



# L'INSOSTENIBILE LEGGEREZZA DEL BMI CENNI STORICI SUL BMI E ANALISI DEI PROFILI CORPOREI NELLA POPOLAZIONE INFANTILE DEL CANTONE TICINO

Ottavio Beretta, Alessandra Galfetti, Giorgio Merlani e Martine Bouvier Gallacchi  
Ufficio del medico cantonale

*“Nella vita reale non c'è alcun uomo medio”*  
(Aldous Huxley, *Ritorno al mondo nuovo*)

*Il Body Mass Index – o Indice di massa corporea – è da quasi trent'anni il più noto e utilizzato indice antropometrico. Esso mette in relazione il peso di una persona con la sua altezza e, in tal modo, permette di classificarne rapidamente il profilo corporeo in termini di sottopeso, normopeso, sovrappeso o obesità. Tuttavia, quando il BMI è rilevato su bambini e adolescenti, questa semplicità di calcolo non trova riscontro in un'analoga semplicità interpretativa. I motivi sono riconducibili ad almeno tre livelli di complessità: quella fisiologica legata alla relazione non lineare tra peso e altezza nel corso dell'infanzia e dell'adolescenza; quella epidemiologica legata all'oggettiva difficoltà di estendere all'età infantile dei livelli di rischio originariamente definiti per l'età adulta; quella metodologica legata alla coesistenza di differenti metodi di costruzione delle curve di BMI per la classificazione dei profili corporei. Pur non essendo un indicatore perfetto, il BMI ha permesso in modo semplice, non invasivo e poco costoso di ottenere, a livello internazionale, una rappresentazione standardizzata dei profili corporei delle popolazioni e la conseguente implementazione e valutazione di misure di prevenzione mirate. A tal fine, si presentano i risultati di uno studio effettuato su un campione rappresentativo di allievi di IV elementare che ha per obiettivo la stima delle prevalenze di sovrappeso/obesità e la definizione delle tendenze seguite da tali prevalenze nel corso degli ultimi tredici anni nella popolazione infantile del canton Ticino.*

## **Introduzione**

Il sovrappeso e l'obesità sono considerati una delle sfide più importanti per la salute pubblica del 21° secolo: nel 2016 più di 1,9 miliardi di persone adulte nel mondo erano sovrappeso, 650 milioni erano obese e si stima che, ogni anno, almeno 2,8 milioni di persone muoiano come risultato dell'eccesso di peso (OMS 2018 (a)). Se il dato è preoccupante per gli adulti, diventa allarmante quando si considerano le fasce più giovani della popolazione: 41 milioni di bambini in età prescolare sono già in sovrappeso e nella sola regione europea 1 bambino su 3 di 11 anni risulta in sovrappeso o obeso. Un bambino sovrappeso ha una maggiore probabilità di diventare un adulto obeso e un rischio più elevato di sviluppare nel corso degli

anni malattie cardiovascolari, diabete e cancro (OMS 2018 (a)).

Ma cosa sono il sovrappeso e l'obesità? L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) li descrive come un “accumulo anormale o eccessivo di grasso che rappresenta un rischio per la salute” (OMS 2018 (b)). Questa definizione, in apparenza semplice, può sollevare in realtà più domande che risposte. Come si quantifica un accumulo di grasso “anormale” o “eccessivo”? Come si definisce il rischio per la salute? Che ruolo assumono fattori come l'età e il sesso nella determinazione di tale rischio? Obiettivo del seguente articolo è rispondere a queste domande e, al contempo, presentare i risultati dello studio su sovrappeso e obesità realizzato su un campione di bambini di scuola elementare del canton Ticino.



foto T. Press / Francesca Agosta

### **Il Body Mass Index come strumento per la definizione dei profili corporei**

Il *Body Mass Index* (BMI), noto anche come Indice di massa corporea, è un indice antropometrico dato dal rapporto tra il peso di una persona espresso in kg e il quadrato della sua altezza espressa in m:

$$\text{BMI} = \text{kg} / \text{m}^2$$

Tale rapporto nasce dall'intento di uno scienziato belga – Lambert Adolphe Jacques Quetelet (1796-1874)<sup>1</sup> – di descrivere quantitativamente il concetto di “*homme moyen*”, un uomo fittizio frutto della sintesi delle caratteristiche umane. Quetelet, pioniere del moderno *data mining*<sup>2</sup>, era un appassionato sostenitore dell'approccio *data driven*<sup>3</sup> e, affascinato dall'applicazione del calcolo delle probabilità alle caratteristiche fisiche e sociali della popolazione, arrivò alla conclusione che, ad esclusione dei bambini e degli adolescenti, “il peso aumenta con il quadrato dell'altezza”, segnando la nascita dell'Indice di Quetelet (Eknayan 2008). Più di un secolo dopo, nel 1972, il biologo e fisiologo statunitense Ancel Keys<sup>4</sup> (1904-2004), comparando diversi indici antropometrici, concluse che l'Indice di Quetelet rappresentava il miglior compromesso tra semplicità di calcolo e correlazione con il livello di grasso sottocutaneo ma, anziché conservare il nome del suo autorevole ideatore, preferì attribuirgli l'attuale *Body Mass Index* (Keys 1972). Alla fine degli anni '90 (OMS 1995), l'OMS pubblicò la classificazione delle categorie di peso basate sull'Indice di massa corporea e da quel momento

il BMI divenne il riferimento internazionale per la classificazione dei profili corporei.

Secondo l'OMS (OMS 1995), nella popolazione adulta, esistono 4 principali profili corporei definiti mediante il BMI:

- Sottopeso:  $\text{BMI} < 18,5$
- Normopeso:  $18,5 \leq \text{BMI} < 25$
- Sovrappeso:  $25 \leq \text{BMI} < 30$
- Obesità:  $\text{BMI} \geq 30$

### **Il BMI e la popolazione infantile**

Come lo stesso Quetelet aveva già avuto modo di rilevare, la questione si complica quando si passa ad analizzare la popolazione infantile. Se negli adulti il BMI permette di sintetizzare le variazioni di peso rispetto alle sole variazioni di statura, nei bambini il peso è influenzato anche dalle variabili età e sesso, rendendo il BMI molto meno stabile. Vi è poi un altro aspetto da considerare: se negli adulti le categorie di BMI sono associate a variazioni del rischio di morbidità e mortalità (OMS 1998), nei bambini questi limiti sono di difficile definizione perché in termini prospettici è necessario attendere un periodo molto lungo prima dell'insorgere della malattia.

L'attribuzione dei profili corporei nella popolazione infantile, dunque, non può essere effettuata attraverso il semplice confronto tra il BMI misurato e una soglia costante di BMI perché, come detto, tali soglie variano con l'età e il sesso. Sono stati, quindi, proposti una serie di metodi per definire curve di BMI età- e sesso- specifiche che permettono di comparare le misure di BMI rilevate con quelle di una popolazione di riferimento [F. 1].

<sup>1</sup> Lambert Adolphe Jacques Quetelet era astronomo, matematico e statistico. Per le sue applicazioni della statistica a questioni sociali e problemi di carattere etico, viene considerato tra i fondatori delle scienze sociali. Grazie alla sua convinzione della necessità di standardizzare metodi e definizioni nella raccolta e nell'analisi dei dati, nel 1853 organizza il primo Congresso internazionale di statistica con l'obiettivo di “uniformare la nomenclatura delle cause di morte applicabile a tutti i Paesi”, ponendo così le basi dell'attuale *International Classification Diseases* (ICD).

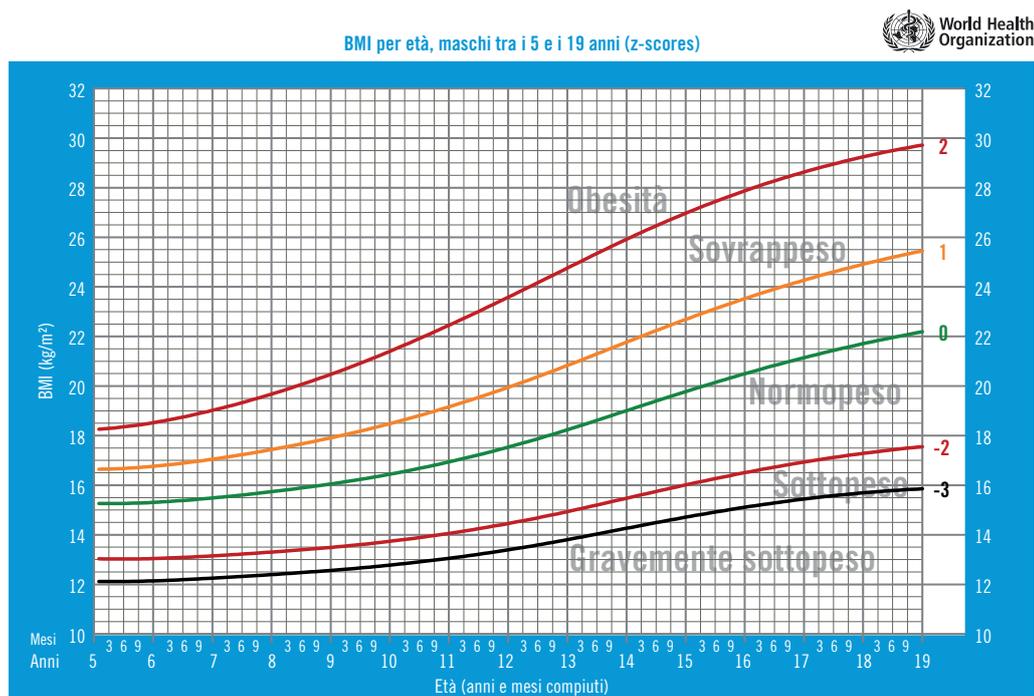
<sup>2</sup> Processo di estrazione dell'informazione da grandi masse di dati attraverso l'individuazione di *pattern*.

<sup>3</sup> Processo fondato esclusivamente sull'analisi dei dati disponibili, quindi sulla sola evidenza empirica.

<sup>4</sup> Ancel Benjamin Keys è noto per i suoi studi sul rapporto tra alimentazione e malattie cardiovascolari. Ideatore della Razione K, un'alimentazione base messa a punto per l'esercito americano durante la seconda Guerra Mondiale, si stabilì a Pioppi, piccolo paese italiano di pescatori, dove studiò per decenni la dieta mediterranea e ne confermò gli effetti positivi per la salute.

## F.1

## Curve BMI nel modello OMS, esempio di rappresentazione\*



\* Sull'asse delle ascisse vengono riportate le età, sull'asse delle ordinate i BMI. Come si può notare, il BMI è funzione dell'età e, in questo caso, le curve sono espresse in numero di deviazioni standard definendo le regioni che vanno da un profilo corporeo gravemente sottopeso (<-3 SD) a un profilo obeso (>+2SD).

Fonte: OMS ([www.who.int/growthref/en/](http://www.who.int/growthref/en/))

## T.1

## Caratteristiche dei campioni utilizzati dall'OMS e dall'IOTF, nei rispettivi metodi per definire sovrappeso e obesità in età infantile

Metodo	Intervallo d'età	Caratteristiche del campione
OMS	5-19 anni	WHO Reference 2007 composto da: 1977 US National Center for Health Statistics (NCHS)/WHO Growth Reference: – National Health Examination Survey (NHES): Ciclo II e III – National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): Ciclo I WHO Multicentre Growth Reference Study (MGRS): studio multicentrico condotto tra il 1997 e il 2003 su una popolazione di età non superiore ai 5 anni in 6 Paesi: Brasile, Ghana, India, Norvegia, Oman e USA (De Onis et al. 2007)
IOTF	2-18 anni	Integrazione di 6 studi trasversali nazionali condotti tra il 1963 e il 1993 rispettivamente in Brasile, Gran Bretagna, Hong Kong, Olanda, Singapore e USA (Cole 2000)

I principali metodi utilizzati a livello internazionale per la definizione di sovrappeso e obesità in età infantile sono essenzialmente due<sup>5</sup>: quello proposto dall'OMS e quello proposto dall'*International Obesity Task Force* (IOTF)<sup>6</sup>. Ognuno utilizza dati campionari specifici e provenienti da popolazioni differenti [T. 1].

Accanto alle differenze nei dati campionari, anche i metodi per il calcolo delle curve BMI sono diversi. L'OMS, infatti, doveva risolvere un problema in più rispetto all'IOTF: oltre a trovare il modo migliore per calcolare le curve dei profili corporei, doveva anche armonizzare i dati provenienti da due *datasets* molto differenti tra loro [T. 1]. L'OMS ha quindi optato per un metodo di normalizzazione *Box-Cox Power Exponential* (BCPE) e un metodo di *smoothing*<sup>7</sup> basato su *cubic splines* (De Onis 2007). L'IOTF, date le caratteristiche differenti della distribuzione campionaria, ha optato per un metodo che è un caso particolare del BCPE – l'LMS<sup>8</sup> – e un metodo di *smoothing* basato su *penalized likelihood* (Cole e Green 1992).

È interessante notare che nella definizione delle curve dei profili corporei l'OMS privilegia il concetto di scostamento da una condizione "ideale". In sostanza, lo scostamento viene quantificato con il numero di deviazioni standard (SD) dalla media della distribuzione normalizzata della popolazione campionaria; gli stati di sovrappeso e obesità sono un sensibile scostamento da tale media (rispettivamente >+1 SD e >+2 SD). L'approccio adottato dall'IOTF, invece, sembra avere un taglio più "epidemiologico" in quanto per la costruzione delle curve non fa riferimento alle deviazioni standard bensì al centile corrispondente alle soglie di sovrappeso e obesità già definite per gli adulti (sovrappeso: BMI ≥ 25 e obesità: BMI ≥ 30 ai 18 anni d'età)<sup>9</sup>.

Entrambi i metodi presentano delle limitazioni. Innanzitutto, rispetto al campione che, per ragioni diverse, risulta non ampiamente rappresentativo: nel caso dell'OMS è sbilanciato sulla popolazione statunitense; nel caso dell'IOTF, data la grande variabilità inter-ethnica

<sup>5</sup> Un terzo metodo in termini d'importanza è quello statunitense utilizzato dal *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), non trattato in questo articolo.

<sup>6</sup> Nel 2002 l'IOTF si è fusa con l'*International Association for the Study of Obesity* (IASO) costituendo l'attuale *World Obesity Federation*.

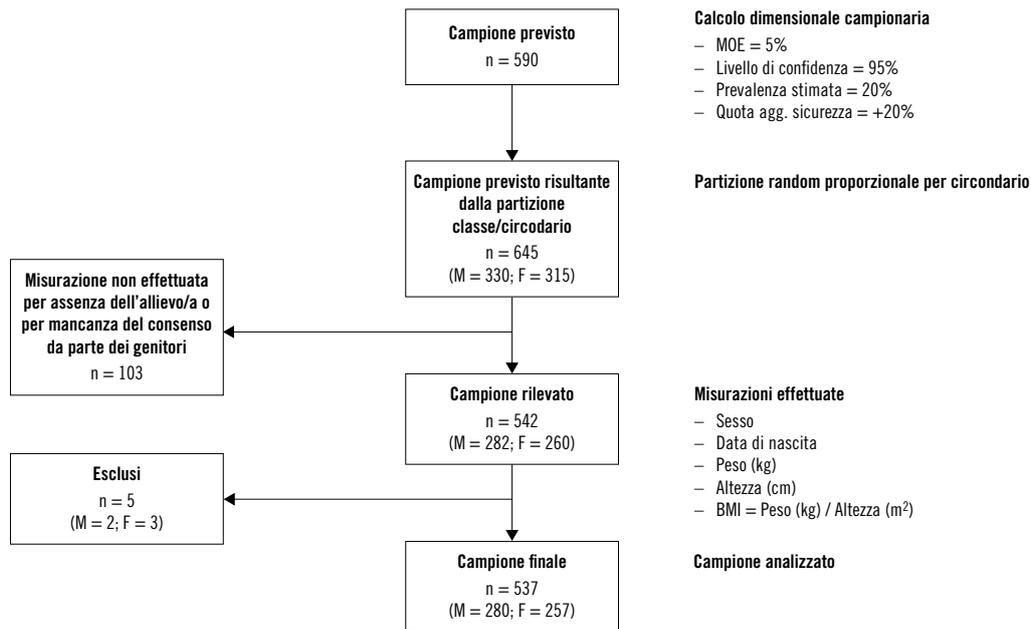
<sup>7</sup> Famiglia di metodi matematici che permettono di ottenere una funzione approssimata in grado di far emergere *pattern* rilevanti ed escludere il rumore di fondo. Il risultato è una funzione più "levigata" rispetto a quella ottenibile direttamente dai dati sperimentali.

<sup>8</sup> LMS è l'acronimo dei tre parametri stimati dalle distribuzioni campionarie che, nell'ordine, sono: l'indice di asimmetria (L), la mediana (M) e il coefficiente di variazione (S).

<sup>9</sup> A onor del vero, mentre il riferimento alle soglie degli adulti dell'IOTF è evidentemente diretto, quello dell'OMS è solo indiretto in quanto +1SD a 19 anni passa per 25,4 kg/m<sup>2</sup> nei ragazzi e per 25,0 kg/m<sup>2</sup> nelle ragazze; +2SD passa per 29,7 kg/m<sup>2</sup> in entrambi i sessi.

## F. 2

Disegno sperimentale per lo studio BMI condotto sugli allievi di IV elementare del canton Ticino



Fonte: Ufficio del medico cantonale

e la non chiara relazione tra composizione corporea e morbidità intra-etnica, non sembra adeguatamente rappresentativo in particolare per le popolazioni asiatiche. Inoltre, l'estensione delle soglie di sovrappeso e obesità dagli adulti ai bambini ha per fondamento una prospettiva "adulto-centrica", cioè basata sul presupposto<sup>10</sup> che l'estrapolazione a ritroso delle soglie dagli adulti ai bambini mantenga la stessa rilevanza in termini di impatto sulla salute. Infine, le curve IOTF presentano, rispetto ad altre curve, una minore sensibilità nel rilevare il sovrappeso e tale sensibilità varia considerevolmente nel confronto tra maschi e femmine (Reilly 2002).

### Materiali e metodi

Con l'obiettivo di determinare le prevalenze di sovrappeso e obesità negli allievi di scuola elementare del canton Ticino, tra aprile e maggio 2017, il Servizio di medicina scolastica dell'Ufficio del medico cantonale ha effettuato il rilevamento di peso e altezza su un campione casuale di allievi di IV elementare.

Preceduto da una comunicazione informativa inviata alle famiglie inerente modalità e finalità dello studio, e previa richiesta del consenso da parte dei genitori, due collaboratrici dell'Ufficio del medico cantonale hanno proceduto alla raccolta dei dati relativi a sesso, data di nascita, peso in kg, altezza in cm e circondario di appartenenza della classe. Le misurazioni sono state effettuate togliendo unicamente le scarpe agli allievi ed eventuali surplus di abbigliamento (es. maglioni pesanti), e utilizzando una bilancia di precisione *seca 877* e uno stadiometro *seca 2131*

adeguatamente calibrati. I dati ottenuti sono stati raccolti su un apposito modulo in formato Microsoft Excel.

La partecipazione allo studio è avvenuta su base volontaria e i dati sono stati raccolti in forma del tutto anonima, rendendo quindi impossibile l'identificazione degli allievi.

### Disegno sperimentale

Lo studio si configura come uno studio trasversale di tipo descrittivo e il disegno sperimentale prevede tre fasi: il campionamento, il rilevamento e l'analisi dei dati [F. 2].

Il campionamento effettuato è di tipo *simple random sampling* ripartito sui 7 circondari in misura proporzionale al numero di allievi per circondario. Con una prevalenza stimata di giovani in sovrappeso e obesi pari al 20% e considerando accettabile per ognuno dei due sessi un margine d'errore e un livello di confidenza rispettivamente del 5% e del 95%, la dimensione campionaria risultante è pari a 246 ragazze/i, per un totale di 492 allievi. Stimando, inoltre, un tasso di non partecipazione allo studio del 20% (es. allievi assenti il giorno del rilevamento) tale numero ha raggiunto complessivamente i 590 allievi.

Il rilevamento ha permesso di raccogliere in totale i dati di 542 allievi, di cui 282 maschi e 260 femmine. Da questi sono stati esclusi 5 allievi poiché a posteriori non era possibile stimarne l'effettivo peso: 2 casi presentavano il braccio ingessato, 2 casi il polso steccato e 1 caso la gamba steccata. Il campione finale su cui si è svolta l'analisi ammonta quindi a 537 persone.

<sup>10</sup> Studi basati su meta-analisi rilevano che nei bambini l'obesità è significativamente associata a livelli più elevati di pressione sistolica, lipidi totali, insulina e una maggiore massa del ventricolo sinistro. Tuttavia, la relazione con una variazione di morbidità e/o mortalità resta indiretta poiché non è ancora chiaro come questo incremento dei fattori di rischio cardiovascolare evolva in età adulta (Friedemann 2012).

L'analisi per la definizione delle prevalenze di sotto-, normo-, sovrappeso e obesità è stata effettuata utilizzando sia le curve BMI secondo lo standard OMS (5-19 anni) sia le curve BMI secondo lo standard IOTF (2-18 anni). Data l'asimmetria nelle distribuzioni di peso e BMI, è stata utilizzata la mediana come stimatore puntuale. La stima intervallare della mediana è stata calcolata attraverso un metodo di *bootstrap*<sup>11</sup> con una confidenza del 95%. Per il test di verifica dell'ipotesi di equivalenza tra distribuzioni indipendenti è stato utilizzato il test non parametrico U di Mann-Whitney con un livello di significatività  $\alpha=5\%$ . L'analisi statistica e la generazione dei grafici sono state effettuate utilizzando R v.3.3.2 e SPSS Statistics v.21.

## Risultati

Il campione estratto in modo casuale dai 7 circondari è costituito per il 52,1% (n=280) da maschi e per il 47,9% (n=257) da femmine. L'età dell'intero campione è compresa tra i 9,20 e gli 11,59 anni per una media totale di 9,95 anni (SD=0,41). Ripartendo il dato per sesso, il campione presenta una media di 9,97 anni per i maschi (SD=0,41) e di 9,93 anni per le femmine (SD=0,40).

Dall'analisi esplorativa dei boxplot [F. 3], si può notare che la distribuzione del BMI nel campione presenta un'asimmetria alquanto evidente in entrambi i sessi con la mediana del gruppo maschile superiore rispetto a quella del gruppo femminile [F. 3].

Più precisamente, rappresentando le distribuzioni di peso e BMI sotto forma di istogramma [F. 4] è possibile notare l'asimmetria positiva sia per il peso che per il BMI.

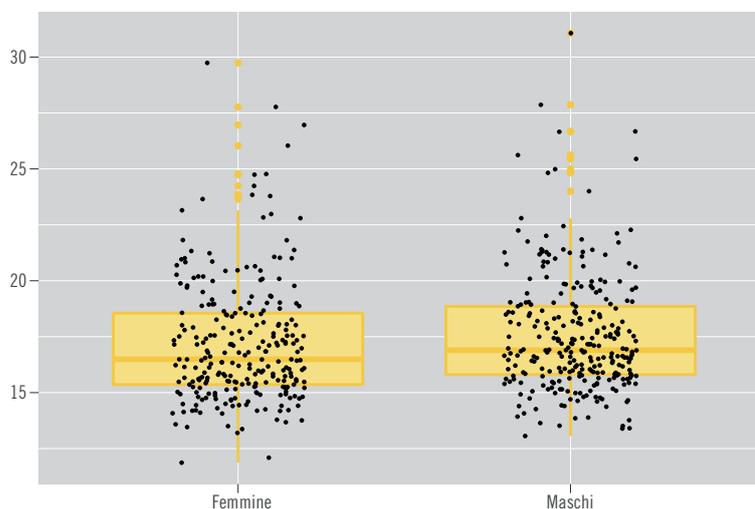
La mediana totale del peso è pari a 33,3 kg [32,7-34], rispettivamente 34,0 kg nei maschi [33,2-34,7] e 32,6 kg nelle femmine [31,6-33,6]. La mediana di BMI totale è risultata di 16,8 [16,6-17,1]; nei maschi è pari a 16,9 [16,6-17,3] e, come rilevato dai boxplot, leggermente inferiore nelle femmine: 16,5 [16,2-17,1].

Come già discusso in precedenza, in età infantile non è possibile fissare delle soglie costan-



F. 3

Distribuzione del BMI tra allievi di IV elementare, secondo il sesso, in Ticino, nel 2017\*



\* Sono rappresentati i boxplot (in giallo chiaro), le mediane (linea gialla in grassetto all'interno del boxplot) e le singole misure campionarie (punti neri).

Fonte: Ufficio del medico cantonale

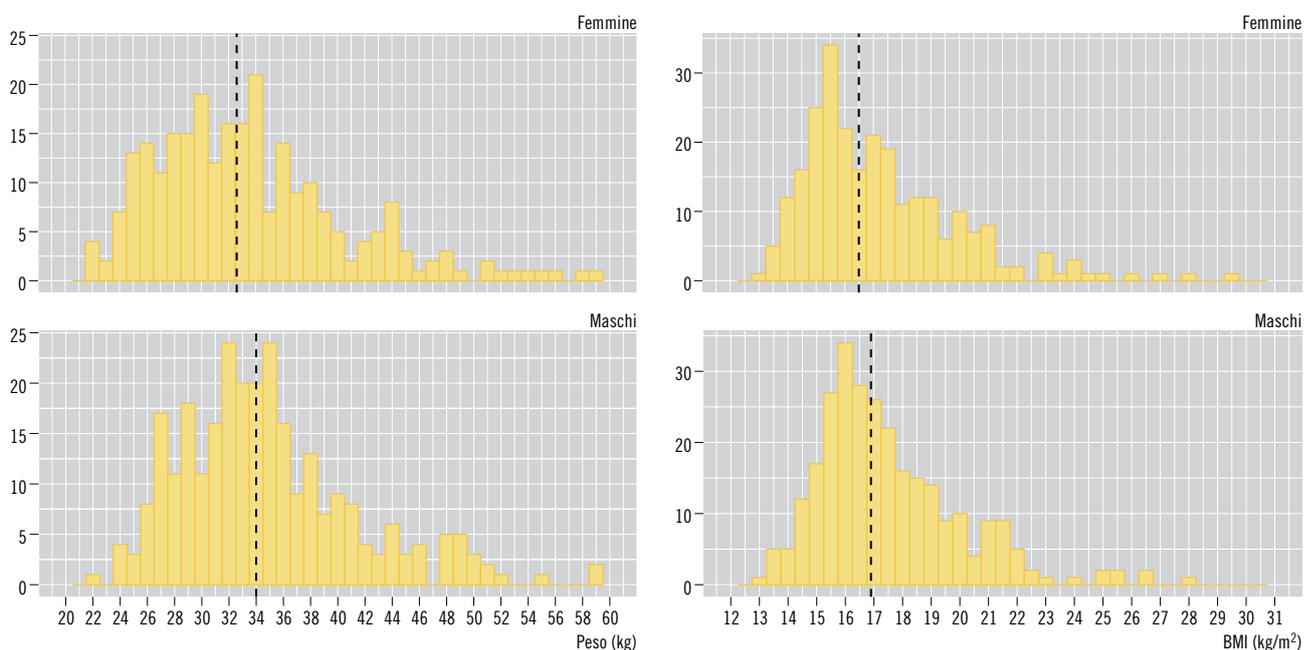
ti di BMI per la determinazione delle prevalenze dei vari profili corporei perché quest'ultimo diventa una funzione delle variabili età e sesso. Per questa ragione vengono utilizzate delle curve standard di BMI età- e sesso-specifiche. In questo lavoro i dati campionari sono stati analizzati sia con le curve proposte dall'OMS che con quelle proposte dall'IOTF [F. 5].

<sup>11</sup> Metodo di calcolo che non presuppone una distribuzione specifica della popolazione e ricava la stima intervallare della statistica d'interesse mediante una serie di ricampionamenti sul campione stesso.



foto: TP Press / Gabriele Pulzari

**F.4**  
Distribuzione del peso e del BMI, tra allievi di IV elementare, secondo il sesso, in Ticino, nel 2017\*



\* La linea tratteggiata nera rappresenta la mediana.  
Fonte: Ufficio del medico cantonale

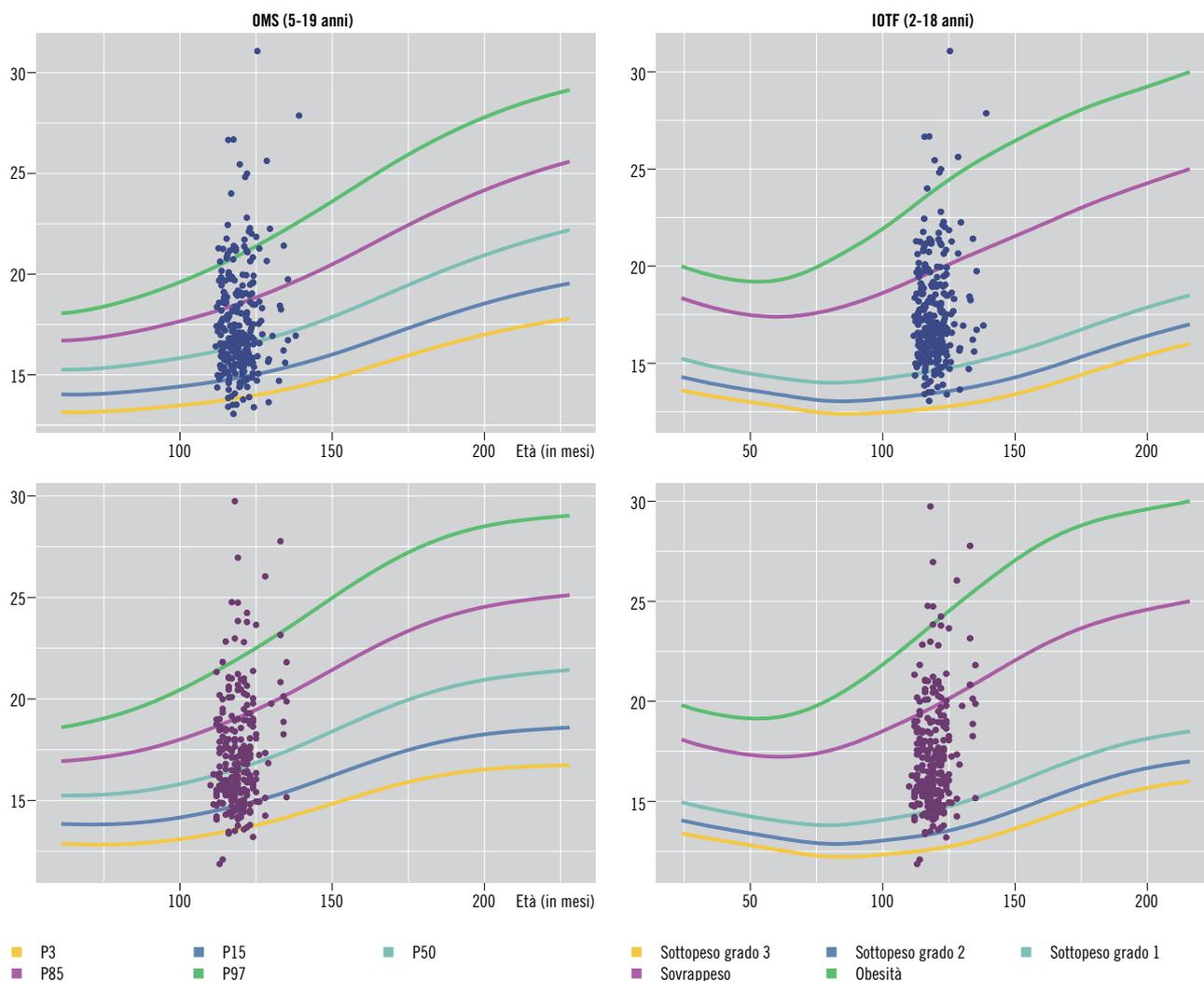
Come si può notare, i modelli OMS e IOTF presentano un andamento alquanto differente in entrambi i sessi. Questa peculiarità nella “forma” delle curve, ovviamente, ha un impatto anche in termini di prevalenze stimate che, in funzione del modello scelto, possono risultare anche sensibilmente differenti.

Nella tabella [T. 2], sono riassunti i risultati derivanti dall’applicazione dei due modelli.

Nel canton Ticino, circa il 73% (metodo OMS) e circa il 74% (metodo IOTF) dei giovani di età compresa tra i 9 e gli 11 anni risulta normopeso. La prevalenza di sovrappeso e obesità risulta essere rispettivamente del 18,4% e del 6,7% (OMS) e del 13,97% e del 2,98% (IOTF). Per ciò che concerne il sottopeso per l’OMS e il sottopeso di grado 2 e 3 per l’IOTF – cioè livelli di sottopeso medio e grave – si rilevano prevalenze estremamente basse.

## F.5

## Rappresentazione delle curve soglia BMI per l'OMS e l'IOTF\*



\* I punti sovrapposti alle curve rappresentano le singole misure campionarie rilevate nel canton Ticino per i maschi (in blu scuro) e per le femmine (in viola scuro). Per le curve OMS si è scelta la rappresentazione più nota e comunemente utilizzata basata sui percentili (es. P3: 3° percentile; P97: 97° percentile).

Fonte: OMS, IOTF

## T.2

## Stime dei BMI rilevati tra allievi di IV elementare, secondo il sesso, in Ticino, nel 2017, secondo il modello OMS (a.) e il modello IOTF (b.)

a.	n	Sottopeso	Normopeso	Sovrappeso	Obesità
<b>Totale</b>	<b>537</b>	<b>1,70%</b>	<b>73,20%</b>	<b>18,40%</b>	<b>6,70%</b>
Maschi	280	2,14%	69,29%	20,36%	8,21%
Femmine	257	1,17%	77,44%	16,34%	5,06%

b.	n	Sottopeso Grado 3	Sottopeso Grado 2	Sottopeso Grado 1	Normopeso	Sovrappeso	Obesità
<b>Totale</b>	<b>537</b>	<b>0,37%</b>	<b>0,74%</b>	<b>8,19%</b>	<b>73,74%</b>	<b>13,97%</b>	<b>2,98%</b>
Maschi	280	0,00%	1,07%	6,07%	74,29%	15,36%	3,21%
Femmine	257	0,78%	0,39%	10,51%	73,15%	12,45%	2,72%

Fonte: Ufficio del medico cantonale

**Bias potenziali**

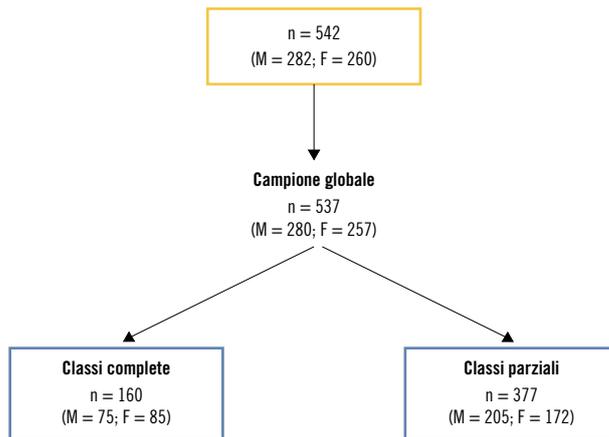
Una serie di considerazioni potrebbero emergere in merito alla precisione del dato ottenuto. Dal punto di vista prettamente statistico, la dimensione campionaria sondata è tale da garantire il margine di errore all'interno dei limiti previsti in fase di disegno sperimentale ( $\pm 5\%$ ). Tuttavia, la discrepanza riscontrata tra la dimensione campionaria prevista ( $n=645$ ) e quella effettivamente

campionata ( $n=542$ ) potrebbe far sorgere un interrogativo: è ipotizzabile una sorta di “effetto imbarazzo”, un effetto cioè che induca i genitori di bambini sotto/sovrappeso a evitare la misurazione dei figli? Se così fosse, il bias introdotto potrebbe generare una sottostima proprio nelle prevalenze dei bambini non normopeso.

Si è cercato di rispondere a questo interrogativo suddividendo [F. 6] la dimensione campio-

## F. 6

## Ripartizione della dimensione campionaria complessiva tra classi complete e classi parziali



Fonte: Ufficio del medico cantonale

naria totale ( $n=537$ ) nelle sue due componenti: le *classi complete*, cioè le classi che hanno ricevuto il 100% dei consensi da parte dei genitori ( $n=160$ ) e le *classi parziali*, cioè le classi ove non è stato possibile rilevare il BMI di tutti gli allievi a causa della loro assenza oppure della mancanza del consenso ( $n=377$ ).

L'analisi esplorativa effettuata mediante un *quantile-quantile plot* [F. 7] permette di confrontare le distribuzioni del gruppo *Classi complete* rispetto al gruppo *Classi parziali* ed evidenzia effettivamente un gruppo di misure con BMI più elevate nelle prime rispetto alle seconde.

Per verificare se questa discrepanza sulle code delle due distribuzioni – cioè sui BMI estremi – rappresenti una significativa distorsione, si è cercato di risolvere il problema per via inferenziale sondando l'ipotesi che nelle classi parziali esista un *bias* dovuto all'esclusione di allievi sotto/sovrappeso rispetto alle classi complete. L'ipotesi nulla prevede l'equivalenza tra la distribuzione delle classi parziali ( $\tilde{x}_{CC}$ ) e la distribuzione delle classi complete ( $\tilde{x}_{PC}$ ); l'ipotesi alternativa, invece, la non equivalenza tra le distribuzioni:

$$H_0: \tilde{x}_{PC} = \tilde{x}_{CC}$$

$$H_1: \tilde{x}_{PC} \neq \tilde{x}_{CC}$$

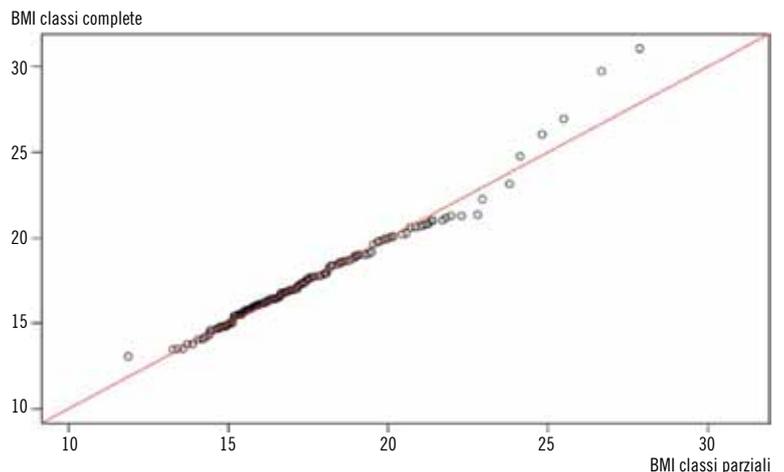
Il risultato del test non parametrico U di Mann-Whitney risulta non statisticamente significativo ( $p=0,83$ ) e permette di accettare l'ipotesi nulla di equivalenza tra le due distribuzioni. In pratica, con un accettabile grado di confidenza, si può concludere che il bias ipotizzato inizialmente non abbia inficiato il risultato finale.

D'altra parte, anche il confronto tra gli stimatori puntuali (mediane) e le relative stime intervallari delle due distribuzioni – classi parziali e classi complete – non evidenzia particolari differenze [F. 8]. Infatti, la mediana totale del BMI stimata per le classi complete risulta di 16,8 [16,4-17,3], quella stimata per le classi parziali nuovamente di 16,8 [16,6-17,2].



## F. 7

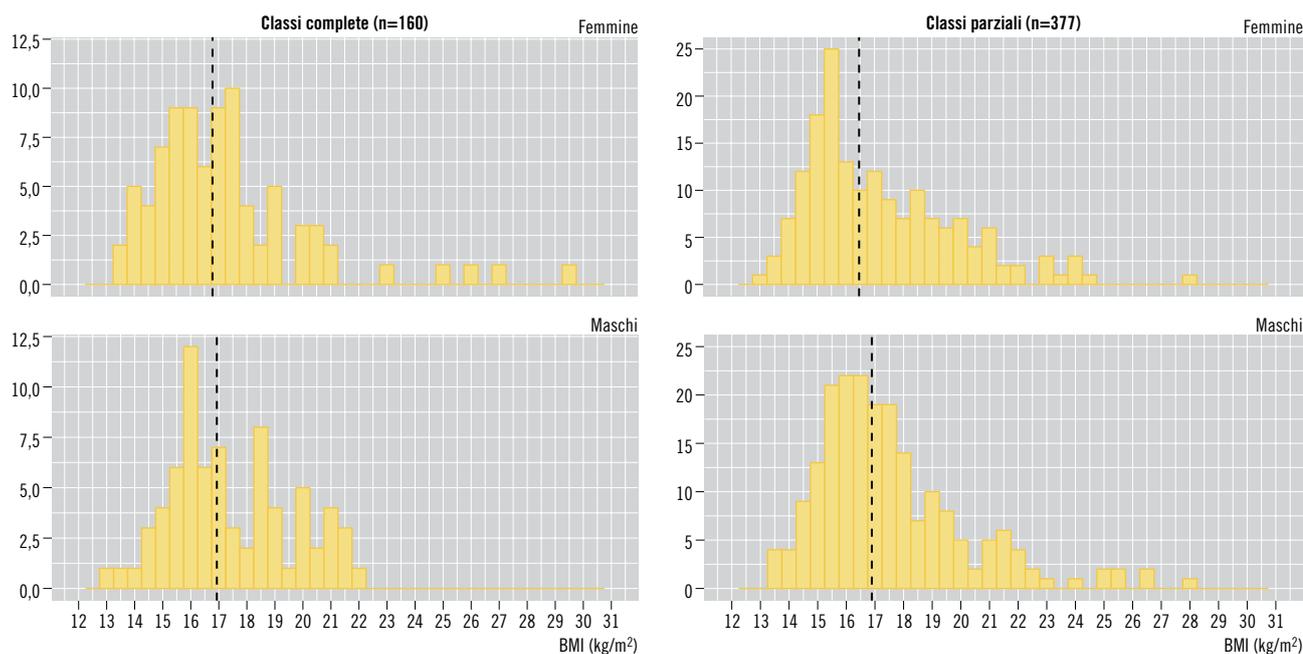
Confronto tra i quantili delle distribuzioni dei BMI rilevati nelle classi ove non è stato possibile effettuare le misurazioni su tutti gli allievi rispetto ai BMI rilevati nelle classi dove è stato invece possibile effettuare le misurazioni su tutti gli allievi



Fonte: Ufficio del medico cantonale

## F.8

Confronto tra le distribuzioni delle classi complete e delle classi parziali, secondo il sesso\*



BMI	n	Mediana	IC 95 min	IC 95 max
Totale	160	16,8	16,4	17,3
Maschi	75	16,9	16,4	18,0
Femmine	85	16,8	16,1	17,3

BMI	n	Mediana	IC 95 min	IC 95 max
Totale	377	16,8	16,6	17,2
Maschi	205	16,9	16,6	17,4
Femmine	172	16,5	15,9	17,2

BMI	n	Mediana	IC 95 min	IC 95 max
Totale	537	16,8	16,6	17,1
Maschi	280	16,9	16,6	17,3
Femmine	257	16,5	16,2	17,1

\* Sotto gli istogrammi, le tabelle relative alla stima delle mediane e dei relativi intervalli di confidenza.  
Fonte: Ufficio del medico cantonale

## Discussione

Il *Body Mass Index* (BMI) è da quasi trent'anni l'indice antropometrico più comunemente utilizzato per stimare le prevalenze di sotto-, normo-, sovrappeso e obesità nelle popolazioni. Tale indice non deve la sua popolarità a peculiari caratteristiche intrinseche di precisione e/o completezza. Esso, infatti, non dà informazioni sulla quantità di massa grassa rispetto alla massa magra né definisce la localizzazione del grasso corporeo<sup>12</sup>. In compenso, però, da un lato permette nel modo più semplice, rapido, non invasivo e poco costoso di ottenere una rappresentazione standardizzata del profilo corporeo e dall'altro, attraverso dei valori soglia entro cui si troverà il BMI rilevato, di quantificare il grado di rischio in termini di maggiore morbilità e/o mortalità attribuibile all'eccesso di peso, consentendo di elaborare e implementare misure di prevenzione appropriate.

Proprio la quantificazione del rischio attraverso il BMI nelle fasce più giovani della popolazione è un concetto importante che merita un breve approfondimento. Nei bambini e negli adolescenti, il BMI correla in modo variabile con

la quantità di grasso corporeo. Più precisamente, al crescere del peso rispetto all'altezza, tale correlazione sarà sempre più elevata (Freedman 2005). Questa caratteristica ha un riscontro anche in termini di rischio per la salute: più elevato è il BMI, più elevata sarà la sua correlazione con la quantità di massa grassa e maggiore sarà la sua utilità nella valutazione del rischio per la salute. In una condizione di obesità – cioè di BMI  $\geq 30$  – si rileva un aumento significativo dei fattori di rischio associati a malattie cardiovascolari e metaboliche già a partire dalla giovane età (Friedemann 2012).

Ma è possibile ipotizzare un intervallo di età più "sensibile" ai BMI più elevati? Un recente studio sembra indicare una finestra temporale critica nel corso dell'infanzia compresa tra i 2 e i 6 anni d'età. In questo periodo, si registra l'incremento più rapido del peso e una condizione di obesità in tale intervallo temporale è significativamente predittiva della condizione di obesità nella successiva adolescenza. Inoltre, dallo stesso studio risulta che il peso del neonato alla nascita è un ulteriore fattore predittivo di un futuro stato di obesità (Geserick 2018).

<sup>12</sup> Per questo tipo di dati esistono altre tecniche di misura molto più precise come quelle basate sull'imaging. Il DEXA (Dual-energy x-ray absorptiometry), ad esempio, quantifica sia la porzione di massa grassa che la sua localizzazione corporea.

Tornando al campione ticinese oggetto dell'analisi, è interessante notare quanto la determinazione delle prevalenze di sotto-, normo-, sovrappeso e obesi sia dipendente dal metodo d'indagine utilizzato: considerando il campione di giovani di IV elementare estratto dai 7 circondari, mediante il criterio IOTF la percentuale di giovani sovrappeso o obesi risulta del 17% mentre utilizzando il criterio OMS questa prevalenza sale di 8 punti percentuali, giungendo al 25%. Tale discrepanza – prossima alla soglia della significatività statistica – non è né una sorpresa né una novità: i *dataset* di partenza e i metodi statistici utilizzati sono tra loro differenti e in letteratura non è infrequente trovare la prevalenza di sovrappeso e obesi stimata con il criterio IOTF inferiore rispetto a quella stimata con il criterio OMS (Shields & Tremblay 2010; Gonzalez-Casanova et al. 2013; Hassapidou et al. 2015; Barbu et al. 2015; Soumyajit et al. 2013; Meyer et al. 2013; Deren et al. 2018). Probabilmente, parte della spiegazione sta anche nella ridotta sensibilità ed elevata specificità del metodo IOTF che, conservativamente, risulta meno esposto ai falsi positivi (persone che vengono classificate come sovrappeso/obese quando in realtà non lo sono) rispetto ai falsi negativi (persone che non vengono classificate come sovrappeso/obese quando in realtà lo sono).

Un altro aspetto interessante riguarda le diverse modalità di utilizzo del BMI all'interno dello stesso criterio. Come già discusso, l'OMS definisce le classi di BMI in funzione del numero di deviazioni standard (o z-score) rispetto alla condizione considerata normale. Nella pratica, però, ciò che viene comunemente utilizzato non sono le soglie di BMI basate sulle deviazioni standard bensì quelle basate sui percentili della distribuzione. In effetti, è molto più pratico riferirsi a questi perché ciò permette in modo semplice e intuitivo di ricavare contemporaneamente due tipi d'informazione: la prima è la classe di peso in cui si colloca il BMI rilevato, la seconda è quanto esso sia comune (o raro) nella popolazione di riferimento. D'altra parte, a fronte di questi indubbi vantaggi, vi è da notare che le deviazioni standard utilizzate



foto: TI Press / Samuel Galay

per definire le soglie di BMI non hanno un rapporto di conversione esatto con i percentili tabulati. Ad esempio, usando le deviazioni standard (SD), le soglie per la definizione del sovrappeso e dell'obesità nei bambini e adolescenti sono rispettivamente  $BMI > +1SD$  e  $BMI > +2SD$ ; usando i percentili sono rispettivamente  $BMI > 85^\circ$  e  $BMI > 97^\circ$  percentile. Tuttavia, in una distribuzione gaussiana il percentile corrispondente a 1SD non è l'85° ma l'84,1° e quello corrispondente a 2SD non è il 97° bensì il 97,7°. Ovviamente, l'intento dell'OMS è quello di favorire numeri di semplice utilizzo nella pratica – lo stesso vale anche per gli interi usati nelle deviazioni standard –, ma quanto pesa questa differenza in termini di stima puntuale? Abbiamo ricalcolato le prevalenze di sovrappeso e



obesità sul campione ticinese utilizzando le soglie espresse in percentili anziché in deviazioni standard e il risultato vede una riduzione della stima nella prevalenza complessiva di allievi sovrappeso e obesi pari a 1,26 punti percentuali (rispettivamente 23,84% contro 25,10%) corrispondenti a circa 7 persone su 537.

Un ultimo aspetto da trattare concerne tre quesiti importanti: è cambiata nel corso del tempo la prevalenza di sovrappeso e obesità infantile nel canton Ticino? Come si pone il nostro cantone rispetto agli altri cantoni svizzeri? E, infine, come si pone a livello internazionale?

Per quanto concerne la prima domanda, l'ultimo rilevamento del BMI nelle scuole elementari del nostro cantone risale all'anno 2003/2004 quando furono censiti 2.896 allievi di età compresa tra gli 8 e i 10 anni [T. 3].

In quel caso, la prevalenza stimata – con criterio IOTF – risultò praticamente identica all'at-

tuale con una percentuale complessiva di allievi sovrappeso e obesi pari al 16,90% (l'attuale è del 16,95%).

Per quanto invece riguarda il confronto con il resto della Svizzera, il dato non è di facile interpretazione poiché i disegni sperimentali, i target e le dimensioni campionarie sono alquanto eterogenei. Secondo i dati di Promozione salute svizzera (Stamm et al. 2017), il canton Ticino sembra situarsi

**T. 3**  
Confronto tra le prevalenze di sovrappeso e obesità rilevate tra allievi di IV elementare, secondo il sesso, in Ticino, nel 2003-2004 e nel 2017, secondo il criterio IOTF

Anno	2003-2004	2017
Età	8-10 anni (III Elementare)	9-11 anni (IV Elementare)
Dimensione	2.896 (M=1.526; F=1.370)	537 (M=280; F=257)
% Sovrappeso	13,30%	13,97%
% Obesità	3,60%	2,98%
Totale (% Sovrappeso + % Obesità)	16,90%	16,95%

Fonte: Ufficio del medico cantonale

in una posizione intermedia analoga alla media nazionale, compresa tra i massimi del cantone di Basilea Città (24%) e i minimi del canton Uri (7,7%).

Infine, per quanto concerne la situazione internazionale, anche in questo caso l'eterogeneità dei disegni sperimentali riduce le possibilità di un confronto omogeneo. Considerando tutte le limitazioni del caso – differenti intervalli d'età e diversi periodi di raccolta dati – è possibile però ipotizzare una buona posizione del nostro cantone che, presentando un dato analogo alla media svizzera, si colloca nel terzile “virtuoso” delle prevalenze più basse di sovrappeso e obesità a livello europeo (World Obesity Federation 2018).

### Conclusioni

Il sovrappeso e l'obesità sono un importante problema di salute pubblica che, a partire dagli anni '80, in molti paesi europei ha visto il triplicare delle prevalenze. L'eccesso di peso aumenta significativamente il rischio di sviluppare malattie non trasmissibili come quelle cardiovascolari, il diabete e il cancro, e può indurre disabilità fisiche, oltreché effetti di natura psicologica come quelli legati all'autostima e alla stigmatizzazione (OMS 2018 (c)).

Per questa ragione, è molto importante monitorare la situazione e oggi la maggior parte dei paesi ha implementato strategie per misurare le prevalenze di sovrappeso e obesità nella popolazione. A tal fine, uno degli strumenti più comunemente utilizzati è il *Body Mass Index*, un indice antropometrico che permette di ottenere in modo semplice e rapido un'utile misura standardizzata del peso rispetto all'altezza e definire nella popolazione le prevalenze delle categorie di sotto-, normo-, sovrappeso e obesità. Tuttavia, il BMI non è un indicatore perfetto e la sua semplicità di calcolo non implica una conseguente semplicità interpretativa. Questi due aspetti richiedono una comprensione approfondita almeno a due livelli: il primo è relativo a ciò che misura (e non misura) effettivamente il BMI; il secondo concerne la scelta del criterio adottato per rilevare le categorie di peso (OMS, IOTF).

### Bibliografia

- Barbu CG et al. (2015). Obesity and eating behaviors in school children and adolescents – data from a cross sectional study from Bucharest, Romania. *BMC Public Health*. 15, 206.
- Cole, Tim J (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*. 320, 1240-1243.
- Cole, TJ; Green, PJ (1992). Smoothing reference centile curves: The LMS method and penalized likelihood. *Statistics in Medicine*. 11(10), 1305–1319.
- De Onis, Mercedes et al. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescent. *Bulletin of the World Health Organization*. 85, 660–667.
- Deren K et al. (2018). The prevalence of underweight, overweight and obesity in children and adolescents from Ukraine. *Scientific Reports*. 8, 3625.
- Eknoyan, Garabed (2008). Adolphe Quetelet (1796–1874)—the average man and indices of obesity. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 23, 47–51.
- Freedman DS et al. (2005). Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. *International Journal of Obesity*. 29, 1-8.
- Friedemann, C et al. (2012). Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *British Medical Journal*. 345, e4759.
- Geserick M et al. (2018). Acceleration of BMI in early childhood and risk of sustained obesity. *The New England Journal of Medicine*. 379, 1303-1312.
- Gonzalez-Casanova I et al. (2013). Comparing three body mass index classification systems to assess overweight and obesity in children and adolescents. *Pan American Journal of Public Health*. 33(4), 349-355.
- Hassapidou M et al. (2015). Prevalence of overweight and obesity in pre-school children in Thessaloniki, Greece. *Hormones*, 14(4), 615-622.
- Keys, Ancel (1972). Indices of relative weight and obesity. *Journal of Chronic Diseases*. 25, 329–343.
- Meyer E et al. (2013). Prevalence of overweight and obesity in students from different altitudinal zones of Jujuy according to three international references (IOTF, CDC and WHO). *Archivos argentinos de pediatría*. 111(6), 516-522.
- OMS (1995). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, No. 854.



Lo studio del BMI effettuato nel canton Ticino ha rilevato una situazione che, nonostante la dinamica crescente di sovrappeso e obesità riscontrabile a livello internazionale, si è mantenuta praticamente invariata negli ultimi 14 anni negli allievi ticinesi di III-IV elementare. Sicuramente è un risultato incoraggiante ma per continuare a contrastare efficacemente questa dinamica è fondamentale intervenire dove le evidenze scientifiche suggeriscono l'effettivo instaurarsi del problema. Oggi sappiamo che l'obesità può essere una condizione estremamente precoce e questo legittima la scelta del Programma d'azione cantonale di favorire il movimento e l'alimentazione equilibrata con interventi specifici fin dalla prima infanzia. La sostanziale stabilità del BMI rilevata nella popolazione scolastica ticinese invita a proseguire con costanza sulla strada intrapresa più di un decennio fa.

### **Ringraziamenti**

Si ringraziano la Sezione e gli Ispettorati delle scuole comunali, le Direzioni degli istituti e i docenti delle classi estratte per la sensibilità dimostrata verso il tema e per la collaborazione concreta ed efficiente. Si ringraziano le famiglie che hanno acconsentito al rilevamento dei dati e, non da ultimi, le allieve e gli allievi che con la loro apertura e vitalità hanno reso gradevole l'attività di raccolta dati.

**Per contatti:** [ottavio.beretta@ti.ch](mailto:ottavio.beretta@ti.ch).

---

OMS (1998). *Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation*, Geneva, 35 Jun 1997.

---

OMS (2018) (a). Disponibile in: <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/en/> (consultato in novembre 2018).

---

OMS (2018) (b). Disponibile in: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood\\_what/en/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/en/) (consultato in novembre 2018).

---

OMS (2018) (c). Disponibile in: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity> (consultato in novembre 2018).

---

Reilly, JJ (2002). Assessment of childhood obesity: national reference data or international approach? *Obesity Research*. 10, 838–840.

---

Shields, M; Tremblay M.S. (2010). Canadian childhood obesity estimates based on WHO, IOTF and CDC cut-points. *International Journal of Pediatric Obesity*. 5, 265–273.

---

Soumyajit M et al. (2013). Overweight and Obesity Among Early Adolescent School Girls in Urban Area of West Bengal, India: Prevalence Assessment Using Different Reference Standards. *International Journal of Preventive Medicine*. 4(9), 1070-1074.

---

Stamm H et al. (2017). Monitoring comparatif des données relatives au poids des enfants et des adolescent-e-s en Suisse, Analyse de données collectées dans les cantons de Bâle-Ville, de Berne, des Grisons, du Jura, de Lucerne, d'Obwald, de Saint-Gall et d'Uri ainsi que dans les villes de Berne, Fribourg et Zurich. *Promotion Santé Suisse Document de travail* 41, Berne et Lausanne.

---

World Obesity Federation (2018). Disponibile in: <https://www.worldobesitydata.org/> (consultato in novembre 2018).