avvenuta a cura dalle famiglie.

Il questionario prevede 16 quesiti, a ciascuno dei quali si può attribuire +1 punto oppure -1 punto, per un punteggio totale massimo di 12 punti e minimo di 0 punti.

La qualità della dieta Mediterranea è suddivisa da Serra et al. (2004) in 3 categorie, in base al punteggio ottenuto nel questionario:

- OTTIMALE: punteggio superiore a 8 punti.
- MEDIA o da migliorare: punteggio compreso tra 4 e 7 punti.
- SCARSA: punteggio inferiore a 3 punti

Il questionario è stato somministrato soltanto nell’ultima annata di rilevazioni (anno 2012) e sono rientrati 281 questionari utilmente compilati.

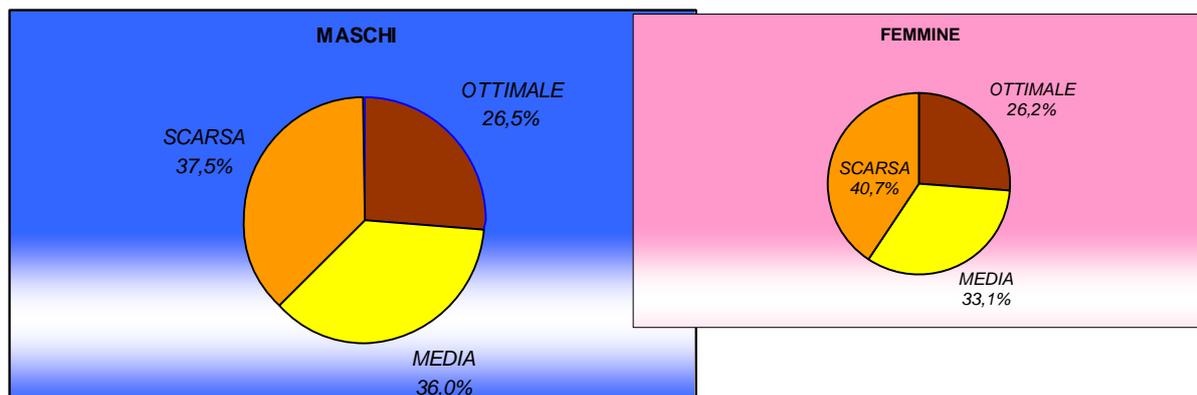
Il campione è quindi composto da 281 soggetti, 136 maschi e 145 femmine, di età compresa tra 11 e 14 anni.

I risultati del questionario riportano dati abbastanza equiparabili nel campione di entrambi i sessi. La qualità della dieta è *Scarsa* nella maggioranza dei casi sia nei maschi sia nelle femmine. Inoltre i soggetti la cui dieta risulta *Ottimale*, sono percentualmente i meno rappresentati in entrambi i sessi.

Nei maschi soltanto il 26,5% dei soggetti presenta una qualità *Ottimale* della dieta (Figura ), mentre ben il 37,5% ha una dieta definibile come *Scarsa*.

Nel campione femminile la situazione rimane praticamente immutata nella categoria *Ottimale*, ma arriva al 40,7% nella categoria *Scarsa* (Figura 49).

Secondo gli autori che lo hanno proposto, la dieta Mediterranea rappresenta una delle diete più salubri con conseguenze positive sulla salute, svolgendo un'azione di protezione verso malattie cardiovascolari, metaboliche e diabetiche.



*Figura 49. Questionario Kidmed, frequenze nel campione distinto per genere.*

Il questionario alimentare Kidmed è formato da 16 items, riportiamo di seguito le frequenze di risposta dei soggetti intervistati ai 5 quesiti più informativi e caratterizzanti un'adeguata dieta Mediterranea.

Le risposte di colore rosso sono considerate negative per una sana dieta Mediterranea. Tra le 5 domande selezionate, sia nei maschi sia nelle femmine, mangiare verdure con poca regolarità risulta essere l'abitudine alimentare errata più frequente.

In entrambi i sessi, le alte percentuali di soggetti che non mangiano frutta tutti i giorni e che invece consumano dolci o caramelle più volte al giorno contribuiscono a peggiorare la qualità della dieta Mediterranea.

Saltare la colazione è più frequente nelle femmine (15,2% vs 12,5%) e andare al fast food più di una volta alla settimana non è per nulla frequente in entrambi i sessi.

Tuttavia, come sopra riportato è l'insieme delle domande proposte nel questionario a fornire una valutazione globale.

*Consumi frutta ogni giorno?*

%	SI	NO
Maschi	75,00	<b>25,00</b>
Femmine	78,62	<b>21,38</b>

*Mangi regolarmente, una volta al giorno, verdure fresche o cotte?*

%	SI	NO
Maschi	58,09	<b>41,91</b>
Femmine	67,59	<b>32,41</b>

*Vai più di una volta alla settimana al fast food?*

%	SI	NO
Maschi	<b>1,47</b>	98,53
Femmine	<b>2,07</b>	97,93

*Salti la colazione?*

%	SI	NO
Maschi	<b>12,50</b>	87,50
Femmine	<b>15,17</b>	84,83

*Consumi dolciumi o caramelle più volte durante la giornata?*

%	SI	NO
Maschi	<b>25,74</b>	74,26
Femmine	<b>23,61</b>	76,39

## Capitolo 4. Prestazioni motorie e caratteri antropometrici

Andiamo ora a valutare le relazioni tra prestazioni di forza della mano e flessibilità dorsale con i seguenti caratteri antropometrici: BMI, Circonferenza vita, WHR, %F e %FFM. Le indagini sono state eseguite su un campione di età compresa tra 6 e 14 anni, suddiviso per genere ed età. Le interazioni tra le variabili prestantive e quelle antropometriche sono state analizzate tramite Correlazione Lineare di Pearson; nelle tabelle sono riportati i valori del coefficiente di correlazione “r” e relativa significatività ( $p < 0,05$ ). Come si nota nelle Tabelle dalla 25 alla 29, la **forza di presa delle mani** è significativamente e positivamente correlata con BMI, circonferenza vita e FFM, sia nei maschi sia nelle femmine, nella maggioranza dei casi. Modeste sono invece le correlazioni con il WHR nei maschi e nelle ragazze solo a 7 anni (correlazione negativa e molto bassa) e a 12,13 e 14 anni. La correlazione tra forza di presa e %F si ha unicamente a 8, 9 e 10 anni nei maschi e a 12 e 13 anni nelle femmine. Tuttavia è da segnalare che i valori di r risultano contenuti, attestandosi, mediamente intorno allo 0,3 tranne che per la %FFM ove si raggiungono valori di r anche di 0,68 nei maschi di 13 anni.

### BMI

MASCHI		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	0,338	0,334	0,313	0,287	0,327	0,186	0,327	0,228	0,315
	p	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,001	0,000
Forza Mano Sinistra	r	0,316	0,315	0,354	0,305	0,327	0,156	0,371	0,219	0,360
	p	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,058	0,000	0,002	0,000
Flessibilità Dorsale	r	0,215	-0,032	0,016	-0,107	-0,115	-0,048	0,112	0,154	0,144
	p	0,122	0,682	0,833	0,098	0,101	0,561	0,061	0,028	0,077

FEMMINE		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	0,254	0,329	0,276	0,279	0,308	0,252	0,298	0,406	0,141
	p	0,072	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,122
Forza Mano Sinistra	r	0,290	0,262	0,267	0,305	0,277	0,176	0,330	0,274	0,165
	p	0,039	0,001	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000	0,071
Flessibilità Dorsale	r	-0,141	-0,011	-0,015	0,023	0,052	-0,009	0,058	0,082	0,071
	p	0,325	0,894	0,846	0,734	0,471	0,916	0,311	0,254	0,438

Tabella 25. Prestazioni motorie e BMI, campione suddiviso per età e genere.

La **flessibilità dorsale**, presenta valori di correlazione molto bassi e frequentemente negativi. Con le caratteristiche antropometriche qui esaminate la correlazione negativa è presente prevalentemente nei maschi , ma sia questo aspetto sia l'eventuale significatività hanno un andamento molto variabile sia nelle classi di età che nei sessi. E' quindi possibile formulare ipotesi di tipo tendenziale; ad esempio, le dimensioni corporee maggiori, in termini di BMI e circonferenza vita, sono probabilmente di aiuto nell'espressione massimale di forza e di ostacolo nella flessibilità del dorso, e che come atteso, la componente muscolare è direttamente proporzionale alle prestazioni di forza.

### CIRCONFERENZA VITA

<b>MASCHI</b>		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	0,359	0,348	0,366	0,284	0,364	0,327	0,314	0,259	0,281
	p	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Forza Mano Sinistra	r	0,351	0,300	0,430	0,304	0,373	0,328	0,360	0,243	0,345
	p	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Flessibilità Dorsale	r	0,014	-0,007	-0,060	-0,202	-0,213	-0,157	0,038	0,038	0,043
	p	0,923	0,928	0,424	0,002	0,002	0,056	0,521	0,588	0,597

<b>FEMMINE</b>		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	0,294	0,314	0,321	0,302	0,342	0,361	0,331	0,365	0,123
	p	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,178
Forza Mano Sinistra	r	0,310	0,280	0,307	0,309	0,295	0,317	0,340	0,234	0,129
	p	0,027	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,158
Flessibilità Dorsale	r	-0,147	-0,131	-0,179	-0,043	-0,019	-0,208	-0,017	0,008	-0,127
	p	0,304	0,109	0,016	0,521	0,793	0,008	0,770	0,912	0,166

*Tabella 26. Prestazioni motorie e circonferenza vita, campione suddiviso per età e genere.*

## WHR

<b>MASCHI</b>		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	R	0,304	0,208	0,009	0,043	0,090	-0,080	0,025	0,120	0,092
	P	0,027	0,007	0,908	0,508	0,199	0,332	0,678	0,086	0,257
Forza Mano Sinistra	R	0,211	0,095	0,046	0,095	0,119	-0,086	0,022	0,132	0,104
	P	0,129	0,224	0,541	0,142	0,090	0,296	0,710	0,058	0,200
Flessibilità Dorsale	R	-0,011	0,048	0,026	-0,145	-0,205	-0,179	-0,028	0,010	0,108
	P	0,940	0,538	0,732	0,024	0,003	0,029	0,636	0,882	0,184

<b>FEMMINE</b>		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	-0,218	-0,206	-0,035	0,033	0,039	-0,039	0,192	0,140	0,200
	p	0,125	0,011	0,642	0,616	0,587	0,622	0,001	0,049	0,028
Forza Mano Sinistra	r	-0,132	-0,109	-0,093	0,042	0,015	-0,057	0,180	0,187	0,150
	p	0,355	0,183	0,215	0,525	0,840	0,478	0,002	0,008	0,101
Flessibilità Dorsale	r	-0,016	-0,164	-0,108	-0,107	-0,059	-0,221	0,155	0,140	0,276
	p	0,912	0,044	0,151	0,106	0,413	0,005	0,006	0,050	0,002

*Tabella 27. Prestazioni motorie e WHR,  
campione suddiviso per età e genere.*

## %F

<b>MASCHI</b>		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	-0,149	0,067	0,246	0,181	0,248	0,125	0,050	-0,068	0,071
	p	0,286	0,390	0,001	0,005	0,000	0,128	0,399	0,330	0,382
Forza Mano Sinistra	r	-0,113	0,105	0,285	0,155	0,224	0,133	0,126	-0,060	0,067
	p	0,423	0,179	0,000	0,016	0,001	0,105	0,035	0,389	0,413
Flessibilità Dorsale	r	-0,032	-0,073	-0,066	-0,091	-0,138	-0,212	0,015	0,047	0,065
	p	0,820	0,351	0,382	0,159	0,049	0,010	0,797	0,499	0,426

<b>FEMMINE</b>		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	-0,170	0,153	0,091	0,064	0,133	0,146	0,148	0,187	0,054
	p	0,233	0,063	0,227	0,337	0,064	0,065	0,009	0,009	0,560
Forza Mano Sinistra	r	-0,044	0,079	0,051	0,111	0,101	0,131	0,179	0,102	0,020
	p	0,759	0,340	0,497	0,094	0,162	0,098	0,002	0,155	0,828
Flessibilità Dorsale	r	-0,413	-0,062	-0,224	-0,087	-0,077	-0,123	-0,074	-0,034	-0,090
	p	0,003	0,451	0,003	0,190	0,287	0,121	0,194	0,632	0,326

*Tabella 28. Prestazioni motorie e %F,  
campione suddiviso per età e genere.*

## %FFM

<b>MASCHI</b>		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	0,454	0,518	0,467	0,420	0,499	0,237	0,607	0,679	0,604
	p	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Forza Mano Sinistra	r	0,515	0,502	0,518	0,435	0,514	0,152	0,596	0,639	0,683
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,065	0,000	0,000	0,000
Flessibilità Dorsale	r	0,192	-0,040	-0,014	-0,158	-0,163	0,026	0,034	0,071	0,122
	p	0,168	0,612	0,858	0,014	0,020	0,751	0,573	0,311	0,134

<b>FEMMINE</b>		6 anni	7 anni	8 anni	9 anni	10 anni	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
Forza Mano Destra	r	0,574	0,511	0,495	0,534	0,568	0,326	0,537	0,578	0,326
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Forza Mano Sinistra	r	0,521	0,406	0,481	0,501	0,521	0,257	0,519	0,456	0,366
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Flessibilità Dorsale	r	0,144	-0,032	0,004	0,003	0,027	0,060	0,094	0,144	0,095
	p	0,315	0,698	0,954	0,961	0,712	0,450	0,100	0,043	0,302

*Tabella 29. Prestazioni motorie e FFM,  
campione suddiviso per età e genere.*

In sintesi, da quanto emerso da quest'analisi, e in linea con i risultati della letteratura (Klum et al, 2012) si evince che la forza delle mani risulta condizionata da determinati valori antropometrici: all'aumentare di BMI, circonferenza vita e massa magra migliorano le prestazioni di forza delle mani.

In particolar modo la % massa magra presenta coefficienti di correlazione più elevati rispetto a quanto osservato negli altri, avvicinandosi allo 0,6. Questo trova riscontro in quanto osservato da Malina et al. (2004).

E' quindi la componente magra a condizionare la relazione osservata con il BMI.

La flessibilità dorsale non mostra marcate relazioni con i parametri antropometrici considerati; infatti, come confermato dalla letteratura, i principali caratteri antropometrici che influiscono sulla flessibilità sono quelli legati alla muscolarità e alle proporzioni corporee, soprattutto tra busto e arti inferiori. (Weineck, 2001, Malina 1991).

## Capitolo 5. Immagine Corporea

La percezione dell'immagine corporea, sebbene non presenti particolari differenze tra i sessi, denota una significativa differenza nella fascia di età compresa tra 12 e 14 anni (Tabella 30). In questa fase le femmine percepiscono la propria immagine significativamente di dimensioni maggiori rispetto a quanto si osserva per i maschi.

*Tabella 30. Immagine corporea, valori suddivisi per genere ed età.*

*Evidenziate le differenze significative ( $p < 0,05$ ) tra sessi nelle varie età.*

MASCHI	6 ANNI		7 ANNI		8 ANNI		9 ANNI		10 ANNI		11 ANNI		12 ANNI		13 ANNI		14 ANNI	
Come sei	3,4	1,7	3,8	1,7	4,0	1,5	4,2	1,3	4,4	1,1	4,5	1,3	4,3	1,5	4,2	1,4	4,1	1,4
Come vorresti essere	3,1	1,6	3,7	1,6	3,8	1,5	3,9	1,3	4,1	1,2	4,2	1,1	3,9	1,2	3,9	1,1	3,9	1,2

FEMMINE	6 ANNI		7 ANNI		8 ANNI		9 ANNI		10 ANNI		11 ANNI		12 ANNI		13 ANNI		14 ANNI	
Come sei	3,7	1,6	3,5	1,5	3,9	1,3	4,1	1,1	4,3	1,0	4,5	1,2	4,5	1,4	4,5	1,3	4,7	1,4
Come vorresti essere	3,2	1,5	3,1	1,4	3,4	1,3	3,8	1,0	4,0	0,9	4,1	1,0	4,1	1,1	4,1	1,1	4,1	1,1

Lo studio dell'immagine corporea è stato perfezionato nelle classi di età maggiormente coinvolte nella transizione dalla seconda infanzia alla pubertà. Nel sesso maschile sono stati analizzati i soggetti di 8, 11 e 13 anni; nel sesso femminile invece le età considerate sono state 8, 10 e 12 anni, in relazione ai diversi tempi di sviluppo.

Sono state calcolate le medie, distinte per genere ed età, di immagine percepita, immagine ideale e incidenza di insoddisfazione (immagine percepita - immagine ideale).

*Tabella 31. Valori medi di immagine percepita, immagine ideale e indice di insoddisfazione in entrambi i generi.*

Maschi	8 anni	11 anni	13 anni
Come sei	4,04	4,69	4,21
Come vorresti	3,78	4,22	3,87
Insoddisfazione	0,26	0,47	0,34

Femmine	8 anni	10 anni	12 anni
Come sei	4,52	3,90	4,30
Come vorresti	4,12	3,39	4,01
Insoddisfazione	0,41	0,51	0,29

In entrambi i generi l'immagine percepita è sempre maggiore dell'immagine ideale (Figura 50); l'indice di insoddisfazione è massimo nella classe di età di 11 anni nei maschi e 10 nelle femmine (Tabella 31), in concomitanza con il probabile inizio della maturazione sessuale in entrambi i sessi.

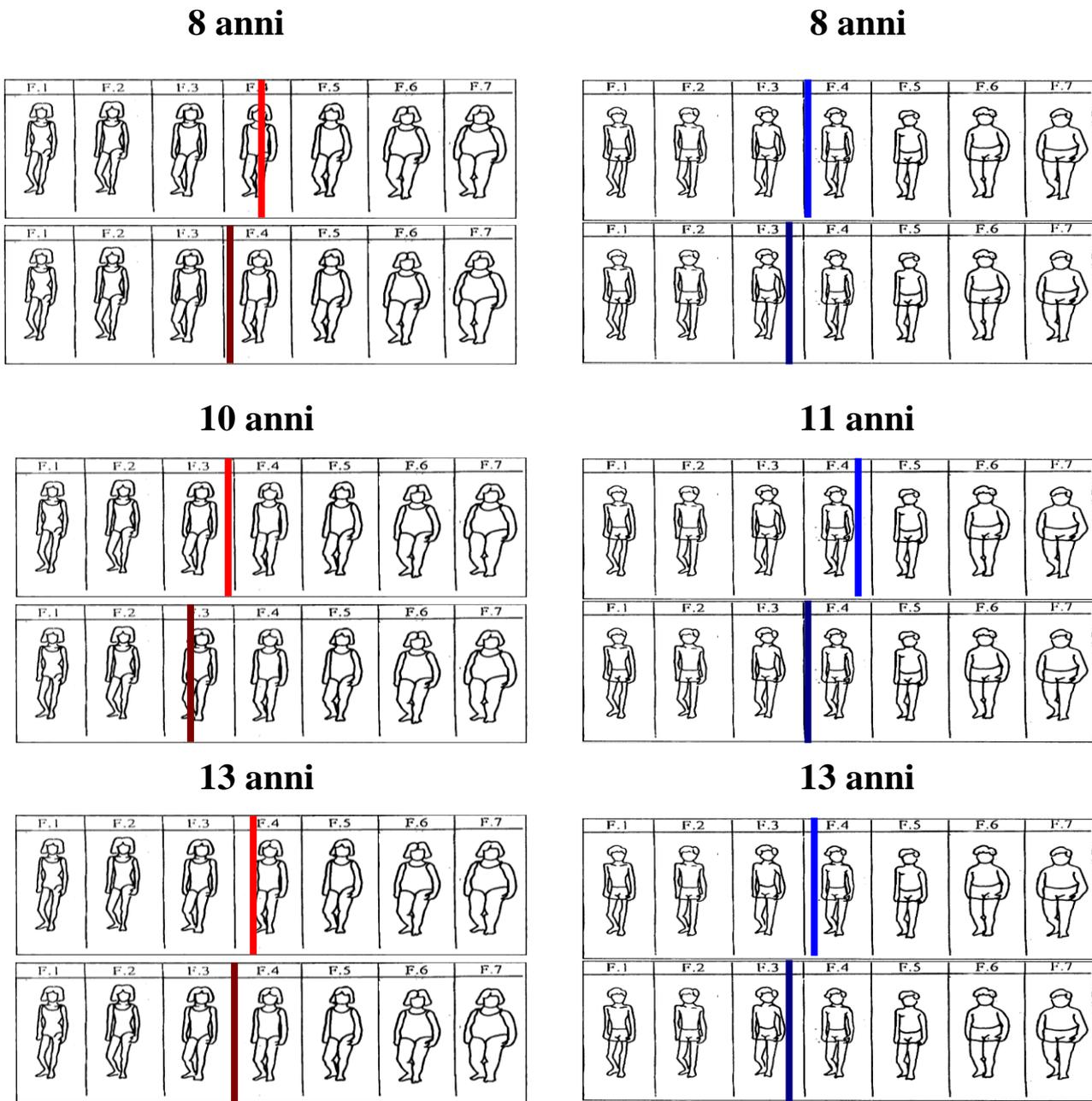


Figura 50. Immagine percepita e immagine desiderata in entrambi i generi

Da quanto emerge le femmine appaiono maggiormente insoddisfatte rispetto ai maschi.

I valori relativi all'indice di insoddisfazione risultano in linea con quanto osservato sui bambini italiani di 8-9 anni da Gualdi Russo et al., (2012): 0,57 e 0,32, rispettivamente nelle femmine e nei maschi.

## Capitolo 6. Età al menarca e profilo antropometrico

L'età al menarca è stata analizzata con il metodo dello status quo; la frequenza si concentra tra 11 e 14 anni ed è illustrata nella Figura 51.

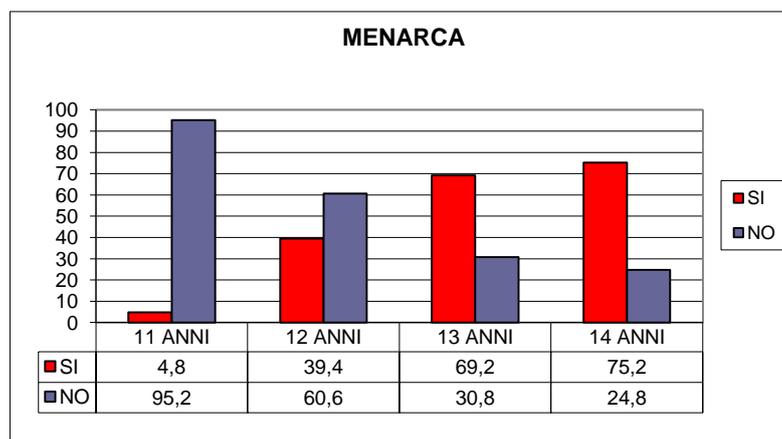
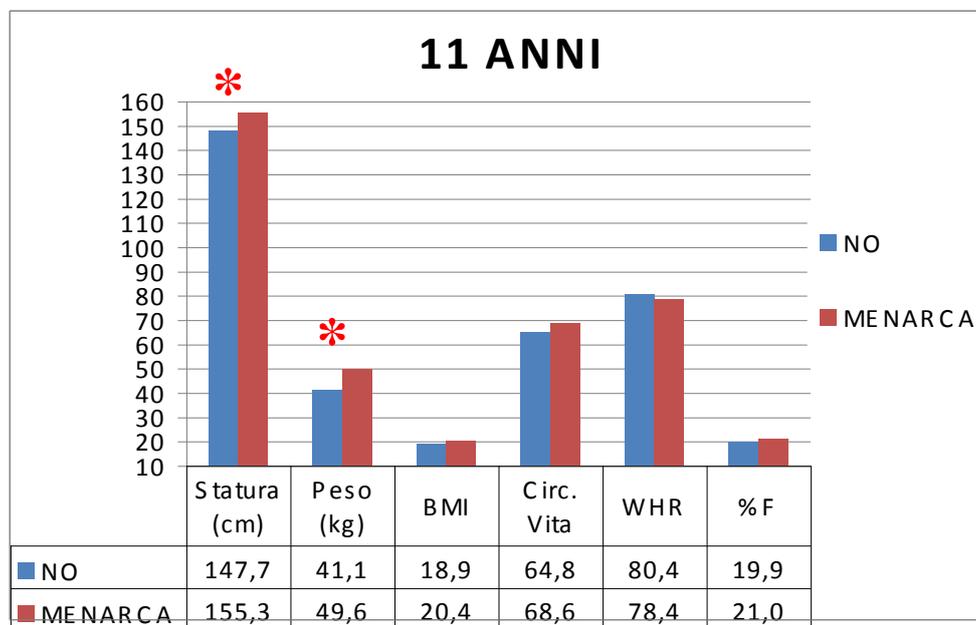


Figura 51. Frequenza del menarca per classi di età.

Vista la relazione osservata da alcuni Autori tra menarca e aumento di statura, peso, BMI, perimetro vita e %F, in questo paragrafo abbiamo analizzato la relazione tra l'età al menarca e i parametri più rappresentativi del profilo antropometrico dell'individuo (suggeriti da : Statura, Peso, BMI, Circonferenza vita, Rapporto vita/fianchi (WHR) e Percentuale di massa grassa (%F).

La relazione tra le variabili antropometriche e l'età al menarca ha evidenziato valori superiori di statura, peso, BMI, circonferenza vita, WHR e %F nelle ragazze in cui era già presente il ciclo mestruale. Queste differenze sono riscontrabili in tutte le classi di età analizzate; inoltre, come mostrato nella Tabella 32, frequentemente le differenze rilevate raggiungono la significatività statistica ( $p < 0,05$ ).

Tali differenze sono già presenti tra le ragazze di 11 anni, e benché la percentuale di ragazze che hanno raggiunto il menarca sia ancora esigua, differenze statisticamente significative ( $p < 0,05$ ) sono riscontrabili per il peso e la statura (Figura 52).



*Figura 52. Caratteri antropometrici in relazione al menarca, ragazze di 11 anni.*

Nelle età successive aumenta, come atteso, la percentuale di ragazze che hanno raggiunto il menarca (Fig.51), come pure le differenze che le caratterizzano. A 12 e 13 anni, infatti i valori di statura, peso, circonferenza vita e %F sono sempre superiori nelle ragazze in cui si è già verificato il menarca (Figura 53-54).

Solo il rapporto vita fianchi costituisce un'eccezione, d'altra parte le dimensioni del tronco sono tra le ultime a definirsi e a presentare le caratteristiche tipiche di una struttura fisica adulta.

A 14 anni (Figura 55) le differenze risultano soprattutto evidenti per peso, BMI e %F.

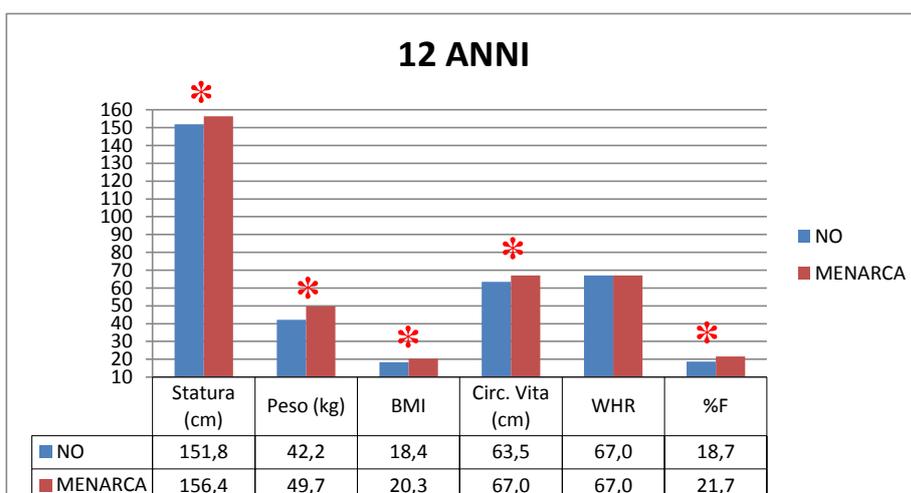


Figura 53. Caratteri antropometrici in relazione al menarca, ragazze di 12 anni.

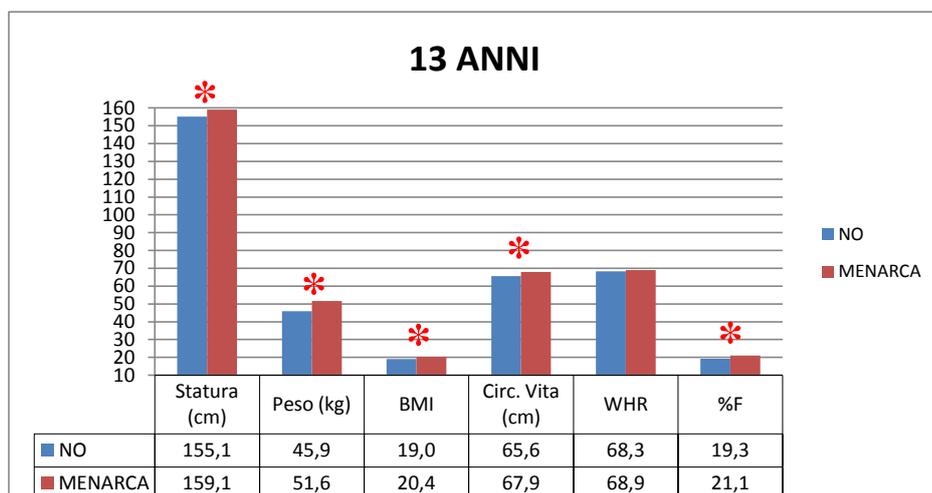
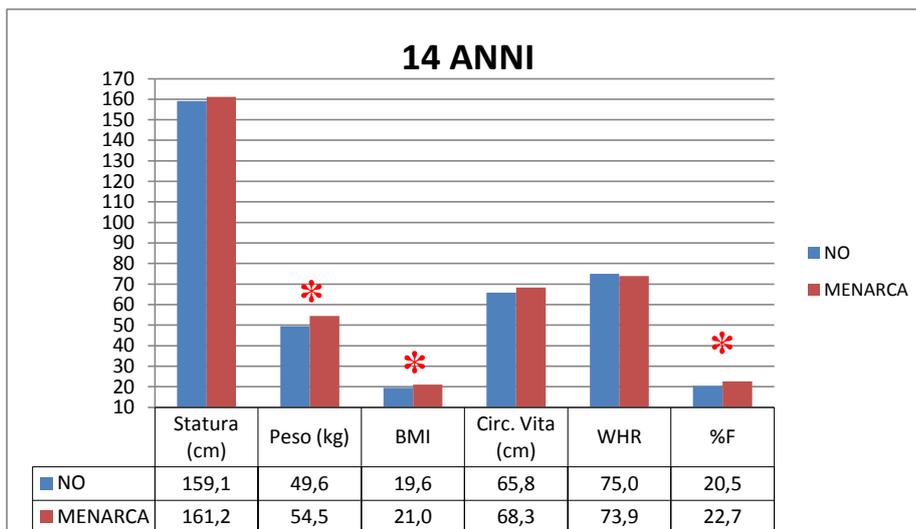


Figura 54. Caratteri antropometrici in relazione al menarca, ragazze di 13 anni.



*Figura 55. Caratteri antropometrici in relazione al menarca, ragazze di 14 anni.*

Sicuramente il processo di maturazione è preceduto dall'incremento dei valori staturali e ponderali e quanto riscontrato nel presente studio risulta in linea con quanto atteso. Come precedentemente ricordato, in letteratura (Triksudanathan et al, 2013) è testimoniata la relazione tra menarca e BMI, %F, e circonferenza vita. Pertanto per approfondire la valutazione della relazione tra età al menarca e composizione corporea sul nostro campione, abbiamo effettuato una regressione multipla (Tabella 33).

*Tabella 32. Significatività statistica ( $p < 0,5$ ) dei parametri antropometrici.*

	11 anni	12 anni	13 anni	14 anni
STATURA	*	*	*	
PESO	*	*	*	*
BMI		*	*	*
VITA		*	*	
WHR				
%F		*	*	*

L'analisi di regressione multipla ha evidenziato nella maggior parte le classi di età (11-14 anni) una correlazione spesso significativa ( $p < 0,01$ ) tra peso corporeo e età al menarca. Anche la statura presenta relazioni in quasi tutte le età, raggiungendo valori significativi a 11 e 13 anni. Rientrano nel modello di analisi regressione anche BMI, circonferenza vita e %F, seppur con valori raramente significativi.

*Tabella 33. Regressione multipla tra età al menarca e caratteri antropometrici.*

*Valori della significatività ( $p < 0,05$ ) e del coefficiente di correlazione "r".*

<b>11 anni</b>	r	p
1- Statura	0,252	0,001
2- Peso	0,268	0,225
3- WHR	0,283	0,239
4- Circ. Vita	0,303	0,160

<b>12 anni</b>	r	p
1- Peso	0,451	0,000
2- Circ. Vita	0,488	0,000
3- %F	0,492	0,199
4- BMI	0,498	0,124

<b>13 anni</b>	r	p
1- Peso	0,328	0,000
2- Statura	0,369	0,012
3- BMI	0,383	0,121
4- Circ. Vita	0,396	0,133

<b>14 anni</b>	r	p
1- Peso	0,295	0,001
2- WHR	0,351	0,027
3- %F	0,374	0,128
4- Circ. Vita	0,386	0,258
5- Statura	0,398	0,253

Tramite la Regressione Stepwise è stato pertanto possibile determinare i fattori più determinanti nella relazione con l'età al menarca. Nella tabella 18 sono indicati nell'ordine i caratteri antropometrici più influenzati. Nel nostro campione il peso risulta essere il più rilevante in tutte le età, ad eccezione degli 11 anni dove il più influente è la statura.

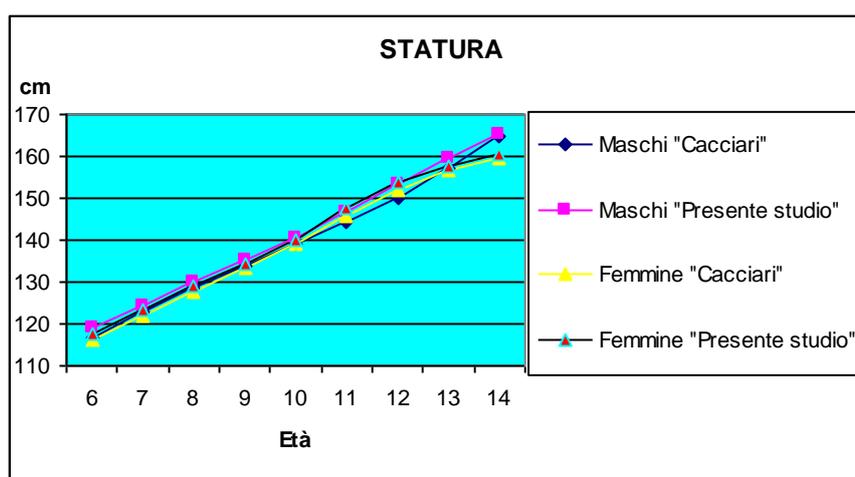
Dall'analisi effettuata è soprattutto l'incremento ponderale ad influenzare il menarca, mentre il carattere più frequentemente scartato è il WHR, tranne che a 14 anni.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'obiettivo che ci si era posti nella presente ricerca era la valutazione della variabilità della composizione corporea in relazione agli stili di vita, con particolare riferimento all'attività sportiva ed alla prestazione motoria, in soggetti in età scolare (6-14 anni) della città di Bologna.

L'analisi del campione è stata effettuata sia con analisi trasversali sia longitudinali. Le principali rilevazioni antropometriche, effettuate sul campione trasversale, hanno fornito interessanti informazioni circa le variazioni dei caratteri antropometrici in relazione all'età. L'approccio longitudinale ha permesso di valutare le modificazioni nel tempo dei principali parametri di composizione corporea e l'evoluzione degli stati ponderali.

L'analisi trasversale delle caratteristiche antropometriche ha evidenziato una crescita regolare nelle diverse classi di età; i valori di statura, peso e BMI mostrano andamenti molto prossimi a quelli relativi al 50° centile proposto da Cacciari et al, 2006 (Figura 56) con valori modestamente più alti nei nostri maschi per il peso e, di conseguenza, per il BMI.



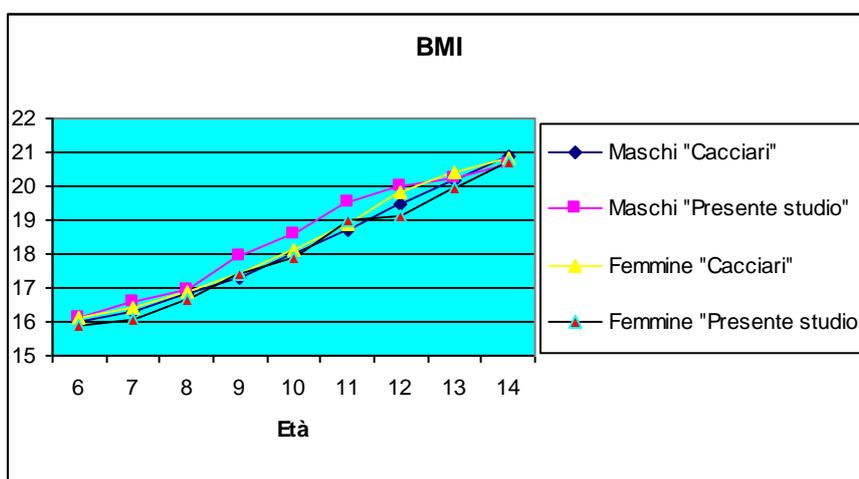
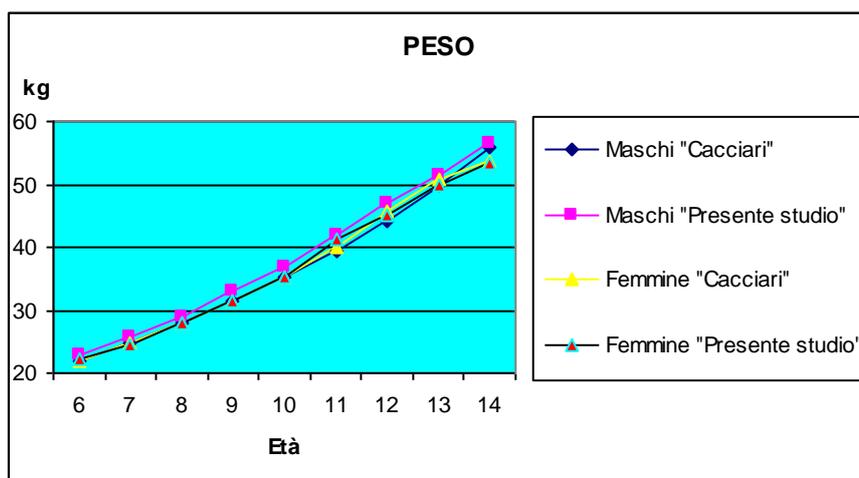


Figura 56. Statura, peso e BMI: confronto con i dati di Cacciari, 2006.

Dai caratteri esaminati emergono valori dimensionali superiori nei maschi rispetto alle femmine: peso, statura, perimetri, diametri e circonferenze corporee sono infatti maggiori nei maschi. Nelle femmine si osserva tendenzialmente una maggiore componente adiposa, con valori superiori dei pannicoli. Questi ultimi dati si ricollegano a quanto osservato per i parametri di composizione corporea. La percentuale di massa grassa presenta, infatti, andamenti opposti nei due sessi: nei maschi i valori tendono a diminuire dopo gli 11 anni, nelle femmine invece da 11-12 anni in poi si registra una forte crescita della %F.

I valori medi di massa grassa del nostro campione presentano percentuali leggermente inferiori rispetto a quelle riportate da Toselli et al, (2006) relativamente a soggetti della regione Emilia Romagna dove nei maschi di 9 anni si raggiungevano percentuali del 20,4%.

I valori di massa magra si mantengono mediamente maggiori nei maschi, tranne che nella classe di età di 11 e 12 anni in cui i valori delle femmine eguagliano quelli maschili.

Per quanto riguarda le prestazioni motorie considerate, forza di presa delle mani e delle dita e flessibilità, si osserva una maggiore forza nei maschi, riconducibile alla maggiore massa magra, e una maggiore flessibilità nelle femmine.

Passando ad analizzare i dati in chiave diacronica, dobbiamo sottolineare che lo studio incrementale della crescita dei soggetti esaminati in questo campione fornisce un utile strumento di indagine e riferimento, in quanto, allo stato attuale, in letteratura si utilizzano le tavole incrementali di Tanner, del 1981, riferite esclusivamente a peso, statura e BMI. Nel presente studio vengono invece considerati gli incrementi relativi a 24 parametri su due campioni di dimensioni abbastanza ampie: uno composto da bambini tra i 6 e i 10 anni, scuola primaria, e l'altro da ragazzi tra gli 11 e i 14 anni, scuola secondaria, comprendente anche una buona parte dei precedenti, che nell'insieme vengono a coprire un arco temporale abbastanza ampio. Si dispone infatti di rilevazioni che partono dal periodo infantile (6 anni) e giungono fino alla piena adolescenza (14 anni). La velocità di crescita del campione è risultata in linea con le curve di crescita descritte in letteratura per i bambini italiani. Mediamente l'incremento staturale annuo raggiunge 6,5 cm nei maschi e 5,8 cm nelle femmine; il peso aumenta in media di 4,8 kg all'anno nei maschi e 4,4 kg nelle femmine.

Nel periodo dai 9 anni agli 11 anni l'incremento staturale è superiore nelle femmine rispetto ai maschi, la differenza diventa più evidente dopo i 10 anni in concomitanza con il raggiungimento, da parte delle ragazze, della maturità.

In questa fascia di età, caratterizzata da considerevoli cambiamenti, i tassi di crescita relativi a molte delle variabili esaminate, sia antropometriche che motorie, risultano

maggiori nelle femmine (pannicoli, FFM, diametro omero, forza della mano), nelle età successive, ad esclusione dei pannicoli adiposi, i maschi ripresentano valori superiori.

Dallo studio longitudinale dedicato alle variabili principali connesse alla composizione corporea (BMI, Circonferenza vita, WHR, %F e FFM), si ottiene un quadro completo dell'evoluzione dei suddetti caratteri nel tempo. Il sottocampione considerato in questa analisi risulta numericamente meno consistente, soprattutto a causa della dispersione dei soggetti partecipanti all'analisi, in particolare nel passaggio tra la scuola primaria e la scuola secondaria. Non tutti gli studenti hanno infatti scelto di frequentare la scuola media dove era attiva la nostra campagna di rilevazione, nonostante fosse adiacente alla scuola primaria. I risultati dello studio longitudinale, seppure effettuati su un sottocampione, offrono indicazioni interessanti, confermando gli andamenti emersi dall'analisi trasversale ed evidenziando in maniera più puntuale le modificazioni legate all'inizio del periodo puberale e le differenze riscontrabili in entrambi i sessi.

La maturazione sessuale che sopraggiunge anticipatamente nel sesso femminile, pare condizionare in particolare i valori di BMI, circonferenza vita e massa magra.

L'analisi delle relazioni tra età al menarca e profilo antropometrico hanno evidenziato molte relazioni significative e risultati in linea con i dati riportati da altri Autori (Ji-Yeong et al, 2010. Leitaó et al, 2013). I parametri considerati (statura, peso, BMI, circonferenza vita, WHR e %F) risentono fortemente del menarca; come osservato anche da Leitaó et al. (2013) la percentuale di massa grassa è superiore nelle ragazze già sviluppate; inoltre, come ampiamente riscontrato in letteratura (Chang-Mo et al, 2012), il peso, la statura e conseguentemente anche il BMI, sono fortemente correlati con l'età al menarca.

Il BMI e la circonferenza vita presentano nel campione femminile lievi accelerazioni verso i 10-11 anni, proprio in concomitanza con il probabile avvio della pubertà; in queste fasce di età inoltre, la massa magra mostra un sensibile incremento nelle femmine e risulta equiparabile con i valori maschili, a differenza delle classi di età

precedenti in cui i valori erano sempre superiori nei maschi. In questi ultimi la crescita è omogenea e regolare per quanto riguarda BMI, circonferenza vita e FFM, la massa grassa invece presenta una crescita costante fino a 13 anni seguita da un calo repentino a 14 anni.

Altro obiettivo della presente tesi consisteva nella valutazione degli stati ponderali, tenendo conto dell'età e del genere. Nel nostro campione i valori relativi al sovrappeso variano tra il 29.6% nei maschi e il 21,1% nelle femmine, risultando leggermente inferiori rispetto al valore medio dei dati nazionali (22,1%) riferito ai bambini di 8-9 anni (Okkio alla Salute, 2012). I dati nazionali relativi al sovrappeso testimoniano un gradiente nord-sud, valori di sovrappeso ed obesità maggiori nel centro e nel sud del Paese. Le percentuali di soggetti sovrappeso per la regione Emilia Romagna sono comprese tra il 25% e il 33% (Okkio alla Salute, 2012).

I soggetti obesi sono presenti nel nostro campione in percentuali ulteriormente più basse rispetto alla media italiana (10,2%), infatti, in tutte le classi di età da noi considerate si raggiungono percentuali massime di 8,1% nei maschi e 4,9% nelle femmine.

Nel campione esaminato le percentuali di soggetti sottopeso sono abbastanza contenute, i valori più alti si trovano per entrambi i sessi nella classe di età di 8 anni; mentre dopo i 10 anni, come riscontrato anche in letteratura (Toselli et al, 2012), la frequenza di soggetti sottopeso è superiore nel sesso femminile.

Nei soggetti della scuola secondaria le percentuali di sovrappeso sono sensibilmente superiori, specialmente nei maschi, rispetto a quelle trovate da altri autori (Argnani et al, 2008. Gualdi-Russo et al, 2012). Nei maschi anche le categorie di sottopeso (0-1%) hanno frequenze superiori rispetto a quelle descritte da Argnani et al. (2008) (sottopeso: 2,6%. obesi: 1,6%), mentre gli obesi sono percentualmente superiori (0,9-4,7%); nelle femmine invece le ragazze obese (0-4,3%) e sottopeso (0,5-2,3%) sono percentualmente meno rappresentate nel nostro campione rispetto a quello di Argnani et al (2008) (sottopeso: 2,9% e obesi: 2%).

Anche il tracking dello stato ponderale del nostro campione presenta dati incoraggianti e denota maggiore attenzione verso il proprio corpo; in contrasto con i dati presenti in letteratura (Toselli et al, 2012) in cui i soggetti sovrappeso e sottopeso tendevano ad aumentare nel tempo, nel nostro campione in entrambi i sessi le percentuali di soggetti sovrappeso, obesi o sottopeso vanno riducendosi. Nei maschi, nel passaggio da 8 a 13 anni il 44% dei soggetti sovrappeso diventa normopeso; nelle femmine, l'80% delle bambine che a 8 anni era in sovrappeso diventa normopeso a 12 anni. Inoltre nell'arco di tempo considerato, si azzerano le percentuali di soggetti sia sottopeso sia obesi, in entrambi i sessi.

Al fine di completare ed arricchire lo scenario che delinea il processo di accrescimento del soggetto sono stati forniti ulteriori spunti dalle indagini relative alle relazioni con l'immagine corporea. Dall'analisi dell'immagine corporea emergono livelli di insoddisfazione comparabili con quelli presenti in letteratura (Gualdi-Russo et al, 2012); nel sesso femminile il grado di insoddisfazione è maggiore rispetto ai maschi ed è particolarmente spiccato verso i 10 anni. Ciò testimonia una superiore attenzione del sesso femminile verso il proprio aspetto esteriore che va accentuandosi in concomitanza con l'inizio della maturazione sessuale, periodo di grandi cambiamenti non solo a livello fisico ma anche psichico. L'analisi delle prestazioni di forza di presa della mano e delle dita hanno evidenziato frequenti relazioni significative con alcuni parametri antropometrici.

Il BMI, la circonferenza vita e la massa magra sono infatti fortemente correlate alle performance di forza, ciò trova conferma anche nei dati di altri Autori (Malina et al, 1991. Semproli et al, 2007. Klum et al, 2012). Al contrario, non risultano correlazioni tra flessibilità dorsale e caratteri antropometrici legati alla composizione corporea; come confermato dalla letteratura infatti i principali caratteri antropometrici che influenzano la flessibilità riguardano le proporzioni corporee e la muscolarità (Weineck, 2001. Malina et al, 2004), in particolare alle lunghezze degli arti inferiori ed alla lunghezza del tronco.

Altro obiettivo della tesi è stata la valutazione degli effetti dello "stile di vita", comprensivo di attività fisica extrascolastica, livello di scolarità dei genitori, mezzi di trasporto utilizzati per raggiungere la scuola e grado di sedentarietà settimanale espresso in ore/settimana, sui parametri più strettamente associati alla composizione corporea.

Come primo parametro abbiamo valutato l'influenza dell'attività fisica extrascolastica, e a tal proposito abbiamo proposto categorie in termini di ore/settimana dedicate allo sport, da noi suddivise in 3 categorie per esigenza campionaria, per valutarne poi la relazione con i parametri di composizione corporea. L'attività sportiva extrascolastica praticata dai soggetti esaminati è diffusa notevolmente in entrambi i sessi e supera le percentuali nazionali presenti in letteratura (Istat, 2012, per la fascia di età: 6-17 anni: 70% nei maschi e 55-60% nelle femmine). La diffusione dell'attività sportiva extrascolastica è mediamente superiore nel sesso maschile, dove si raggiungono percentuali più elevate all'età di 9 anni (92,0%); nelle femmine il picco si raggiunge a 14 anni (87,9%). In entrambi i sessi si raggiungono comunque frequenze superiori alla media dell'Italia settentrionale (Istat, 2011), in Emilia Romagna in particolare l'intera popolazione pratica attività sportiva con percentuali tra il 38,4% e il 45,4% (Istat, 2012), cala nettamente la percentuale nel sud e nelle isole (23,9%).

Quanto emerso dallo studio delle suddette relazioni indica tendenzialmente un generale miglioramento dei caratteri antropometrici considerati all'aumentare della pratica sportiva. Le relazioni non sono tuttavia particolarmente marcate e significative, probabilmente a causa dell'interferenza di altri fattori che intervengono sullo sviluppo del soggetto in queste delicate fasce di età.

Sicuramente bisogna considerare la quantità e la qualità dell'attività sportiva praticata dalla maggioranza del campione, questa infatti non presenta livelli di intensità particolarmente elevati e può essere considerata nella quasi totalità dei ragazzi di livello amatoriale o ricreativo.

Di conseguenza può non essere in grado di introdurre variazioni significative a carico della composizione corporea, specie della quantità di grasso. In entrambi i sessi infatti le ore dedicate allo sport non rispondono alle caratteristiche tipiche di un'attività agonistica o comunque intensa. Nei maschi il tempo dedicato allo sport è massimo a 14 anni (4,6 ore settimanali) e nelle femmine a 13-14 anni (3,8 ore settimanali); se consideriamo che fino all'età di 10 anni le ore di sport settimanali non sono mai maggiori di 3 in entrambi i sessi possiamo sicuramente meglio comprendere la mancanza di una correlazione più efficace tra composizione corporea e attività sportiva.

Un altro elemento che, occupandosi di accrescimento, non può essere dimenticato a questo proposito è il fisiologico processo di accrescimento che, come evidenziato precedentemente, determina importanti modificazioni dei caratteri antropometrici, specialmente nel periodo pre-puberale e puberale che possono mascherare o esaltare gli effetti della pratica sportiva.

La pratica dell'attività fisica è un argomento molto dibattuto in letteratura, a motivo dei risvolti benefici che gli sono attribuiti nella prevenzione dell'obesità.

Molti Autori hanno cercato di definire delle linee guida, proprio per cercare di quantificare le ore necessarie per ottenere risultati efficaci. Landry and Driscoll (2012), ad esempio, indicano che nei bambini e negli adolescenti, per ottenere una riduzione della %F, un aumento della forza muscolare, una migliore prestazione cardiorespiratoria, un migliore stato di salute delle ossa e miglioramenti cognitivi e psico sociali, sono necessarie almeno una o più ore al giorno per tre giorni alla settimana di attività fisica aerobica e di forza, adeguate all'età.

Lo studio dello stile di vita del sottocampione esaminato presenta dati comparabili con le medie nazionali (Okkio alla salute 2008) sia tenendo conto dei livelli di scolarizzazione del genitore che della modalità di spostamento verso la scuola, che dei livelli di sedentarietà. Oltre l'80% dei genitori dei ragazzi di entrambi i sessi possiede la laurea o il diploma.

Per quanto riguarda il mezzo di trasporto prevalentemente utilizzato dagli studenti per recarsi a scuola, sia maschi (70,6%) sia femmine (66,4%) prediligono raggiungere la scuola a piedi. Infine, le ore dedicate ad attività sedentarie nell'arco della settimana sono più di 4 nella maggioranza del campione per entrambi i sessi (Maschi: 65,9%. Femmine: 58,9%), come suggerito dalla letteratura (Okkio alla salute, 2008). La maggioranza del nostro campione si reca a scuola a piedi o in bicicletta (Maschi: 77,2%. Femmine: 68,5%), con percentuali superiori alla media nazionale (Okkio alla salute, 2010. Okkio alla salute 2012).

Le relazioni che si riscontrano tra composizione corporea e i sopraccitati parametri relativi allo stile di vita evidenziano andamenti prevalentemente tendenziali. La composizione corporea dei soggetti migliora mediamente quando la scolarizzazione sia paterna che materna è di grado superiore, come osservato in letteratura da altri Autori (Yee Au et al, 2012). In particolare, come descritto in letteratura (Wardle et al, 2006), il BMI, la circonferenza vita e la percentuale di massa grassa diminuiscono se il titolo di studio dei genitori è di grado superiore. Gli indicatori di composizione corporea tendono a migliorare in quasi tutto il campione, anche nei soggetti che utilizzano con minore frequenza l'auto o la moto per recarsi a scuola.

Nell'analisi delle ore di sedentarietà settimanale emergono alcuni dati in controtendenza, infatti non sempre l'incremento delle ore di sedentarietà sembrerebbe collegarsi a peggioramenti dei parametri di composizione corporea. Analogamente a ciò che accade per l'attività sportiva, anche l'indagine relativa all'interazione tra composizione corporea e stile di vita evidenzia relazioni prettamente di tipo tendenziale. Essendo queste fasi della crescita influenzate da una molteplicità di fattori è difficile distinguere e discriminare i singoli determinanti. Dai nostri dati sembrerebbe che lo stile di vita influenzi in misura moderata le variazioni dei caratteri di composizione corporea, imputabili principalmente ai fisiologici processi accrescitivi e di maturazione.

La pratica di attività sportive extrascolastiche e lo stile di vita concorrono sicuramente a migliorare lo stato di salute generale dell'individuo, ma in questa fase

dello sviluppo così complessa l'effetto positivo può essere momentaneamente mitigato da fattori fisiologici più potenti.

Questi aspetti meriterebbero sicuramente approfondimenti mirati al fine di determinare con più certezza le interazioni tra sport e composizione corporea che ad esempio considerassero anche le tipologie di sport praticati e la loro valutazione in termini di consumo energetico. In questa fase di accrescimento così articolata, in cui i tempi di maturazione sessuale fortemente individualizzati determinano nell'organismo modifiche considerevoli, repentine e non contestuali delle varie strutture corporee, lo sport e lo stile di vita rischiano di interpretare momentaneamente un ruolo secondario.

Infine, l'indagine alimentare effettuata tramite questionario Kidmed, completa il quadro relativo allo stile di vita dei soggetti esaminati. I risultati relativi alla dieta del nostro campione non sono per nulla soddisfacenti; in entrambi i sessi soltanto il 26% circa degli individui segue una dieta "Ottimale", nello specifico, le abitudini alimentari sono particolarmente negative per ciò che riguarda il consumo di frutta e verdura. Nonostante i risultati siano in linea con quelli presenti in letteratura (Okkio alla salute 2010), il 41,9% dei maschi ed il 32,4% delle femmine non mangia verdura almeno una volta al giorno e, in entrambi i sessi, circa il 25% dei soggetti non mangia frutta. Anche saltare la colazione è un comportamento alimentare errato e si presenta nel nostro campione con frequenze del 12,5% nei maschi e 15,2% nelle femmine, anche questo dato è comunque comparabile con i dati nazionali (Okkio alla salute 2010: l'11% dei soggetti salta la colazione)

In conclusione, il nostro studio ha preso in considerazione un vasto campione, rappresentativo di una parte della popolazione di età scolare (6-14) della città di Bologna. L'analisi trasversale delle principali caratteristiche antropometriche ha fornito un interessante panorama della situazione italiana e del nord Italia, sulla base di 3564 rilevazioni effettuate. Lo studio longitudinale delle variabili antropometriche permette di ottenere un quadro aggiornato dei principali incrementi delle misure corporee, utile anche alla luce dell'esiguità degli studi di questo genere presenti in

letteratura e della peculiarità del periodo di crescita. Viene infatti monitorato il soggetto durante le fasi più complesse dell'accrescimento, quelle della transizione dall'infanzia all'adolescenza.

La valutazione della variabilità della composizione corporea in relazione all'attività sportiva, allo stile di vita ed alle abitudini alimentari durante il processo di accrescimento ha suggerito come abitudini sane e propensione all'attività motoria, specialmente se operano in sinergia, sono sicuramente in grado di apportare miglioramenti nella modificazione della composizione corporea nel processo evolutivo specialmente se somministrate con modalità adeguate all'età e alle esigenze individuali. Non sono comunque da trascurare ulteriori fattori che possono moderare o indebolire l'efficacia di questi effetti, quali la variabilità fisiologica indotta dal processo di accrescimento sotto controllo genetico. Queste, infatti, hanno sicuramente un'influenza determinante nel processo di sviluppo di ciascun individuo e possono essere in grado di interferire con gli effetti derivanti da positive pratiche di vita

Questi aspetti sono certamente interessanti e complessi, data la loro peculiarità richiederebbero un ulteriore approfondimento, sarebbe infatti interessante in prospettiva futura riuscire ad indagare ancora più dettagliatamente sull'interazione tra i fattori che determinano e modificano la composizione corporea in un periodo della vita così particolare come la transizione dall'infanzia all'adolescenza.

## BIBLIOGRAFIA

- Abraham J, O’Dea M. Body mass index, menarche and perception of dieting among peripubertal adolescent females. *International Journal of Eating Disorders* 2001, 29, 23-28.
- Argnani L, Toselli S, Gualdi-Russo E. Body image and growth in Italy. *Collegium Antropologicum* 2008, 32, 315-319.
- Au WWY, Yu ITS. Socio-economic influence on weight status through time in schoolchildren. *Journal of Pediatrics and Child Health* 2012, 151, 1-9.
- Bertelloni S, Ruggeri S, Baroncelli GI. Effects of sports training in adolescence on growth, puberty and bone health. *Gynecological Endocrinology* 2006, 22 (11), 605-612.
- Cacciari E, Milani S, Balsamo A, Spada E, Bona G, Cavallo L, Cerutti F, Gargantini L, Greggio N, Tonini G, Cicognani A. Italian cross sectional growth chart for height, weight and BMI (2 to 20 yr). *Journal of Endocrinological Investigation* 2006, 29, 581-593.
- Caino S, Kelmansky D, Adamo P, Lejarraga H. Short-term growth in healthy infants, schoolchildren and adolescent girls. *Annals of Human Biology* 2006, 33 (2), 213-226.
- Cameron N, *Human Growth and development*. Academic Press, Elsevier, San Diego, California, 2002.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ (British Medical Journal)* 2000, 320, 1240-1243.
- Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ (British Medical Journal)* 2007, 335, 194-198.
- Cole TJ, Power C, Preece MA. Child obesity and body-mass index (letter). *The Lancet* 1999, 353, 1188-1191.

- Crimmins NA, Dolan LM, Martin LJ, Bean JA, Daniels SR, Lawson LM, Goodman E, Wood JG. Stability of adolescent body mass index during three years of follow-up. *The Journal of Pediatrics* 2007, 151, 383-387.
- Crimmins NA, Dolan LM, Martin LJ, Bean JA, Daniels SR, Lawson ML, Goodman E, Woo JG. Stability of adolescent body mass index during three years of follow-up. *Journal of Pediatrics* 2007;151(4):383-387. (Epub 2007 Aug 23).
- Davies PSW, Cole TJ. *Body composition techniques in health and disease*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995.
- De Onis M, Garza C, Onyango AW, Rolland-Cachera MF. Les standard de croissance de l'Organisation mondiale de la santé pour les nourrissons et le jeunes enfants. *Archives de Pédiatrie* 2009, 16, 47-53.
- De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Blössner M, Lutter C. Worldwide implementation of the WHO child growth standards. *Public Health Nutrition* 2012, 15 (9), 1603-1610.
- Duggan MB. Anthropometry as a tool for measuring malnutrition: impact of the new WHO growth standards and reference. *Annals of Tropical Pediatrics* 2010, 30 (1), 1-17.
- Dunn AL, Trivedi MH, O'Neal HA. Physical activity dose-response effects on outcomes of depression and anxiety. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2001, 33 (6 Suppl), 587-597.
- Forbes GB. *Human body composition. Growth, aging, nutrition, and activity*. Springer-Verlag, New York, 1987.
- Forbes GB. *Human body composition*. Springer-Verlag, New York, 1987.
- Freedman DS, Wang J, Ogden CL, Thornton JC, Mei Z, Pierson RN, Dietz WH, Horlick M. The prediction of body fatness by BMI and skinfold thicknesses among children and adolescents. *Annals of Human Biology* 2007, 34 (2), 183-194.
- Galobardes B, McCormack VA, McCarron P, Howe LD, Linch J, Lawlor DA, Smith GD. Social inequalities in height: persisting differences today depend upon height of the parents. *PLOS ONE (Public Library of Science)* 2012, 1-14.

- Gualdi-Russo E, Albertini A, Argnani L, Celenza F, Nicolucci M, Toselli S. Weight status and body image perception in Italian children. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 2008, 21, 39-45.
- Gualdi-Russo E, Manzon VS, Masotti S, Toselli S, Albertini A, Celenza F, Zaccagni L. Weight status and perception of body image in children: the effect of maternal immigrant status. *Nutrition Journal* 2012, 11 (85), 1-9.
- Harris KC, Kuramoto LK, Schulzer M, Retallack JE. Effect of school based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *Canadian Medical Association Journal* 2009, 180 (7), 719-726.
- Hauspie RC, Growth and development. *Physical (Biological) Anthropology. Encyclopedia of Life Support Systems*, 1-12.
- Hauspie RC, Vercauteren M, Susanne C. Secular changes in growth. *Hormone Research* 1966, 45, 8-17.
- Heberstreit H, Bar-Or O. *The young athlete*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK, 2008.
- Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, eds. *Human body composition. Second edition*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 2005.
- Heyward VH, Stolarczyk LM. *Applied body composition assessment*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 1996.
- Heyward VH, Wagner DR. *Applied body composition assessment. Second edition*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 2004.
- Hills AP, King N, Armstrong T. The contribution of physical activity and sedentary behaviours to the growth and development of children and adolescents. *Sports Medicine* 2007, 37(6): 533-545.
- Hills AP, King NA, Armstrong TP. The contribution of physical activity and sedentary behaviours to the growth and development of children and adolescents: implications for overweight and obesity. *Sports Medicine* 2007, 37(6), 533-45.

- Hills AP, King NA, Armstrong TP. The contribution of physical activity and sedentary behaviours to the growth and development of children and adolescents, implications for overweight and obesity. *Sports Medicine* 2007, 37 (6), 533-545
- Hills AP, Lyell L, Byrne NM. An evaluation of the methodology for the assessment of body composition in children and adolescents. (Jürimäe T and Hills AP eds.). *Medicine and Sport Science* 2001, 44, 1-10.
- Hoffman J. *Norms for fitness, performance, and health*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 2006.
- Ildikó V, Zsófia M, János M, Andreas P, Dóra NE, András P, Agnes S, Zsolt S, Kumagai S. Activity-related changes of body fat and motor performance in obese seven-year-old boys. *Journal of Physiological Anthropology* 2007, 26 (3), 333-337.
- ISTAT. *Solo un italiano su tre pratica un'attività sportiva*. Annuario Statistico Italiano, Roma, 2011.
- Janz KF, Nielsen DH, Cassady SL, Cook JS, Wu YT, Hansen JR. Cross validation of the Slaughter skinfold equations for children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1993, 25, 1070-1076.
- Jürimäe T, Hills AP, eds. *Body composition assessment in children and adolescents*. Karger, Basel, Switzerland, 2001.
- Kim JY, Oh IH, Lee EY, Oh CM, Choi KS, Choe BK, Yoon TY, Shin SH, Choi JM. The relation of menarcheal age to anthropometric profiles in Korean girls. *Journal of Korean Medical Science* 2010, 25, 1405-1410.
- Kriemler F, Zahner L, Schindler C, Meyer U, Hartmann T, Hebestreit H, Brunner-La Rocca HP, van Mechelen W, Puder JJ. Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomized controlled trial. *BMJ (British Medical Journal)* 2010, 340, 1-8.
- Landry BW, Driscoll SW. Physical activity in children and adolescents. *The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation* 2012, 4 (11), 826-832.

- Lefevre J, Beunen G, Borms J, Renson R, Vrijens J, Claessens AC, Van der aershot, H. *Eurofit: Guideline for testing and reference values 6-12-year-old boys and girls*. Monograph, Lichamelijke Opvoeding., Leuven, Belgium, 1993.
- Lefevre J. Secular trends in anthropometric characteristics, physical fitness, physical activity, and biological maturation in Flemish adolescents between 1969 and 2005. *American Journal of Human Biology* 2007, 19 (3), 345-357.
- Leitão RB, Rodrigues LP, Neves L, Simões Carvalho G. Development of adiposity, obesity and age at menarche: an 8-year follow-up study in Portuguese schoolgirls. *International Journal of Adolescent Medicine and Health* 2013, 1-9.
- Lohman T, Roche AF, Martorelli R, eds. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, maturation, and physical activity. Second edition*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 2004.
- Malina RM, Bouchard C. *Growth, maturation, and physical activity*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 1991.
- Malina RM. *Anthropometry, strength and motor fitness*. 160-177, in Ulijaszek SJ, Mascie-Taylor CGN, eds. *Anthropometry: the individual and the population*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1994.
- Malina RM. *Physical activity, sport, social status and Darwinian fitness*. 165-192, in Strickland SS, Shetty PS, eds. *Human biology and social inequality*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998.
- Martin AD, Spentst LF, Drinkwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1990, 223, 729-733.
- Maud PJ, Foster C, eds. *Physiological assessment of human fitness. Second edition*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 2006.
- Mustanski BS, Viken RJ, Kaprio J, Pulkkinen L, Rose RJ. Genetic and environmental influences on pubertal development: longitudinal data from Finnish twins at ages 11 and 14. *Development Psychology*. 2004, 40 (6), 1188-1198.

- Nguyen HT, Eriksson B, Nguyen LT, Nguyen CTK, Petzold M, Bondjers G, Ascher H. Physical growth during the first year of life. A longitudinal study in rural and urban areas of Hanoi, Vietnam. *BMC Pediatrics* 2012, 12:26.
- Norton K, Olds T. *Anthropometrica*. UNSW Press, Sidney, Australia, 2000.
- Novak LP. Aging, total body potassium, fat-free mass, and cell mass in males and females between the ages 18 and 85 years. *The Journals of Gerontology* 1972, 27, 438-443.
- Oh CM, Oh IH, Choi KS, Choe BK, Yoon TY, Choi JM. Relationship between body mass index and early menarche of adolescent girls in Seoul. *Journal of Preventive Medicine & Public Health* 2012, 45, 227-234.
- Pařízková J. *Nutrition, physical activity and health in early life*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1996.
- Puder JJ, Marques-Vidal P, Schindler C, Zahner L, Niederer I, Bürgi F, Ebenegger V, Nydegger A, Kriemler F. Effect of multidimensional lifestyle intervention on fitness and adiposity in predominantly migrant preschool children (Ballabeina): cluster randomized controlled trial. *BMJ (British Medical Journal)* 2011, 343, 1-11.
- Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human body composition*. Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, 1996.
- Semproli S, Basili P, Toselli S, Ventrella AR, Jürimäe J, Jürimäe T. The influence of anthropometric characteristics to the handgrip and pinch strength in 6-10 year old children. *Anthropologischer Anzeiger* 2007, 65 (3), 293-302.
- Servizio Sanitario Regionale Emilia Romagna. *OKkio alla salute. Risultati dell'indagine 2010 Regione Emilia Romagna*. Regione Emilia Romagna, Bologna 2010.
- Servizio Sanitario Regionale Emilia Romagna. *OKkio alla salute. Sintesi dei risultati 2012*. Regione Emilia Romagna, Bologna 2012.

- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, Bembien DA. Skinfolds equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology* 1988, 60, 709- 723.
- Spinelli A, Lamberti A, Nardone P, Andreozzi S, Galeone D. *Sistemi di sorveglianza OKkio alla salute: risultati 2010*. Rapporti ISTISAN 12/14, Roma, 2012.
- Tanner-Smith EE. Negotiating the early developing body: pubertal timing, body weight, and adolescent girls' substance use. *Journal of Youth and Adolescence* 2010, 39, 1402-1416.
- Toselli S, Ventrella AR, Brasili P. Prevalence and tracking of weight disorders in Italian primary school students: a three-year follow-up. *Collegium Antropologicum* 2012, 36, 1-5.
- Toselli S, Ventrella AR, Franzaroli G, Brasili P. Growth and secular trend in school-children from Cento, Ferrara, Italy. *Collegium Antropologicum* 2006, 30, 65-74.
- Tsigilis N, Douda H, Tokmakidis SP. Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Perceptual and Motor Skills* 2002, 95, 1295-1300.
- Ulijaszek SJ, Johnston FE, Preece MA. *The Cambridge encyclopedia of human growth and development*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998.
- Ulijaszek SJ. The international growth standard for children and adolescents project: environmental influences on preadolescent and adolescent growth in weight and height. *Food and Nutrition Bulletin* 2006, 27 (4).
- Vajda I, Mészáros Z, Mészáros J, Photiou A, Nyakas ED, Prokai A, Sziva A, Szakály Z, Shuzo K. *Journal of Physiological Anthropology* 2007, 26, 333-337.
- Wardle J, Brodersen NH, Cole TJ, Jarvis MJ, Boniface DR. Development of adiposity in adolescence: five year longitudinal study of an ethnically and socioeconomically diverse sample of young people in Britain. *BMJ (British Medical Journal)* 2006, 332, 1130-1132.