

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**, cioè 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
Totale	8986	145	8841	1.61	98.39

- 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**, cioè 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 **fuerviante**.
- 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.

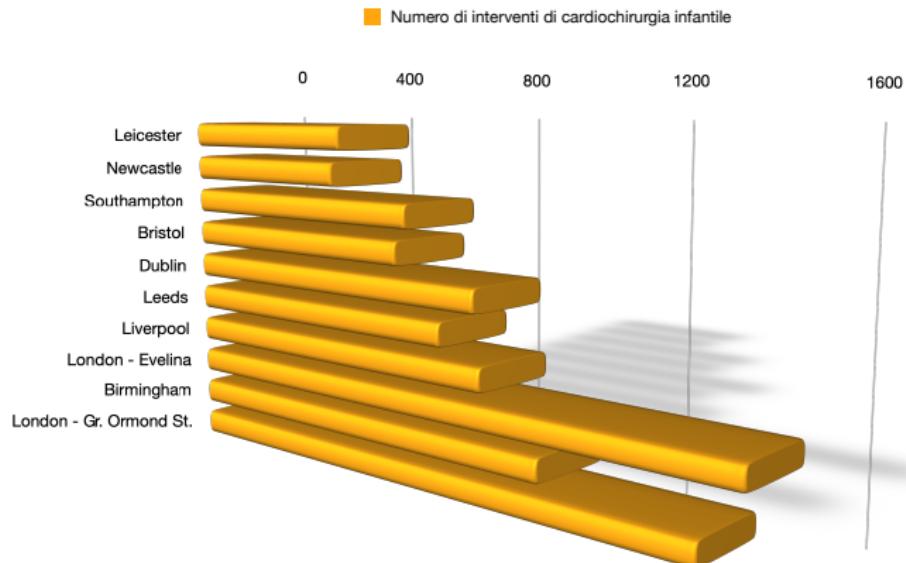
A cosa servono i grafici?

- 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.

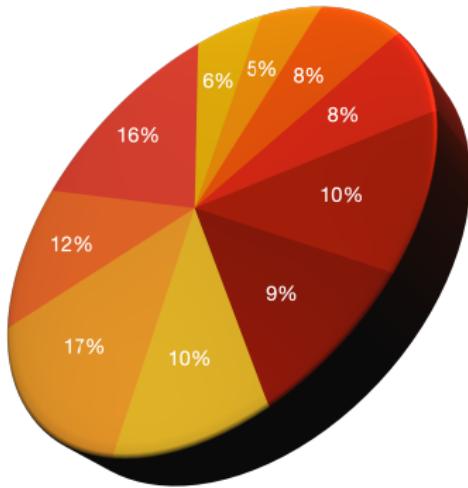
Il flagello dei grafici 3D



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

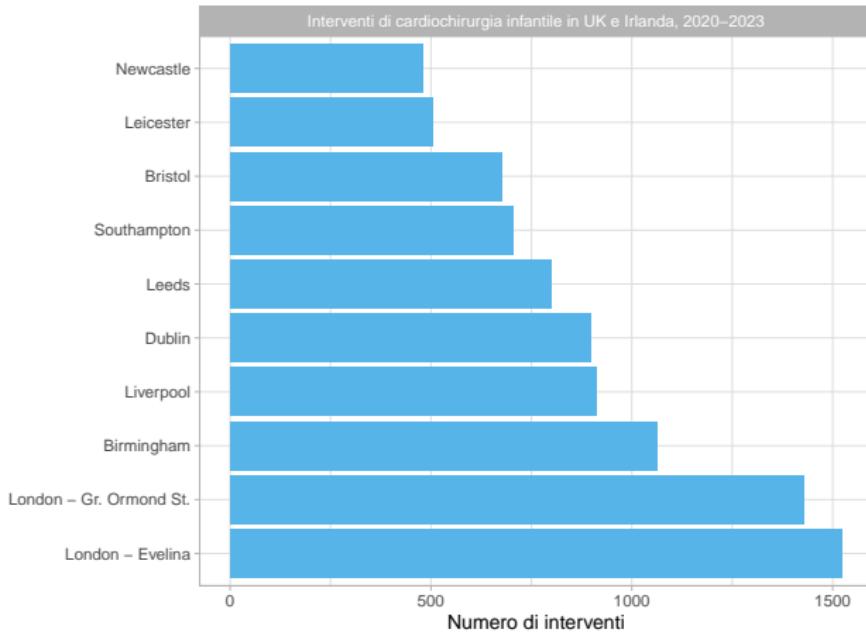
Il flagello dei grafici 3D

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



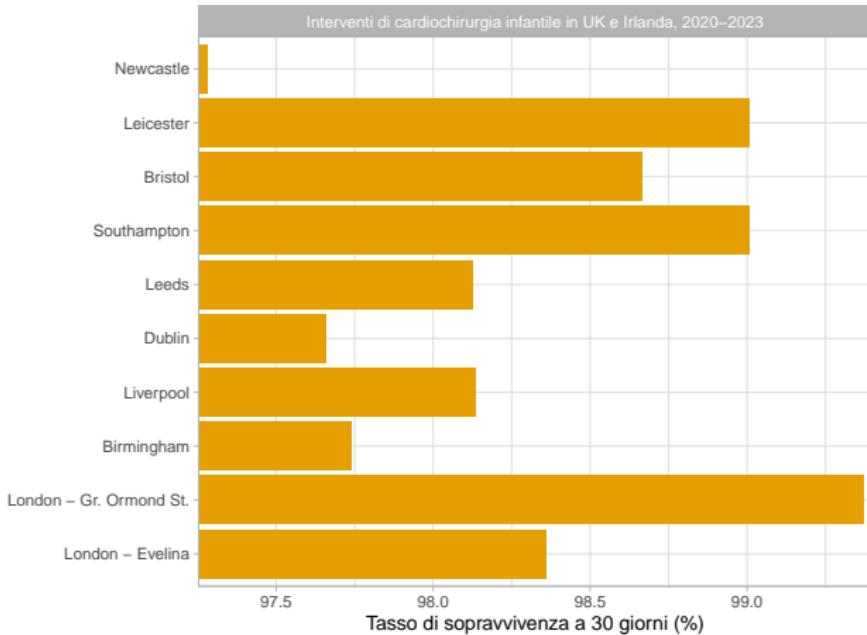
- I grafici a torta 2D sono poco leggibili. A maggior ragione, quelli 3D sono **da evitare**.

Il numero di interventi



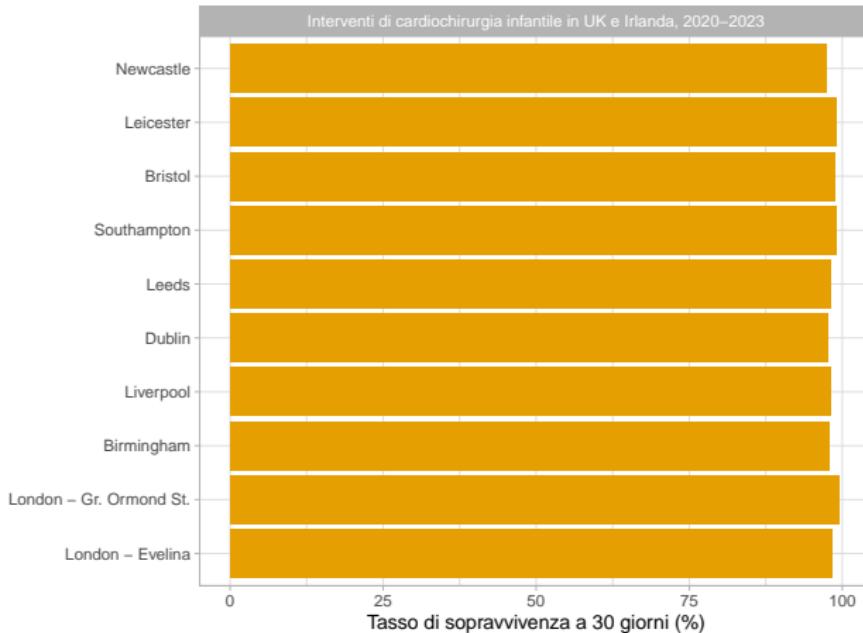
- Un diagramma a barre è invece molto più chiaro. Si noti che i dati sono **conteggi** e sono rappresentati a partire da 0.

Tassi di sopravvivenza (versione scorretta)



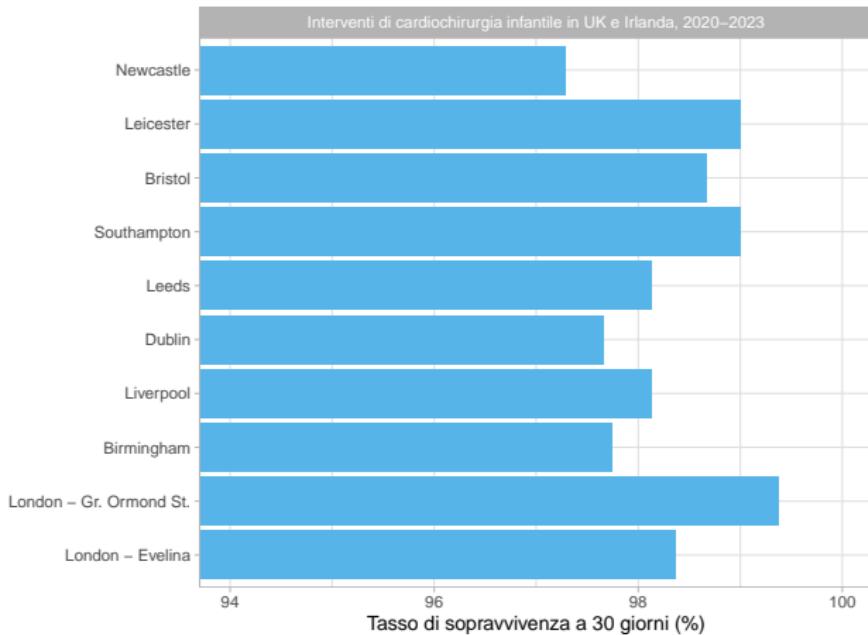
- Le **differenze** tra ospedali sono portate all'**estremo** a causa dalla scala scelta.

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)

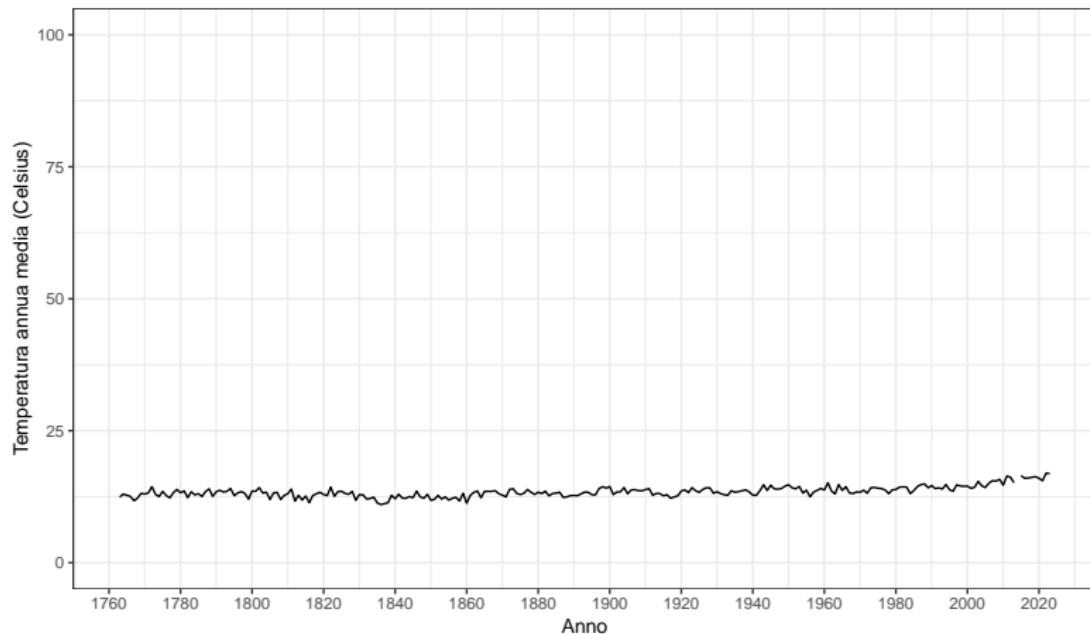


- La raccomandazione è rappresentare i dati a partire da un valore che abbia un **significato reale**. Qui si è scelto circa il 94%, la più bassa **soglia** ritenuta **accettabile** da un punto di vista sanitario.

La stazione meteorologica di Brera

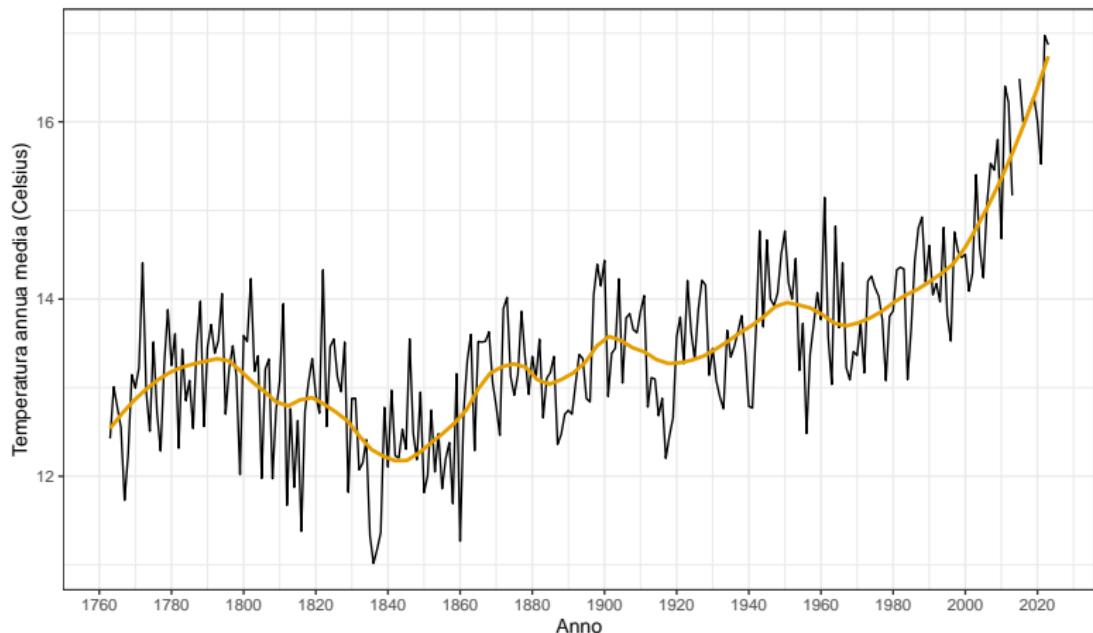
- La stazione di Milano Brera, situata sul tetto dell'**Osservatorio Astronomico di Brera**, fa parte della rete di monitoraggio gestita da ARPA Lombardia.
- Le misure meteorologiche si eseguono ininterrottamente dal 1763, rendendo disponibile una delle più antiche serie storiche di **temperatura** e **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.

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/.

Comunicare i rischi

- Per formalizzare il problema in linguaggio statistico, consideriamo la seguente **tabella 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**, cioè 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 la cosiddetta variazione del **rischio relativo**, cioè:

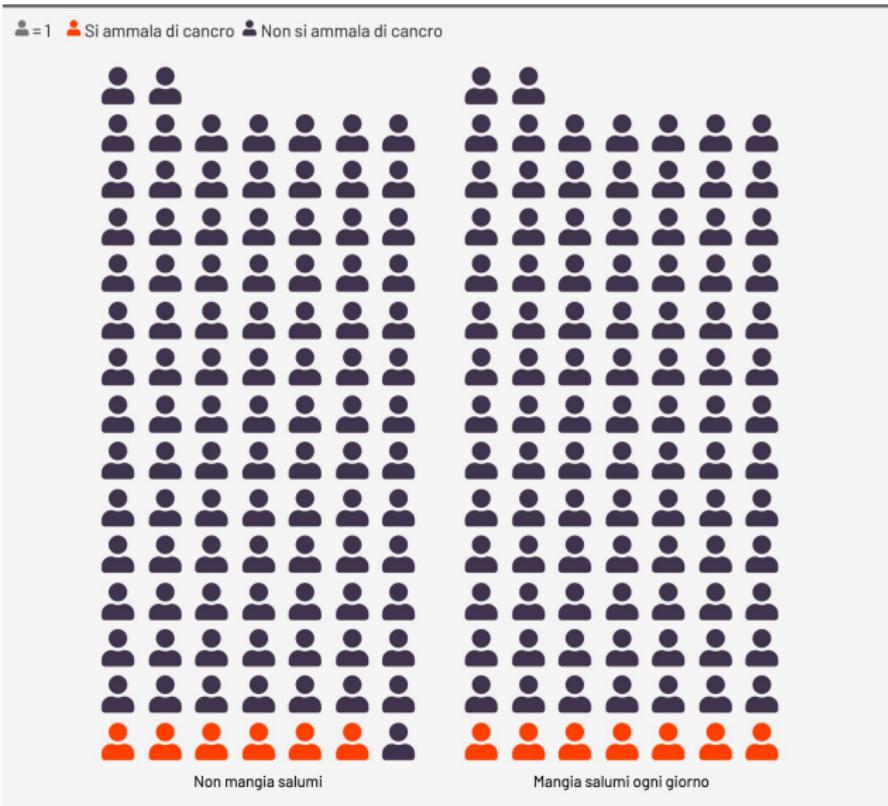
$$(\text{Variazione relativa}) = \frac{f_{\text{salumi}} - f_{\text{no-salumi}}}{f_{\text{no-salumi}}} = \frac{0.0708 - 0.06}{0.06} = 0.18 = 18\%.$$

- La variazione relativa è spesso male interpretata e confusa con la variazione del **rischio assoluto**, cioè:

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

- 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

- La variazione relativa è “alta” se il livello di partenza è basso e viceversa. Ad esempio, la variazione relativa da 50% a 51% è del 2%, ma la variazione assoluta 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 meno 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 $(0.87/0.13)/(0.85/0.15) = 1.18$, che indica un aumento delle quote del 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.