

# Statistica I

Unità Q: comunicare la statistica

**Tommaso Rigon**

Università Milano-Bicocca



## Argomenti affrontati

- Conteggi, percentuali e grafici
- Confrontare due percentuali e comunicare il rischio

## Riferimenti ai libro di testo

- §1, Spiegelhalter, D. (2020). *L'arte della statistica*. Einaudi.
- Cairo, A. (2020). *Come i grafici mentono*. Raffaello Cortina Editore.

## Riferimenti aggiuntivi

- Spiegelhalter et al. (2002). Commissioned Analysis of Surgical Performance Using Routine Data: Lessons from the Bristol Inquiry. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society*, **165**(2): 191–221.

# Un caso di malasanità Britannica

- Cos'è successo ai **bambini** che hanno subito un intervento **cardiochirurgico** a Bristol tra il 1984 ed il 1995?



# Un caso di malasanità Britannica

- La storia di Joshua, un **bambino di 16 mesi**, è tristemente nota alla popolazione britannica.
- Joshua venne portato nella sala operatoria del *Bristol Royal Infirmary* per un problema cardiaco. Joshua **morì** sul tavolo operatorio il 12 gennaio 1995.
- I genitori di Joshua non sapevano che alcune infermiere se n'erano andate dal reparto, stufe di dover annunciare la morte dei bambini ai genitori e che **giravano voci** su un scarso **tasso di sopravvivenza** postoperatoria a Bristol.
- L'ordine dei medici britannico avviò un'indagine e nel 1998 due chirurghi e l'ex direttore furono **dichiarati colpevoli** di gravi negligenze professionali.
- Nel 1998 fu inoltre ordinata un'inchiesta ufficiale che convocò una **squadra di statistici**, guidata da David Spiegelhalter.

# La commissione d'inchiesta

*J. R. Statist. Soc. A* (2002)  
165, Part 2, pp. 191–231

## **Commissioned analysis of surgical performance using routine data: lessons from the Bristol inquiry**

David J. Spiegelhalter,

*Medical Research Council Biostatistics Unit, Cambridge, UK*

Paul Aylin and Nicola G. Best,

*Imperial College School of Medicine, London, UK*

Stephen J. W. Evans

*St Leonard's on Sea, UK*

and Gordon D. Murray

*University of Edinburgh, UK*

[*Read before The Royal Statistical Society on Wednesday, October 10th, 2001, the President,  
Professor P. J. Green, in the Chair*]

- Articolo scientifico pubblicato a seguito dell'inchiesta. È un **discussion paper**, ovvero è stato pubblicamente commentato, criticato ed integrato da vari scienziati e statistici.

# Analisi dei dati e fonti

- Venne stabilito che fossero “**bambini**” tutti i minori di 16 anni e ci si concentrò sugli interventi “**a cuore aperto**” in cui la funzione cardiaca è assicurata da un *bypass*.
- Si contarono quindi i **decessi** a 30 giorni dall'intervento. Era una misura imperfetta, perchè non teneva conto ad es. dei danni cerebrali provocati dall'intervento, ma **non c'erano dati** sulle condizioni di lungo termine dei bambini.
- Anche la **fonte** dei dati (*Hospital Episode Statistics*, HES), un archivio amministrativo, era **controversa**, perchè considerata poco affidabile dai medici. In compenso, poteva essere collegata al registro nazionale dei decessi.
- Esisteva inoltre un sistema parallelo di dati raccolti dal *Cardiac Surgical Registry* (CRS).
- In teoria, questi due sistemi avrebbero dovuto monitorare gli stessi identici avvenimenti. Tuttavia, nel periodo 1991-95:
  - secondo lo HES c'erano stati 62 decessi su 505 operazioni (**mortalità** 14%).
  - secondo il CRS c'erano stati 71 decessi su 563 operazioni (**mortalità** 13%).

# Le conclusioni della commissione d'inchiesta

- La commissione d'inchiesta calcolò che se i pazienti di Bristol avessero avuto un **rischio medio** uguale a quello delle altre località britanniche, in quel periodo Bristol avrebbe dovuto registrare **32 decessi**, invece dei 62 riportati nello HES nel periodo 1991-95.
- Il risultato fu descritto come “30 decessi di troppo”, frase che in seguito venne ripresa e **impropriamente** re-interpretata dai giornali come “decessi evitabili”.
- Questi risultati finirono su tutti i giornali ed in seguito all'inchiesta di Bristol i **procedimenti di valutazione** degli ospedali sono stati **rivoluzionati**.
- Venne creato un sistema per **comunicare al pubblico** i tassi di sopravvivenza.
- Come vedremo, però, il **modo** con cui **presentiamo** i dati può influire sulla **percezione** da parte del pubblico.

# Interventi di cardiochirurgia, 2012-2015

Ospedale	Bambini	Decessi	Sopravv.	Mortalità %	Sopravv. %
Newcastle	478	13	465	2.72	97.28
Leicester	504	5	499	0.99	99.01
Bristol	675	9	666	1.33	98.67
Southampton	705	7	698	0.99	99.01
Leeds	800	15	785	1.88	98.12
Dublin	897	21	876	2.34	97.66
Liverpool	912	17	895	1.86	98.14
Birmingham	1062	24	1038	2.26	97.74
London - Gr. Ormond St.	1429	9	1420	0.63	99.37
London - Evelina	1524	25	1499	1.64	98.36
<b>Totale</b>	<b>8986</b>	<b>145</b>	<b>8841</b>	<b>1.61</b>	<b>98.39</b>

- La tabella mostra gli **esiti** di circa 9000 interventi di **cardiochirurgia infantile** tra il 2012 ed il 2015 in Gran Bretagna ed Irlanda.
- I dati sono disponibili qui: <https://www.childrenshearturgery.info>.

# Effetti distorsivi (tabelle)

- Le prospettive oggi sono molto più rosee: i **tassi di sopravvivenza** sono al 98%, **ben più alti** dell'86-87% di Bristol tra il 1991 ed il 1995.
- Vista la loro importanza, ci si è posti il problema su come comunicare queste tabelle con efficacia, cercando di tenere conto di possibili **bias cognitivi** di chi ci ascolta.

## Il *framing*

- È meglio riportare il tasso **sopravvivenza** (98%) oppure il **tasso di mortalità** (2%)?
- Se da un punto di vista matematico le due quantità sono perfettamente equivalenti, da un punto di vista **emotivo** la faccenda è ben diversa.
- La mortalità al 2% "suona peggio" che sopravvivenza al 98%, aumentando il **rischio percepito**. La percezione aumenta anche comunicando il numero di decessi (145).
- È bene essere consapevoli dell'effetto del **framing**, anche quando siamo noi a leggere i dati. Una soluzione potrebbe essere quella di comunicare **entrambi i tassi**.

# Evitare le classifiche

- Nel presentare una tabella, anche l'**ordinamento delle righe** e delle colonne può avere un effetto distorsivo.
- Gli ospedali sono stati ordinati rispetto ad una variabile **neutra**, ovvero il numero di interventi effettuati, per evitare **giudizi impliciti**.
- Se avessimo ordinati gli ospedali secondo il tasso di sopravvivenza, questo avrebbe implicitamente suggerito al lettore una sorta di **classifica**, che può essere **fuorviante**.
- Vogliamo infatti verificare che i tassi di sopravvivenza siano superiori ad una soglia minima, ma non possiamo concludere che Leeds (98.1%) sia meglio di Dublin (97.7%).
- Queste potrebbero essere semplici **oscillazioni casuali**. Oppure, potrebbe essere dovuto alla **diversa composizione di pazienti** accolti.

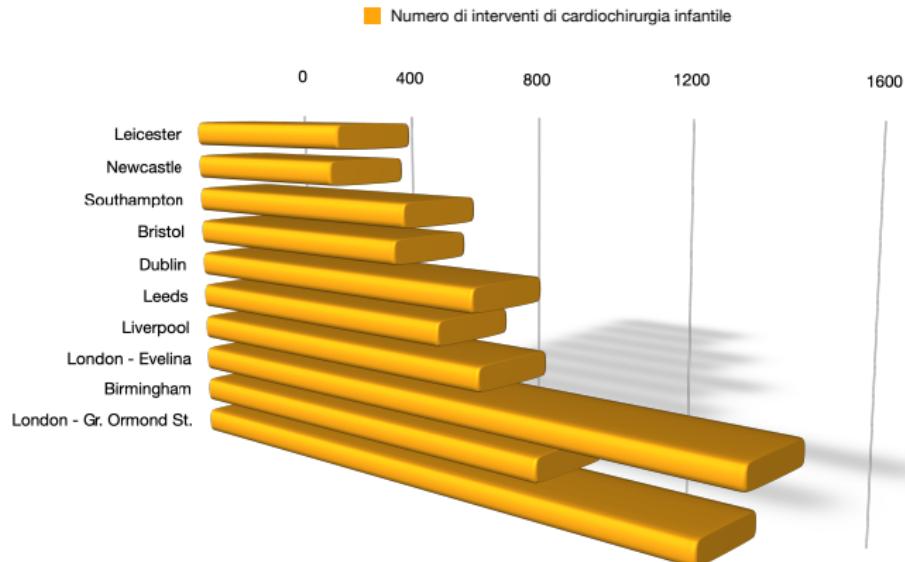
# A cosa servono i grafici?

- Le tabelle sono splendidi strumenti quando vogliamo individuare specifiche cifre una per una, ad esempio il numero di decessi in uno certo ospedale.
- Le tabelle sono **poco adatte** per avere una **visione d'insieme** dei dati.

## Alcune linee guida

- Un buon grafico **riassume** le informazioni contenute nei dati e **veicola un messaggio**, **non è una replica** in scala 1-1 dei dati stessi.
- I grafici devono essere in primo luogo **utili** e **chiari**, e solo in seconda battuta anche gradevoli esteticamente.
- Tanto quanto le tabelle, anche i grafici possono essere fuorvianti. Anzi, se non stiamo attenti, potrebbero ingannare perfino noi stessi.

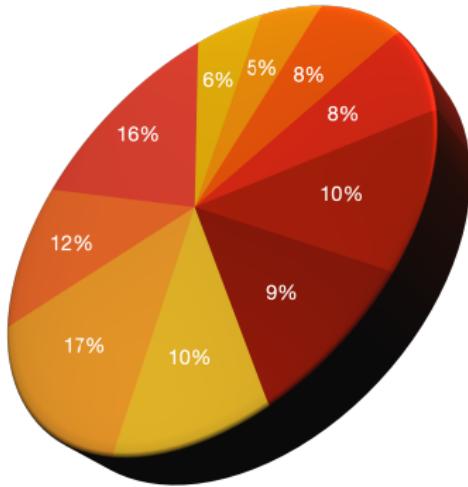
# Il flagello dei grafici 3D



- I grafici 3D sono stati **clamoroso errore** di percorso. Distorcono le immagini e complicano la lettura del grafico. Esistono **alternative migliori**.

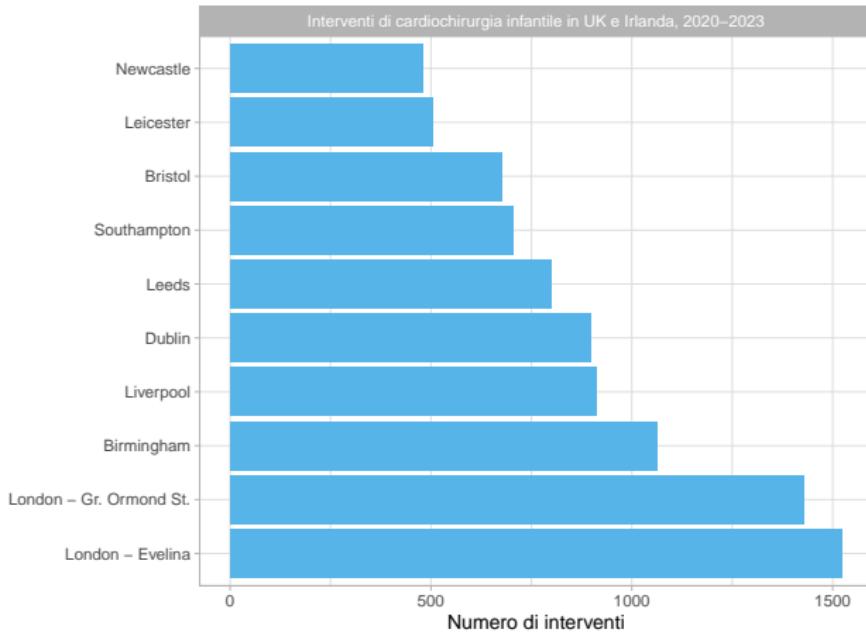
# Il flagello dei grafici 3D

Leicester    Newcastle    Southampton    Bristol    Dublin  
Leeds       Liverpool    London - Evelina    Birmingham    London - Gr. Ormond St.



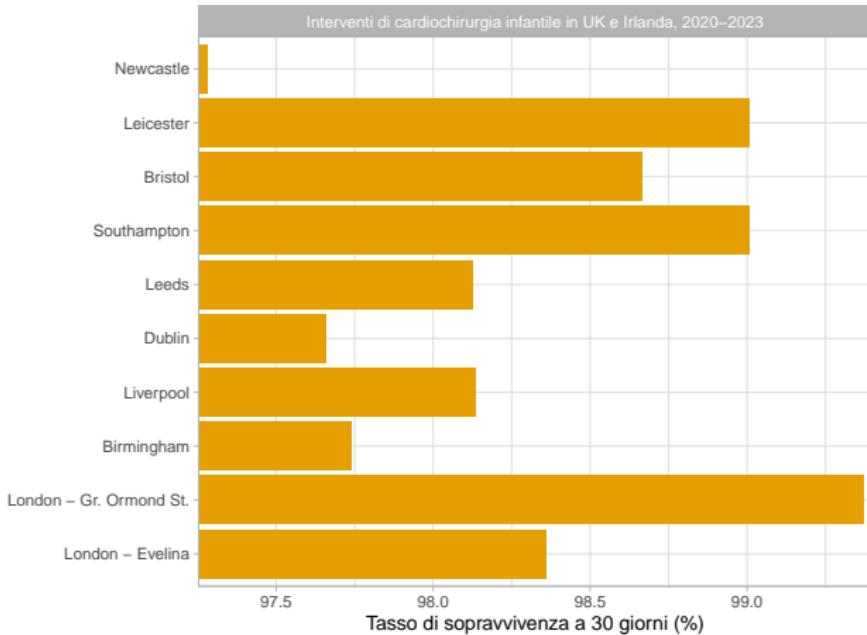
- I grafici a torta 2D sono poco leggibili. A maggior ragione, quelli 3D sono **da evitare**.

# Il numero di interventi



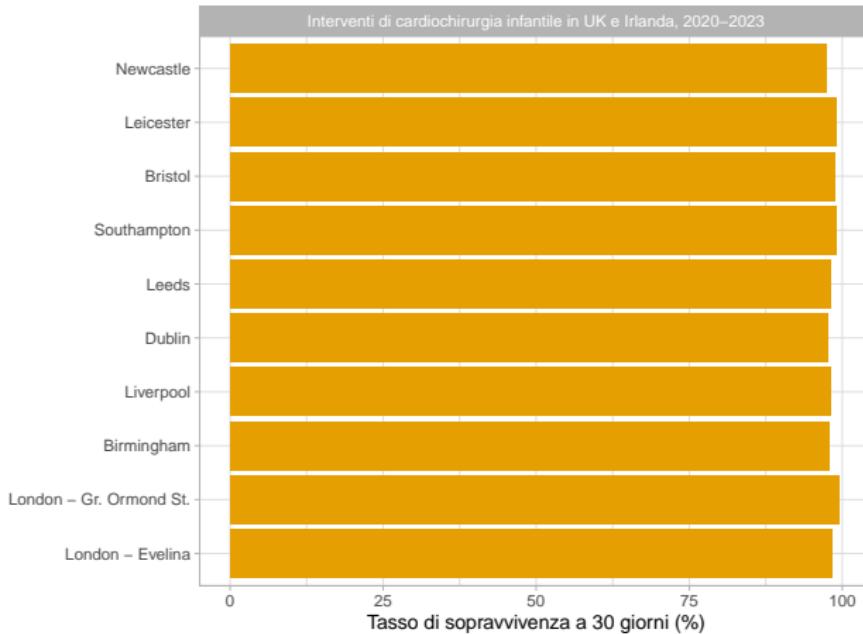
- Un diagramma a barre è invece molto più chiaro. Si noti che i dati sono **conteggi** e sono rappresentati a partire da 0.

# Tassi di sopravvivenza (versione scorretta)



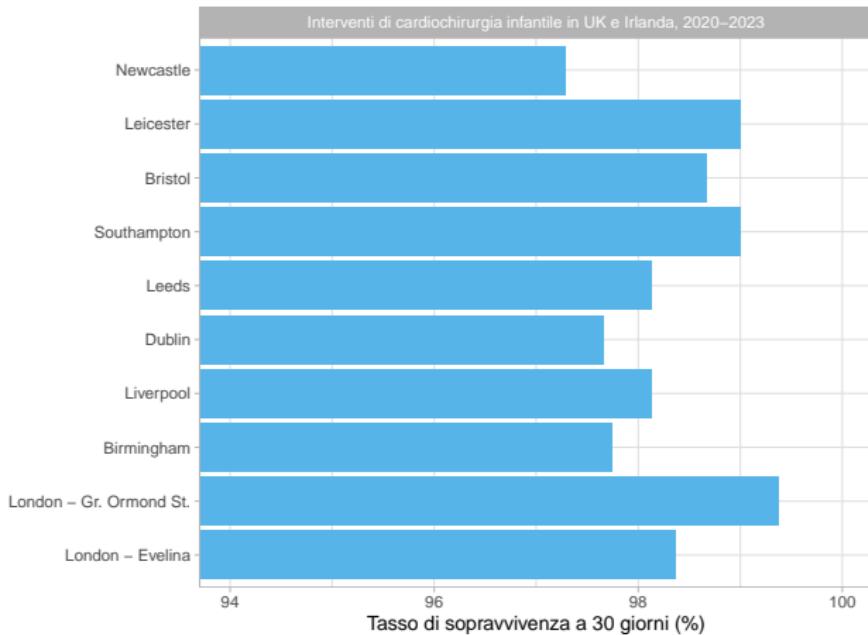
- Le **differenze** tra ospedali sono portate all'**estremo** a causa dalla scala scelta.

# Tassi di sopravvivenza (versione scorretta)



- Le **differenze** tra ospedali sono nascoste se i tassi sono rappresentati a partire da 0, come per i conteggi.

# Tassi di sopravvivenza (versione corretta)

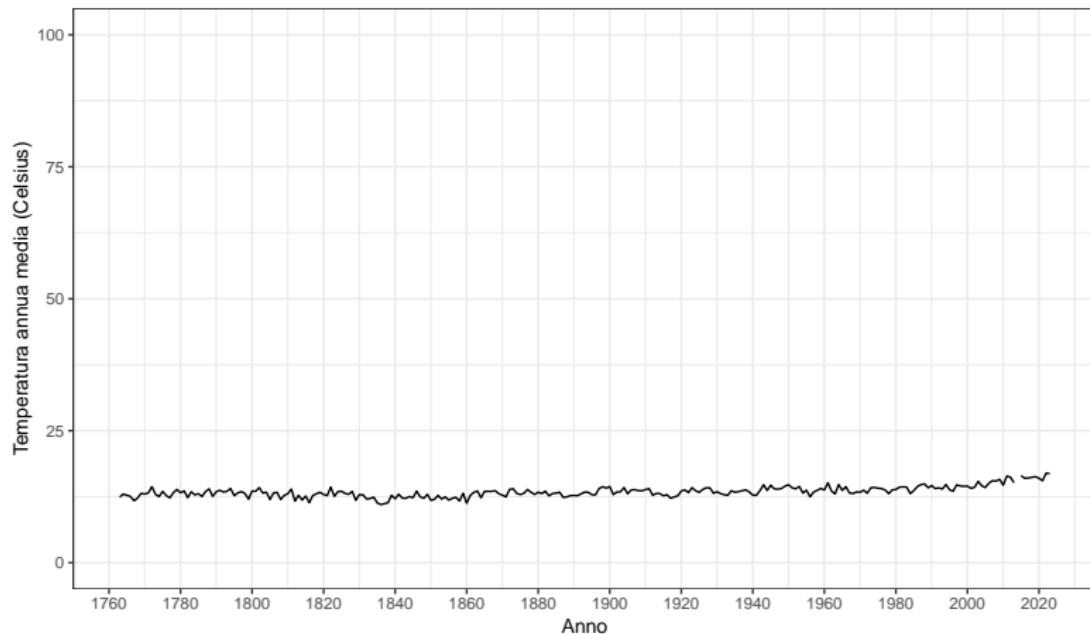


- La raccomandazione è rappresentare i dati a partire da un valore che abbia un **significato reale**. Qui si è scelto circa il 94%, la più bassa **soglia** ritenuta **accettabile** da un punto di vista sanitario.

# La stazione meteorologica di Brera

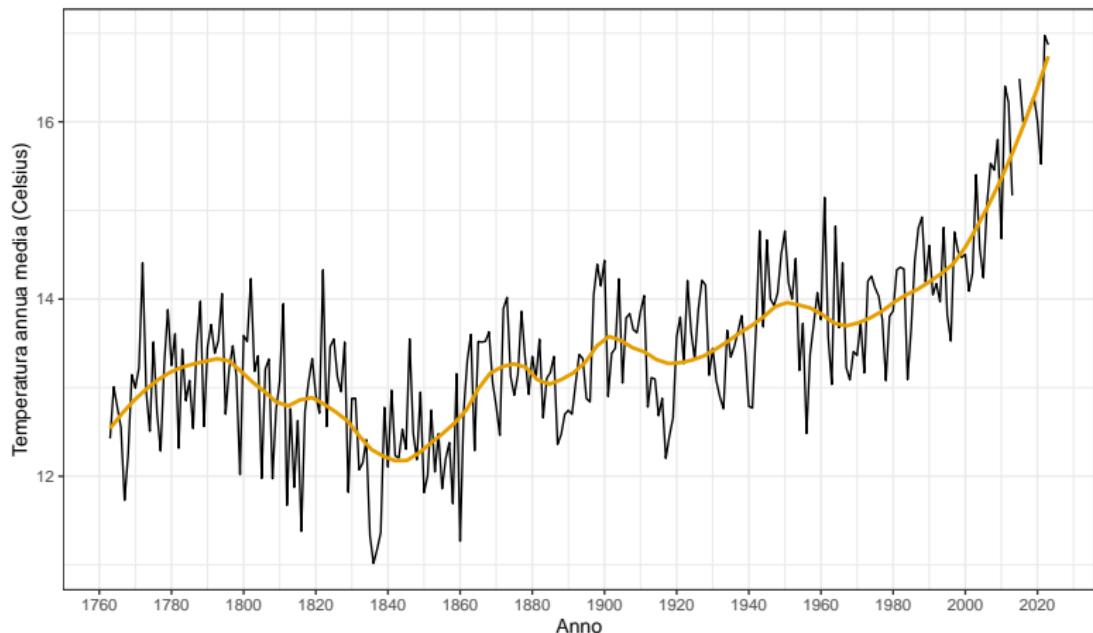
- La stazione di Milano Brera, situata sul tetto dell'**Osservatorio Astronomico di Brera**, fa parte della rete di monitoraggio gestita da ARPA Lombardia.
- Le misure meteorologiche si eseguono ininterrottamente dal 1763, rendendo disponibile una delle più antiche serie storiche di **temperatura** e **pioggia** al mondo.
- Vogliamo rappresentare graficamente la serie storica, anche al fine di verificare gli effetti del **cambiamento climatico** a Milano.
- Consideriamo i dati  $y_1, \dots, y_T$  che rappresentano la temperatura annua media dal 1763 al 2023.
- **Fonte:** <https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/meteo-e-clima/clima/la-stazione-di-milano-brera/>.

# Serie storica temperatura a Brera



- Limite superiore del grafico a  $C^\circ = 0$  (**punto di fusione** del ghiaccio) e limite superiore a  $C^\circ = 100$  (**punto di ebollizione**).

# Serie storica temperatura a Brera



- Questo secondo grafico mette in chiara evidenza un **trend**, che la scala usata nel grafico precedente aveva **nascosto**.

# Effetti distorsivi (grafici)

- Anche se l'errore di scala commesso nella serie metereologica di Brera sembra fittizio, in realtà un fatto molto simile è realmente avvenuto nel 2015.
- La rivista *National Review* citò il blog *Power Line* e titolò: “L'unico grafico sul clima che dovete vedere”, mostrando un grafico simile al primo.
- La reazione di vari analisti a questa **argomentazione negazionista** del cambiamento climatico fu immediata, decisa e spesso **sarcastica**.
- Tuttavia è difficile sapere se le correzioni hanno ricevuto la medesima copertura mediatica del grafico originale.
- Quanto mostrato sono solamente alcuni dei tanti esempi con cui è possibile “**mentire**” a sè stessi o agli altri tramite i grafici.
- Il libro “*Come i grafici mentono*” di Alberto Cairo fa molti più esempi, spesso tratti dalla **politica americana**.

# Confrontare due percentuali

- Sono noti i titoli **sensazionalistici** che sbandierano **rischi spaventosi** associati a qualcosa di **banale**.
- Spiegelhalter li chiama articoli del tipo “*i gatti provocano il cancro*”.
- Nel 2015 l’Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro ha annunciato che la **carne lavorata** reintra nel “gruppo I di sostanze cancerogene”, come sigarette e amianto.
- La conseguenza sono stati titoli allarmanti, in cui si sosteneva che “*salsicce e salumi provocano il cancro come le sigarette*”.
- La IARC ha poi sottolineato che la classificazione nel gruppo I indicava la **certezza di un aumento del rischio**, ma non diceva nulla sull'**entità** di tale **aumento**.
- IARC precisava inoltre che 50g giornalieri di carne lavorata erano associati ad un **aumento del 18%** nel rischio di tumore al colon retto. Ci preoccupiamo?
- **Fonte:** [https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr240\\_E.pdf](https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr240_E.pdf).

## La guerra dell'Ons a salsicce e salumi "Provocano il cancro come le sigarette"

di ELENA DUSI



*Le carni lavorate nella categoria più a rischio Gli oncologi: no ai divieti, basta non eccedere*

27 OTTOBRE 2015 PUBBLICATO PIÙ DI UN ANNO FA

2 MINUTI DI LETTURA

- Titolo di **Repubblica** online di Ottobre 2015. Il contenuto dell'articolo smentisce parzialmente il titolo stesso, causando ulteriore **confusione**.
- [https://parma.repubblica.it/cronaca/2015/10/27/news/la\\_guerra\\_dell\\_oms\\_a\\_salsicce\\_e\\_salumi\\_provocano\\_il\\_cancro\\_comme\\_le\\_sigarette\\_-125969875/](https://parma.repubblica.it/cronaca/2015/10/27/news/la_guerra_dell_oms_a_salsicce_e_salumi_provocano_il_cancro_comme_le_sigarette_-125969875/).

# Comunicare i rischi

- Per formalizzare il problema in linguaggio statistico, consideriamo la seguente **tavella di contingenza**:

Cancro	Salumi		Totale
	Si	No	
Ammalato	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1+}$
Non ammalato	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2+}$
Totale	$n_{+1}$	$n_{+2}$	$n$

- I commentatori statistici hanno ottenuto i seguenti **tassi**, ovvero le frequenze condizionate relative:

$$f_{\text{no-salumi}} = (\text{Tasso ammalati che \textbf{non} mangiano salumi}) = \frac{n_{12}}{n_{+2}} = 0.06 = 6\%.$$

ed inoltre

$$f_{\text{salumi}} = (\text{Tasso ammalati che mangiano salumi}) = \frac{n_{11}}{n_{+1}} = 0.0708 = 7.08\%.$$

- Come **comunichiamo** correttamente la **variazione** da 6% a 7.08%?

# Variazione del rischio

- Quanto riportato da IARC e da vari giornali è il cosiddetto **rischio relativo**, ovvero:

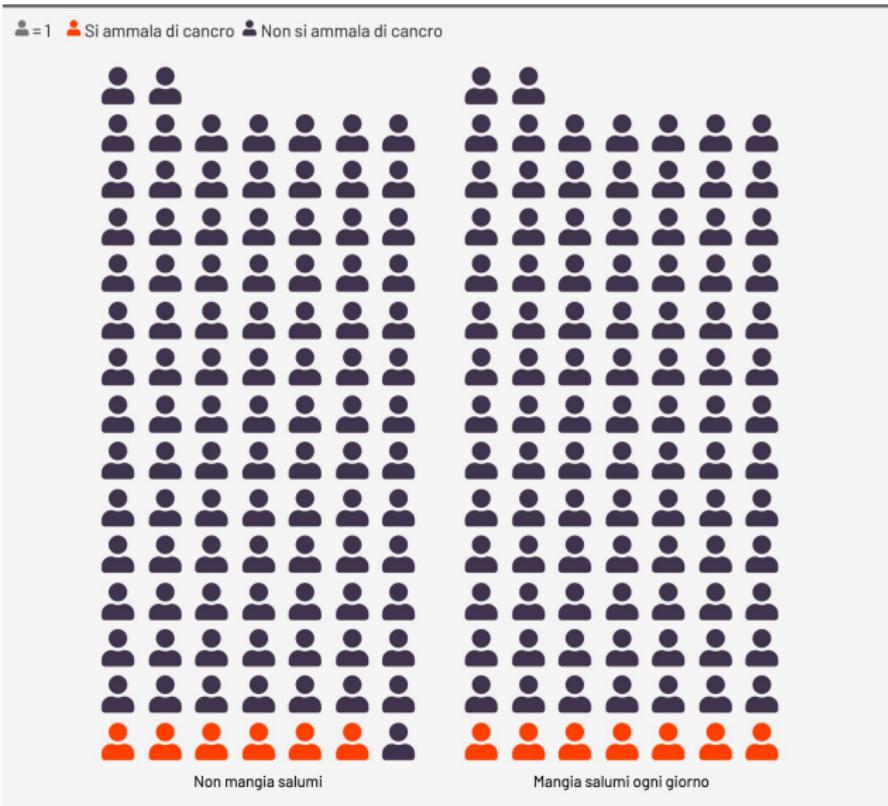
$$(\text{Rischio relativo}) = \frac{f_{\text{salumi}} - f_{\text{no-salumi}}}{f_{\text{no-salumi}}} = \frac{0.0708 - 0.06}{0.06} = 0.18 = 18\%.$$

- Il rischio relativo è spesso male interpretato e confuso con il **rischio assoluto**, cioè:

$$(\text{Rischio assoluto}) = f_{\text{salumi}} - f_{\text{no-salumi}} = 0.0708 - 0.06 = 0.0108 = 1.08\%.$$

- La **percezione del rischio** varia enormemente se viene comunicato un “aumento del 18%”, che sembra molto spaventoso, rispetto ad un “aumento dell’1%”.
- L’esempio dei salumi illustra il vantaggio di comunicare i rischi usando le **frequenze attese**. Invece di fornire tassi, ci limitiamo riportare quante persone presentano una certa caratteristica ogni 100.
- Una modalità grafica efficace è l'**ideogramma**.

# Ideogramma



# Odds e odds ratio

- I rischi relativi sono “alti” se il livello di partenza è basso e viceversa. Ad esempio, l'aumento del rischio relativo da 50% a 51% è del 2%, ma il rischio assoluto è del 1%.
- Una buona pratica è quindi quella di riportare **entrambi i tassi**.

## Quote e rapporti di quote

- Ancor più delicate sono misure di rischio basate sugli *odds*, ovvero le **quote**. Definiamo:

$$(\text{Quota no salumi}) = \frac{f_{\text{no-salumi}}}{1 - f_{\text{no-salumi}}} = \frac{0.06}{0.94} = 0.064,$$

cioè pari a 6/94, che si legge infatti 6 a 94. Similmente

$$(\text{Quota salumi}) = \frac{f_{\text{salumi}}}{1 - f_{\text{salumi}}} = \frac{0.0708}{0.9292} = 0.076.$$

- Un indicatore comune nella letteratura specializzata, sebbene siano ben poco intuitivi, sono gli *odds ratio*, ovvero i **rapporti tra quote**:

$$\frac{(\text{Quota salumi})}{(\text{Quota no salumi})} = \frac{f_{\text{no-salumi}}}{1 - f_{\text{no-salumi}}} \frac{1 - f_{\text{salumi}}}{f_{\text{salumi}}} = \frac{0.076}{0.064} = 1.19.$$

# Statine, colesterolo e dolori muscolari

- Le **statine** riducono il colesterolo e di conseguenza il rischio di infarto ed ictus.
- Uno studio pubblicato nel 2013 ha riscontrato che l'87% di chi le assume lamenta dolori muscolari, mentre tale tasso scende all'85% tra chi non le assume.
- Potremmo comunicare un aumento del  $87\% - 85\% = 2\%$  nel **rischio assoluto**, oppure un aumento del **rischio relativo** di  $(0.87 - 0.85)/0.85 = 2.4\%$ .
- I ricercatori dello studio hanno riportato il **rapporto tra quote**, che è pari a  $(0.87/0.13)/(0.85/0.15) = 1.18$ .
- Purtroppo, i giornalisti del *Daily Mail* hanno male interpretato questo numero, indicando che “*le statine aumentano il rischio fino al 20%*”.
- Questo dimostra quanto siano **insidiosi** i rapporti tra quote in contesti non specialistici ed il vantaggio di comunicare sempre rischi assoluti.