

# Analisi esplorativa della percentuale di obesità nel mondo su dataset WHO

Alice Fortuni

Dipartimento di Ingegneria  
Università degli Studi di Perugia  
Perugia, Italia  
alice.fortuni@studenti.unipg.it

**Abstract**—Questo documento offre un’analisi approfondita dei dati sulla percentuale di obesità mondiale forniti dalla World Health Organization, utilizzando strumenti statistici implementati nel linguaggio R. L’obiettivo principale è quello di esplorare le differenze di obesità tra uomini e donne, analizzare le variazioni nelle diverse regioni globali e osservare l’evoluzione di questi tassi nel tempo. I risultati evidenziano tendenze significative di crescita della percentuale di obesità a livello globale, con variazioni rilevanti tra le regioni e tra i sessi. Tali osservazioni suggeriscono l’influenza di fattori globali e regionali, stimolando future ricerche per approfondirne le cause.

**Index Terms**—WHO, BMI, obesità, EDA.

## I. INTRODUZIONE

L’obesità è una malattia cronica caratterizzata da un eccessivo accumulo di grasso corporeo, che può compromettere la salute dell’individuo, aumentando il rischio di diabete di tipo 2, malattie cardiovascolari e alcuni tipi di cancro, oltre che influire negativamente sulla qualità della vita e sul benessere psico-sociale [1]. Viene diagnosticata utilizzando l’indice di massa corporea (BMI), che si calcola dividendo il peso del soggetto (kg) per la sua altezza al quadrato ( $m^2$ ). Un BMI uguale o superiore a  $30\text{ kg/m}^2$  indica obesità.

Negli ultimi decenni, l’obesità è diventata un problema di salute pubblica sempre più diffuso a livello globale. Tra le principali cause vi sono predisposizioni genetiche, alterazioni ormonali, effetti collaterali di farmaci, problemi di salute mentale, tra cui depressione e ansia, oltre a fattori ambientali come luoghi di lavoro sedentari e uno scarso accesso alle strutture ricreative [2].

Nello studio che segue è stata condotta un’analisi riguardante il tasso di obesità adulta a livello mondiale, con una distinzione basata su sesso e area geografica, nel periodo dal 1990 al 2022.

## II. DATASET

Il dataset utilizzato per l’analisi, denominato “Prevalence of obesity among adults, BMI  $\geq 30$  (age-standardized estimate) (%)”, è stato ottenuto dal sito ufficiale dell’Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) [3]. Tale dataset fornisce la percentuale di adulti (di età pari o superiore a 18 anni) con un indice di massa corporea maggiore o uguale a  $30\text{ kg/m}^2$ . I dati, provenienti principalmente da sondaggi basati sulla popolazione, sono suddivisi per sesso, regione geografica, paese e anno, e sono standardizzati per età, in modo da migliorare

la comparabilità tra le diverse popolazioni. La misurazione si basa su valutazioni dirette del peso e dell’altezza dei soggetti.

### A. Modellazione del dataset

Il dataset originale si compone di 19.701 campioni e 34 feature. Tuttavia, a seguito di una analisi preliminare dello stesso, è emerso che molte delle feature risultavano ridondanti o poco rilevanti ai fini dell’analisi. In particolare, alcune presentavano esclusivamente valori mancanti o assumevano un valore unico in tutte le osservazioni, risultando prive di significato informativo. Pertanto, prima dell’analisi esplorativa, è stata effettuata una riduzione del dataset, conservando solo le feature maggiormente rilevanti. Inoltre, per migliorarne la chiarezza e l’usabilità, queste feature sono state rinominate con denominazioni più esplicative.

Il dataset risultante si compone delle seguenti colonne:

- **year**: anno della misurazione, utile per analizzare l’evoluzione del tasso di obesità nel tempo;
- **country**: nome del paese. Consente di effettuare confronti fra paesi o analisi regionali;
- **countryCode**: codice ISO-3 del paese;
- **region**: regione geografica del paese, secondo la suddivisione fornita dalla WHO. Permette di analizzare e confrontare il tasso di obesità tra le diverse regioni;
- **sex**: sesso del campione. Può assumere i valori “Male”, “Female” o “Both sexes” e consente di effettuare confronti di genere;
- **value**: valore di obesità espresso in percentuale. Rappresenta il dato principale di analisi.

La fase di selezione delle feature ha permesso di ottenere un dataset privo di valori mancanti e dati ridondanti.

## III. ANALISI ESPLORATIVA DEI DATI

In questa sezione vengono presentati i risultati ottenuti dalla fase di analisi esplorativa dei dati (EDA), essenziale per la comprensione iniziale del dataset. Tale fase ha fornito una panoramica dettagliata delle caratteristiche dei dati, rivelando trend e relazioni significative, alcune delle quali sono state successivamente confermate da test statistici.

### A. Distribuzione dei valori

L’analisi esplorativa è iniziata focalizzandosi sulla distribuzione della percentuale di obesità a livello globale,

considerando i dati aggregati per entrambi i sessi ('Both sexes'), al fine di ottenere una visione d'insieme. In Fig. 1 è mostrato l'istogramma, con curva di densità, relativo a tale distribuzione.

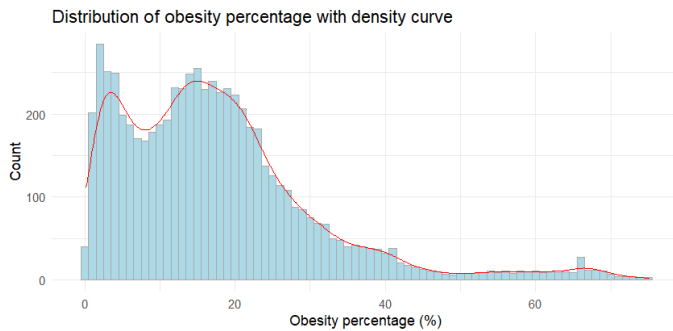


Fig. 1. Distribuzione globale della percentuale di obesità con curva di densità.

La distribuzione è chiaramente asimmetrica positiva, con una lunga coda a destra. Ciò indica che la maggior parte dei campioni presenta una percentuale di obesità relativamente bassa, sebbene siano presenti valori molto elevati che suggeriscono l'esistenza di paesi con un tasso di obesità estremamente elevato, superiore al 75%.

### B. Trend temporale

L'analisi è proseguita concentrandosi sull'evoluzione della distribuzione della percentuale di obesità nel tempo. In Fig. 2 sono mostrati i boxplot delle distribuzioni annuali, considerando solo gli anni pari per semplificare la visualizzazione.

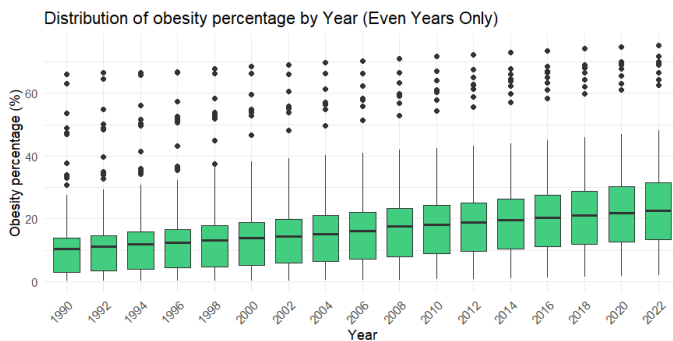


Fig. 2. Boxplot della distribuzione della percentuale di obesità per anni pari.

Il grafico evidenzia un aumento lineare del tasso di obesità nel corso degli anni, dimostrato dall'innalzamento progressivo della mediana. È possibile notare anche un aumento della dispersione dei valori nel tempo.

Un'ulteriore indicazione della crescita generale del tasso di obesità a livello globale è mostrata in Fig. 3, in cui è presente il confronto tra le curve di densità della percentuale di obesità per gli anni 1990 e 2022. La curva riferita al 2022 è spostata verso destra rispetto a quella del 1990 ed è più larga, indicando sia un aumento generale della percentuale di

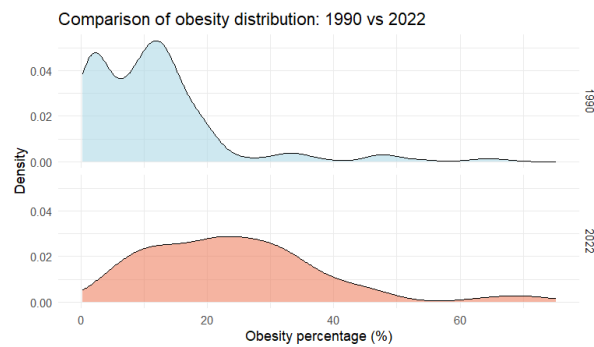


Fig. 3. Confronto delle distribuzioni della percentuale di obesità tra il 1990 e il 2022.

obesità nella popolazione globale sia una maggiore variabilità nella distribuzione dei dati.

### C. Differenze tra sessi

Lo studio è continuato focalizzandosi sulle differenze per genere, inizialmente analizzando l'evoluzione temporale della percentuale di obesità per entrambi i sessi e, successivamente, focalizzandosi sull'anno più recente. L'obiettivo principale di questa fase è stato quello di esaminare le congruenze o le divergenze nella distribuzione di obesità tra i due sessi.

Come messo in luce nell'analisi precedente, anche in Fig. 4 è possibile riscontrare una tendenza generale all'aumento della percentuale di obesità sia negli uomini sia nelle donne nel corso degli anni. Emerge, inoltre, una costante prevalenza di obesità nel genere femminile rispetto a quello maschile, con i valori massimi di obesità nel dataset associati al genere femminile.



Fig. 4. Boxplot con frequenza quadriennale della distribuzione della percentuale di obesità, con distinzione per sesso.

In Fig. 5 è mostrato, più nel dettaglio, il confronto per genere della distribuzione di obesità nell'anno 2022. La distribuzione delle donne è spostata più verso destra, suggerendo una percentuale di obesità superiore rispetto agli uomini. Tale distribuzione mostra anche una maggiore dispersione, evidenziando una variabilità più alta nella percentuale di obesità rispetto al genere maschile.

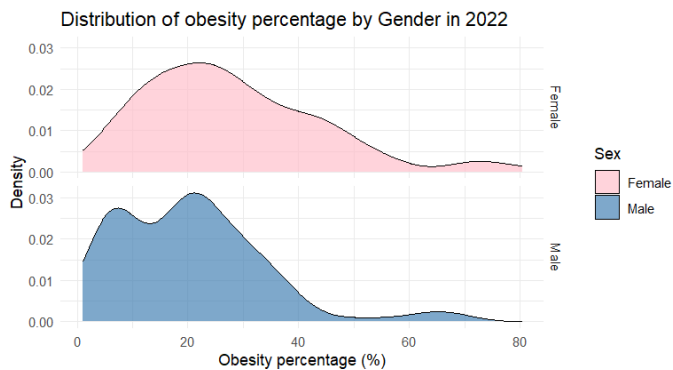


Fig. 5. Confronto delle distribuzioni della percentuale di obesità per genere nel 2022.

#### D. Differenza tra le diverse aree geografiche nel 2022

In seguito all'analisi per genere, è stato esaminato il tasso di obesità nelle sei regioni globali definite dalla WHO, con l'obiettivo di valutare l'impatto delle diverse regioni sul tasso globale di obesità. Anche in questo caso, l'analisi è iniziata osservando l'andamento temporale della percentuale di obesità.

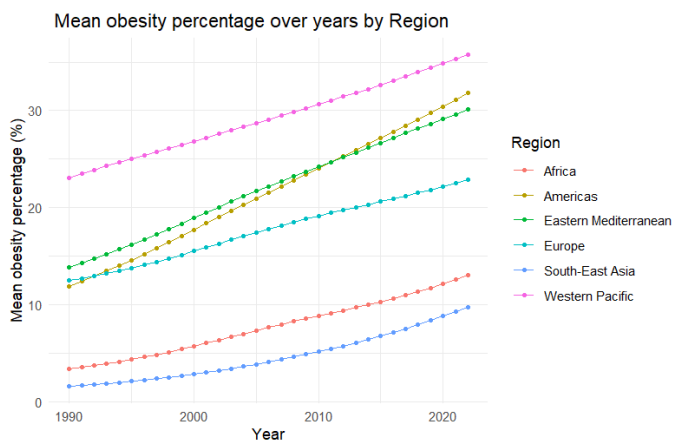


Fig. 6. Andamento temporale della percentuale media di obesità per regione.

In Fig. 6 è illustrato l'andamento nel tempo della percentuale media di obesità suddiviso per regione: è evidente una tendenza generale all'aumento del valore in tutte le regioni globali. Tuttavia, le regioni mostrano tassi iniziali di obesità e tassi di crescita differenti: la linea rappresentativa delle Americhe ha una pendenza maggiore rispetto alle altre regioni, indicando una crescita più marcata.

Il grafico in Fig. 7 aggiunge un ulteriore livello di dettaglio, suddividendo i dati per sesso all'interno di ciascuna regione. Come emerso dall'analisi per genere (sezione III-C), in generale, le donne presentano una percentuale di obesità superiore rispetto agli uomini. Tuttavia, in Europa emerge un'eccezione significativa: il tasso di crescita dell'obesità tra gli uomini è stato più marcato rispetto a quello delle donne, tanto che negli ultimi anni la percentuale maschile ha superato quella femminile. Queste differenze possono essere attribuite

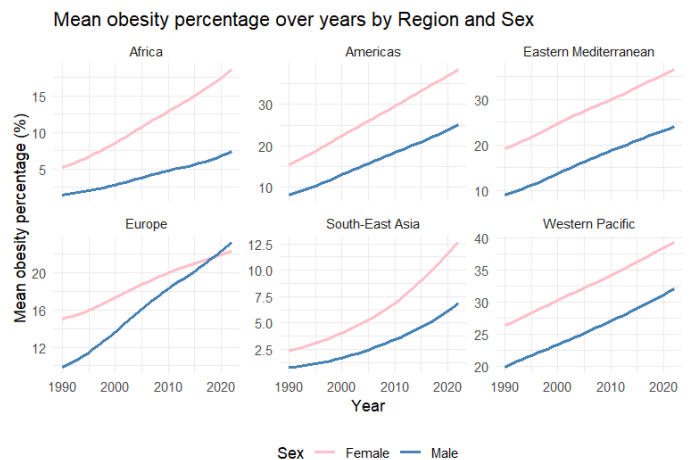


Fig. 7. Andamento temporale della percentuale media di obesità per regione, con distinzione per sesso.

a fattori di varia natura, inclusi aspetti socio-culturali specifici delle diverse aree: un'analisi più approfondita che combini studi sulle condizioni socio-culturali e altri fattori contestuali potrebbe fornire ulteriori chiarimenti su tali discrepanze.

Lo studio in esame è proseguito concentrandosi, più nello specifico, sull'anno 2022. In Fig. 8 è mostrata la distribuzione della percentuale di obesità per regione nel 2022, evidenziando significative differenze regionali nella prevalenza dell'obesità. Dal grafico emerge che le percentuali di obesità più elevate nel 2022 si concentrano nei paesi del Pacifico Occidentale, che tuttavia presentano una notevole variabilità interna, indicando la presenza di paesi sia con alti che con bassi tassi di obesità. Anche Americhe e Mediterraneo dell'Est mostrano un'elevata prevalenza di obesità. L'Europa, nel complesso, ha una prevalenza inferiore rispetto alle regioni già citate, ma superiore ad Africa e Sud-Est Asiatico.

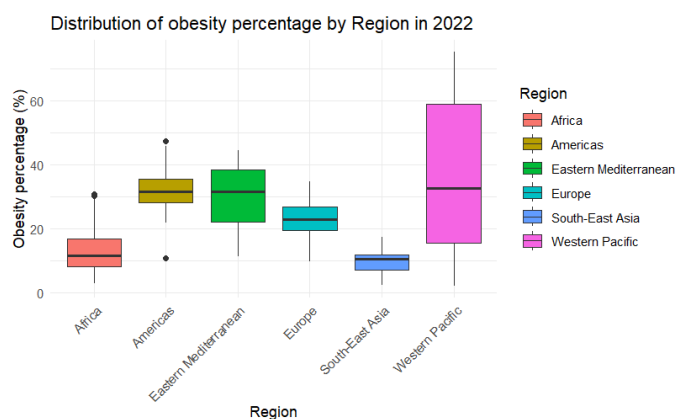


Fig. 8. Distribuzione della percentuale di obesità per regione nel 2022.

Dall'analisi visiva è possibile ipotizzare una classificazione delle regioni in tre gruppi:

- 1) **regioni a basso tasso di obesità:** comprende l'Africa e il Sud-Est asiatico, caratterizzate da percentuali di obesità

relativamente basse;

- 2) **regioni a medio tasso di obesità:** include l'Europa, con percentuali moderate rispetto alle altre regioni;
- 3) **regioni ad alto tasso di obesità:** comprende le restanti regioni, che mostrano tassi di obesità elevati.

La presenza di outlier, particolarmente evidente nelle Americhe, indica che all'interno di ciascuna regione ci sono alcuni paesi con livelli di obesità significativamente più alti o più bassi rispetto alla distribuzione centrale dei dati regionali. Per questo motivo, è stata condotta un'analisi più dettagliata per mostrare come i singoli paesi hanno contribuito alla percentuale complessiva di obesità nella loro regione nel 2022. In Fig. 9 è riportato il grafico a barre che illustra la percentuale di obesità nei paesi delle Americhe nel 2022. Il grafico evidenzia una vasta gamma di valori, da quelli significativamente più bassi rispetto alla media regionale, come nel caso di Haiti (un outlier precedentemente identificato), a valori molto elevati, indicando una notevole eterogeneità all'interno della regione.

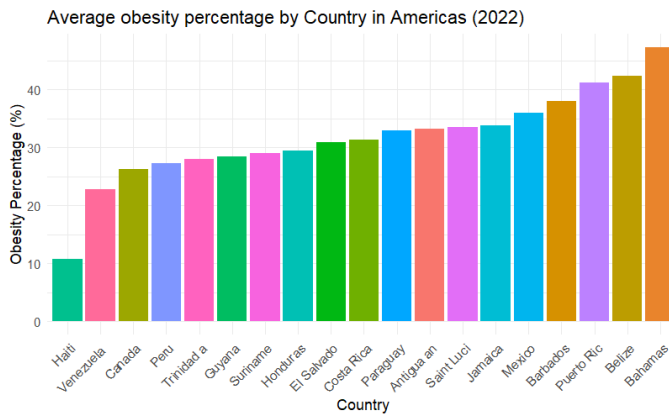


Fig. 9. Percentuale di obesità nei paesi delle Americhe nel 2022.

Per brevità, al fine di fornire una panoramica completa, nel presente documento sono stati illustrati solo i dati relativi alle Americhe. Tuttavia, la mappa globale in Fig. 10 mostra la variazione dei tassi di obesità tra i paesi delle diverse regioni nel 2022, offrendo una visione complessiva della distribuzione globale dell'obesità. Nello specifico, i paesi con una percentuale di obesità più alta sono contraddistinti da un rosso più scuro, mentre quelli con valori più bassi sono mostrati con colori più attenuati. Anche in questo caso, emerge chiaramente una forte distinzione regionale, soprattutto per Africa e Sud-Est Asiatico, i cui paesi risultano più chiari rispetto agli altri, indicando tassi di obesità generalmente più bassi. Notiamo anche una marcata concentrazione di paesi con elevati tassi di obesità nelle Americhe e in alcune regioni del Mediterraneo dell'Est.

#### IV. TEST STATISTICI

Dopo una dettagliata analisi esplorativa, sono state ottenute alcune osservazioni preliminari dai dati esaminati. L'obiettivo di questa sezione è verificare e validare tali osservazioni attraverso l'applicazione di test statistici.

Obesity percentage by Country in 2022

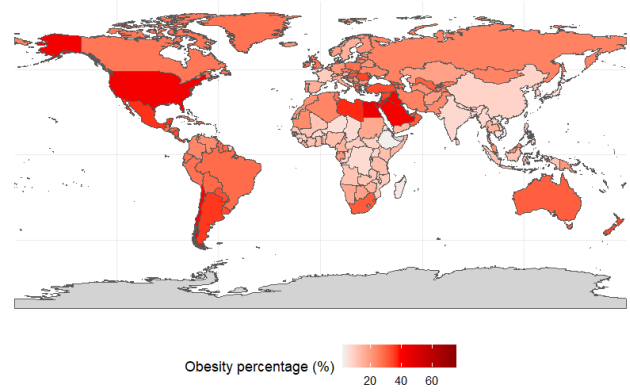


Fig. 10. Mappa della percentuale di obesità per paese nel 2022.

#### A. Test per Genere nel 2022

Il primo test effettuato è stato finalizzato a confrontare la distribuzione delle percentuali di obesità tra uomini e donne nel 2022. Questo approccio è stato scelto per verificare se le differenze tra i due gruppi, emerse dall'analisi esplorativa, sono statisticamente significative. Essendo un confronto fra due gruppi, inizialmente si è considerato il test  $t$  di Student che, però, richiede che i dati seguano una distribuzione normale. Pertanto, il primo passo è stato la verifica della normalità delle distribuzioni dei campioni maschili e femminili. Questa verifica è stata condotta utilizzando il test di Shapiro-Wilk che fornisce una misura formale della normalità. I risultati dei test di Shapiro

TABLE I  
TEST DI SHAPIRO-WILK PER GENERE (ANNO 2022)

Gruppo	Statistica W	p-value
Male	0.90974	$1.179 \times 10^{-9}$
Female	0.94178	$3.478 \times 10^{-7}$

sono mostrati in Tab. I, da cui si evince che i p-value per entrambi i gruppi sono molto inferiori alla soglia standard di 0.05, indicando chiaramente che i dati non seguono una distribuzione normale. Tale risultato è in linea con quanto mostrato nel grafico di Fig. 5, dove entrambe le distribuzioni appaiono significativamente distorte rispetto alla normalità. Per questo motivo, l'applicazione del test  $t$  di Student non risulta appropriata, a meno di una preventiva trasformazione dei dati che renderebbe le distribuzioni normali. Tuttavia, per evitare la perdita di interpretabilità che potrebbe derivare da tali trasformazioni, è stato scelto di utilizzare il test non parametrico di Mann-Whitney. I risultati del test, riportati

TABLE II  
TEST DI MANN-WHITNEY PER GENERE (ANNO 2022)

Gruppi	Statistica W	p-value
Male vs Female (2022)	14001	$4.335 \times 10^{-7}$

in Tab. II, confermano che le mediane dei valori di obesità tra i gruppi maschile e femminile sono significativamente diverse. Il p-value, nettamente inferiore alla soglia standard, permette di rifiutare l'ipotesi nulla, confermando che esiste una differenza sostanziale nelle distribuzioni delle percentuali di obesità tra uomini e donne nel 2022.

### B. Test per Regione geografica nel 2022

Il secondo test effettuato ha riguardato l'analisi delle distribuzioni di obesità tra diverse regioni nel 2022, con l'obiettivo di confermare le differenze emerse dall'analisi esplorativa. Una scelta comune per il confronto delle medie delle distribuzioni tra più gruppi è l'ANOVA a una via, che richiede però la verifica di due ipotesi: la normalità delle distribuzioni dei gruppi e l'omoschedasticità.

1) *Verifica della normalità*: anche in questo caso è stato utilizzato il test di Shapiro-Wilk. I risultati del test, riportati

TABLE III  
TEST DI SHAPIRO-WILK PER REGIONE GEOGRAFICA (ANNO 2022)

Gruppo	p-value
Africa	0.00795
Americas	0.228
Eastern Mediterranean	0.166
Europe	0.949
South-East Asia	0.930
Western Pacific	0.0208

nella Tab. III, mostrano che alcune regioni, come l'Africa e il Pacifico Occidentale, potrebbero non seguire una distribuzione normale, come indicato da un p-value inferiore alla soglia di significatività. Al contrario, le altre regioni mostrano p-value superiori, indicando una maggiore aderenza alla normalità.

2) *Verifica dell'omoschedasticità*: l'omoschedasticità, o omogeneità delle varianze tra le regioni è stata valutata utilizzando il test di Bartlett, il cui risultato è riportato nella Tab. IV. Il test ha indicato che le varianze tra le regioni non sono

TABLE IV  
TEST DI BARTLETT PER REGIONI GEOGRAFICHE (ANNO 2022)

Gruppi	K-squared	p-value
Regioni geografiche	129.77	$< 2.2 \times 10^{-16}$

omogenee, coerentemente con le osservazioni effettuate durante l'analisi esplorativa (Fig. 8) che mostrava una variabilità differente nelle percentuali di obesità tra le regioni. Poiché i dati non seguono una distribuzione normale e le varianze non sono omogenee, l'ANOVA non è applicabile. Pertanto, è stato scelto di utilizzare il test non parametrico di Kruskal-Wallis, che non richiede tali assunzioni. Il test di Kruskal-Wallis, come riportato in Tab. V, è risultato significativo con un p-value molto basso. Questo valore, molto inferiore al livello di significatività, consente di rifiutare l'ipotesi nulla e conferma che esistono differenze significative tra le distribuzioni delle percentuali di obesità nelle diverse regioni geografiche nel 2022.

TABLE V  
TEST DI KRUSKAL-WALLIS PER REGIONE GEOGRAFICA (ANNO 2022)

Gruppi	$\chi$ -squared	p-value
Regioni geografiche	129.77	$< 2.2 \times 10^{-16}$

3) *Analisi post-hoc*: per identificare quali aree sono significativamente diverse tra loro, è stata effettuata un'analisi post-hoc. A tal fine, è stato applicato il test di Mann-Whitney per ciascuna coppia di regioni, confrontando due metodi di correzione per le comparazioni multiple: Bonferroni e Benjamini-Hochberg. I risultati dei test post-hoc, presenti in Tab. VI,

TABLE VI  
TEST DI MANN-WHITNEY PER COPPIE DI REGIONI GEOGRAFICHE CON CORREZIONE DI BONFERRONI E DI BENJAMINI-HOCHBERG (BH)

Regione 1	Regione 2	p-value (Bonf.)	p-value (BH)
W. Pacific	S-E Asia	0.01434	$7.0 \times 10^{-08}$
W. Pacific	Europe	0.68639	0.00058
W. Pacific	E. Mediterran	1	0.45625
W. Pacific	Americas	1	0.74384
W. Pacific	Africa	0.00081	$2.8 \times 10^{-12}$
S-E Asia	Europe	$2.1 \times 10^{-05}$	$1.5 \times 10^{-15}$
S-E Asia	E. Mediterran	$1.0 \times 10^{-05}$	$2.4 \times 10^{-12}$
S-E Asia	Americas	$1.8 \times 10^{-05}$	$< 2 \times 10^{-16}$
S-E Asia	Africa	1	0.11585
Europe	E. Mediterran	0.07881	$4.7 \times 10^{-06}$
Europe	Americas	$1.6 \times 10^{-07}$	$2.0 \times 10^{-15}$
Europe	Africa	$4.6 \times 10^{-09}$	$< 2 \times 10^{-16}$
E. Mediterran	Americas	1	0.45625
E. Mediterran	Africa	$1.0 \times 10^{-06}$	$< 2 \times 10^{-16}$
Americas	Africa	$1.3 \times 10^{-11}$	$< 2 \times 10^{-16}$

hanno confermato le osservazioni emerse dall'analisi esplorativa. In particolare, sono state trovate differenze significative tra molte coppie di regioni, confermando la suddivisione delle stesse in gruppi a basso, medio e alto tasso di obesità. Inoltre, è emerso che le mediane delle percentuali di obesità tra l'Africa e il Sud-Est Asiatico sono comparabili, con un p-value superiore alla soglia di significatività per entrambe le correzioni, indicando che non ci sono differenze statisticamente significative tra di esse. Analogamente, anche i confronti tra le Americhe, il Pacifico Occidentale e il Mediterraneo dell'Est hanno mostrato valori di p-value sopra la soglia per entrambe le correzioni, suggerendo che le mediane delle percentuali di obesità tra queste regioni sono statisticamente simili.

### C. Test sulle medie regionali della percentuale di obesità negli ultimi 10 anni

L'obiettivo di questo test è determinare se esistono variazioni significative nella percentuale di obesità media per ciascuna regione negli ultimi dieci anni. In particolare, si intende verificare se la distribuzione delle percentuali medie di obesità cambia in modo statisticamente significativo nel tempo, utilizzando le medie annuali aggregate per regione. Durante l'analisi esplorativa, è stata osservata una tendenza crescente del tasso medio di obesità nel tempo in tutte le regioni. Questo test mira a verificare se tali variazioni nel

tempo sono statisticamente significative.

Il test inizialmente considerato è l'ANOVA a misure ripetute, particolarmente adatto per analizzare dati in cui si effettuano misurazioni ripetute sugli stessi soggetti (nel caso in esame, le regioni). Tuttavia, tale test richiede il soddisfacimento delle ipotesi di normalità, omoschedasticità e sfericità.

1) *Verifica della Normalità*: la verifica della normalità delle distribuzioni per i vari anni, condotta con il test di Shapiro-Wilk ha evidenziato dei p-value tutti superiori a 0.05, come mostrato in Tab. VII, a conferma che i dati per ciascun anno seguono una distribuzione normale.

TABLE VII  
TEST DI SHAPIRO-WILK PER ANNO (2013-2022)

Gruppo	p-value
2013	0.543
2014	0.537
2015	0.530
2016	0.522
2017	0.515
2018	0.510
2019	0.506
2020	0.501
2021	0.496
2022	0.490

2) *Verifica dell'Omoschedasticità*: dopo aver confermato la normalità delle distribuzioni, si è proceduto nella verifica dell'omoschedasticità attraverso il test di Bartlett, il cui risultato è in Tab. VIII.

TABLE VIII  
TEST DI BARTLETT PER ANNI (2013-2022)

Gruppi	K-squared	p-value
Anni	0.026465	1

Il p-value pari ad 1, indica che l'assunzione di omoschedasticità è soddisfatta.

3) *Verifica della Sfericità*: la sfericità è stata valutata utilizzando la statistica di Greenhouse-Geisser. Il valore di  $\epsilon$

TABLE IX  
STATISTICA DI GREENHOUSE-GEISSER PER ANNI (2013-2022)

Gruppi	$\epsilon$
Anni	0.1122798

osservato (Tab. IX) si allontana troppo da 1, portando ad un rifiuto dell'ipotesi di sfericità.

Poiché i dati non soddisfano le assunzioni per l'applicazione dell'ANOVA a misure ripetute, è stato utilizzato il test di Friedman, che è una procedura non parametrica. Il risultato del test di Friedman, illustrato nella Tab. X, mostra un p-value ben al di sotto della soglia standard, indicando che ci sono differenze significative tra le mediane delle distribuzioni delle percentuali medie di obesità negli anni. In altre parole, la percentuale di obesità media all'interno delle regioni cambia significativamente nel tempo. Anche il test parametrico ANOVA

TABLE X  
TEST DI FRIEDMAN PER LE VARIAZIONI NEL TEMPO DELLE PERCENTUALI MEDIE DI OBESITÀ PER REGIONE

Gruppi	$\chi$ -squared	p-value
Anni	54	$1.888 \times 10^{-8}$

a misure ripetute, nonostante sia meno robusto a causa della violazione dell'assunzione di sfericità, ha prodotto un esito congruente, avvalorando la significatività delle differenze tra gli anni. Questi risultati confermano la tendenza crescente osservata nel tempo e suggeriscono che le variazioni emerse non sono dovute al caso, ma rappresentano cambiamenti reali e significativi nel tasso di obesità.

## V. CONCLUSIONI

L'analisi presentata ha rivelato differenze significative nella percentuale di obesità tra gruppi di genere, regioni geografiche e nel tempo. Questi risultati suggeriscono l'influenza di fattori socio-economici, regionali e culturali, oltre ai cambiamenti nello stile di vita e nelle abitudini alimentari. Per una comprensione più approfondita delle cause, sarebbe utile integrare questi dati con ulteriori fonti e studi, al fine di sviluppare interventi mirati e basati su evidenze per affrontare l'obesità a livello globale.

## APPENDIX

### DETTAGLI TECNICI E LIBRERIE UTILIZZATE

La mappa geografica mostrata in Fig. 10 è stata realizzata utilizzando le seguenti librerie R:

- `sf` [4]: utilizzata per lavorare con dati geospaziali;
- `rnaturalearth` [5]: fornisce dati geografici per i vari paesi e regioni;
- `rnaturalearthdata` [6]: contiene i dati geografici necessari per la visualizzazione.

## REFERENCES

- [1] World Health Organization, "Obesity and overweight," Mar. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- [2] T. Omer, "The causes of obesity: an in-depth review," *Adv Obes Weight Manag Control*, vol. 10, no. 3, pp. 90–94, Jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.15406/aowmc.2020.10.00312>
- [3] L. Riley, "Prevalence of obesity among adults, BMI  $\geq 30$  (age-standardized estimate) (%)," World Health Organization, Feb. 2024. [Online]. Available: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/prevalence-of-obesity-among-adults-bmi--30-\(age-standardized-estimate\)-\(-\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/prevalence-of-obesity-among-adults-bmi--30-(age-standardized-estimate)-(-))
- [4] E. Pebesma *et al.*, "sf: Simple Features for R," R package, version 1.0-16, Mar. 24, 2024. DOI: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.sf>
- [5] P. Massicotte, A. South, and K. Hufkens, "rnaturalearth: World Map Data from Natural Earth," R package, version 1.0.1, Dec. 15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.rnaturalearth>
- [6] A. South, M. Schramm, and P. Massicotte, "rnaturalearthdata: World Vector Map Data from Natural Earth Used in 'rnaturalearth'," R package, version 1.0.0, Feb. 09, 2024. DOI: <https://doi.org/10.32614/CRAN.package.rnaturalearthdata>