



Das epidemiologische Risikokonzept des attributablen Risikos

O. Gefeller, C. Rabe, A. Lehnert-Batar, A. Pfahlberg

Institut für Medizininformatik,
Biometrie und Epidemiologie

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Die Geburtsstunde des attributablen Risikos

THE OCCURRENCE OF LUNG CANCER IN MAN

BY

Morton L. LEVIN

(New York State Department of Health, Albany, New York, U.S.A.)

Epidemiology is traditionally defined as the study of outbreaks of unusual frequency of disease. The term *endemiology*, adopted to characterize the subject of this meeting, evidently refers to the non-epidemic occurrence of lung cancer. Because the methods of epidemiology — essentially the comparison of affected with unaffected groups in the popu-

Lung cancer is of particular interest because its recorded increase during the past 20 years in the United States, the United Kingdom, and in several other countries, is greater than that of any other form of cancer. An important question is whether this increase is real. If not real, it would follow that the

aus: Acta Unio Internationalis contra Cancerum 9, pp 531-541

Die Geburtsstunde des attributablen Risikos

TABLE V.
Lung Cancer and Smoking. Indicated Incidence and Proportion Attributable to Smoking
in Four Studies.

Authors	Per Cent Cigarette Smokers among		Ratio of Incidence		Indicated per cent of all lung cancer « attributable to smoking » $\frac{b(r-1)}{b(r-1)+1}$
	Lung Cancer Cases (a)	Controls (b)	Smokers Gen. Pop. (a) (b)	Smokers Non-Smokers a-ab b-ab	
1) Doll & Hill (5)	99.7	96.0	1.04	13.8	92.5
2) Wynder & Graham (11)	93.7	85.4	1.16	12.9	91.0
3) Breslow (2)	91.0	69.5	1.31	4.4	70.3
4) Levin et al. (4)	78.2	49.9	1.57	3.6	56.5
5) Levin et al. (2) adjusted to (3)	91.0	58.1	1.57	7.3	78.5
6) Doll & Hill (5) excluding 1-4 cigarette smokers	96.0	89.5	1.07	2.8	61.7

(1) Adjusted to age distribution of data of (1) Doll and Hill.

(2) By bringing percentage of smokers in lung cancer cases to same percentage as in (3) and increasing percentage in controls proportionately.

(3) From Table VI, Doll and Hill (5).

aus: Acta Unio Internationalis contra Cancerum 9. p 535

Die Geburtsstunde des attributablen Risikos

(4) The formula for this index, $S = \frac{b(r-1)}{b(r-1)+1}$,
 is derived as follows:
 Where X = incidence of lung cancer in non-smokers
 rX = incidence of lung cancer in smokers
 b = proportion of general population classified as smokers
 $1-b$ = proportion of general population classified as non-smokers
 $rXb + X(1-b)$ = incidence of lung cancer in total population
 $\frac{r-1}{r}$ = proportion of lung cancer in smokers attributable to smoking

$$S = \frac{\frac{rXb \cdot r-1}{r}}{rXb + X(1-b)} = \frac{\frac{rb \cdot r-1}{r}}{rb + (1-b)} = \frac{b(r-1)}{b(r-1)+1}$$

aus: Acta Unio Internationalis contra Cancerum 9, p 536

Wirrwarr der Terminologie

“The number of terms for AR is perhaps the largest of any concept in epidemiology.”

- attributable risk
- attributable fraction
- attributable proportion
- attributable risk ratio
- attributable risk percentage
- Levin's attributable risk statistic
- etiologic fraction
- excess fraction
- assigned share
- associated mortality ratio
- population attributable risk
- population proportional attributable risk
- population attributable fraction
- population attributable risk percent
- population attributable rate
- population attributable difference percent

Terminologische Unschärfe

Greenland und Robins weisen auf die Unschärfe des Begriffs „attributable“ hin. Sie unterscheiden:

- Exzessfraktion („excess fraction“)
- Verursachungsfraktion („etiologic fraction“)

Das Konzept des attributablen Risikos

Population

Erkrankte (D)

Auf Exposition E
zurückzuführen

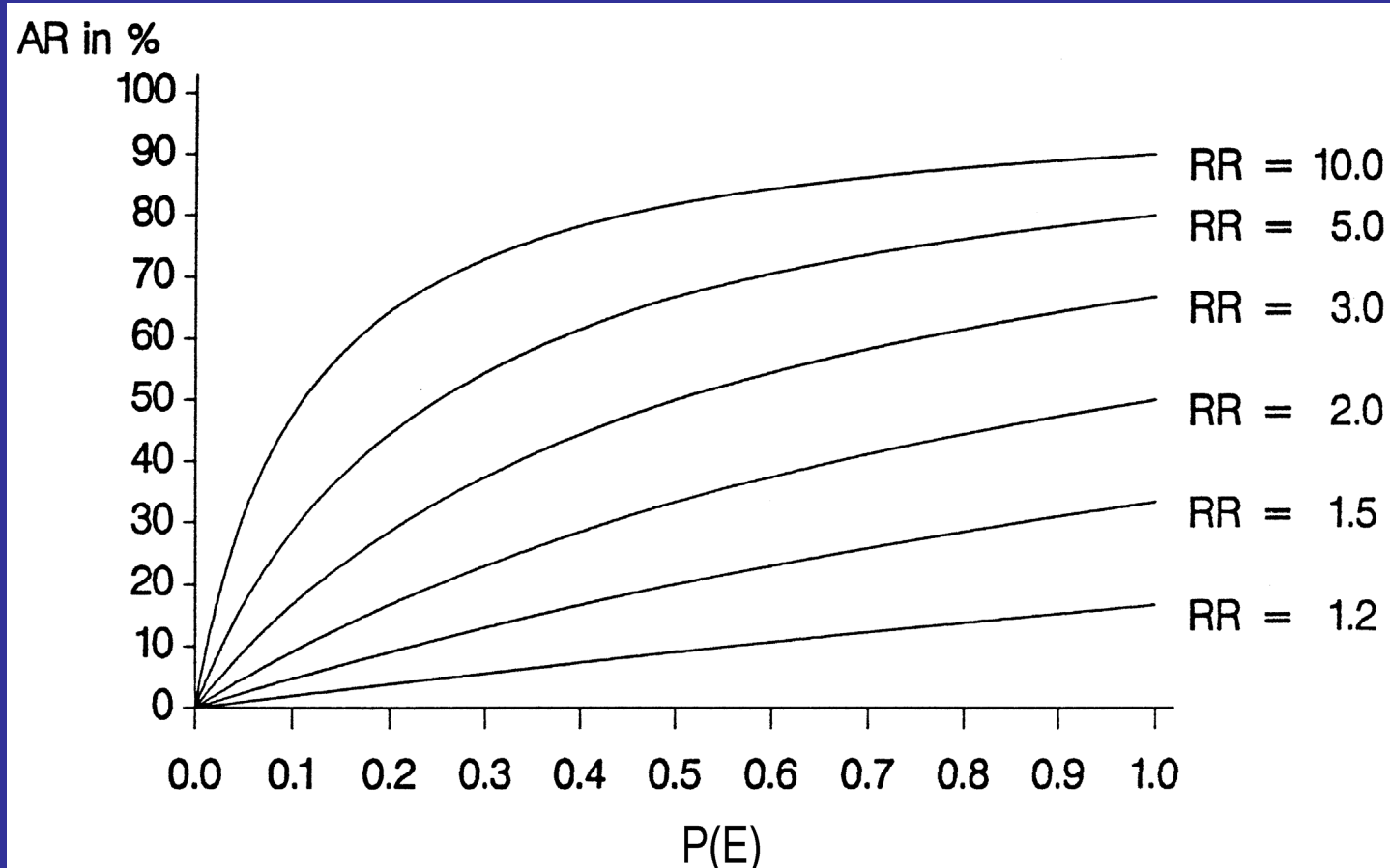
Definition des attributablen Risikos

$$AR := \frac{P(E = 1) \cdot [RR - 1]}{P(E = 1) \cdot [RR - 1] + 1} \quad (\text{Levin, 1953})$$

$$= \frac{P(D = 1) - P(D = 1 | E = 0)}{P(D = 1)} \quad (\text{MacMahon \& Pugh, 1970})$$

$$= P(E = 1 | D = 1) \cdot \frac{RR - 1}{RR} \quad (\text{Miettinen, 1974})$$

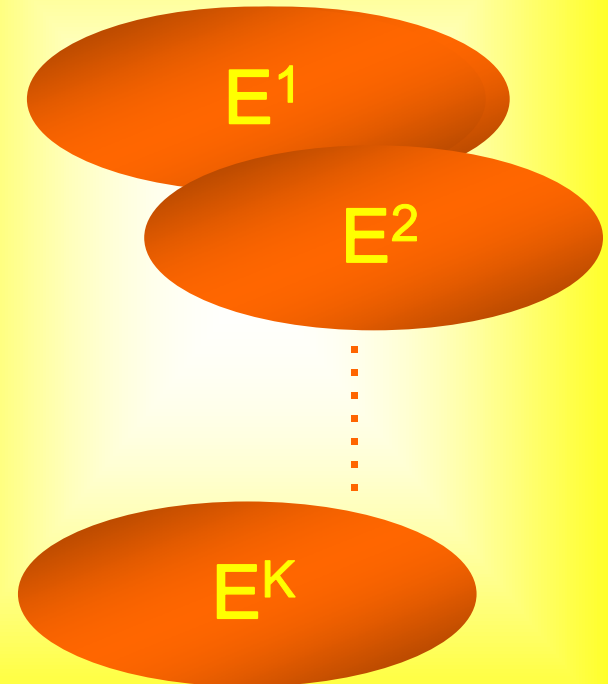
Visualisierung der Definition



Multifaktorielle Situation

Population

Erkrankte (D)



Multifaktorielle Situation

Umgang mit der multifaktoriellen Situation mittels:

- adjustierter attributabler Risiken
- partieller attributabler Risiken

Adjustiertes attributables Risiko

Idee: Eine Exposition E ist von primärem Interesse, alle anderen Faktoren werden als Confounder im Rahmen der Schätzung des AR für E betrachtet.

Formal:

$$AR = \frac{P(D = 1) - P(D = 1 | E = 0)}{P(D = 1)}$$

Adjustiertes attributables Risiko

Idee: Eine Exposition E ist von primärem Interesse, alle anderen Faktoren werden als Confounder im Rahmen der Schätzung des AR für E betrachtet.

Formal:
$$AR = \frac{P(D = 1) - \sum_i P(D = 1 | E = 0, C = i)}{P(D = 1)}$$

wobei C die Kombination aller Ausprägungen der weiteren Faktoren bezeichnet.

Partialisierung attributabler Risiken

Gemeinsames attributables Risiko
aller E^1, E^2, \dots, E^L ($AR(E^1, E^2, \dots, E^L)$)

The diagram illustrates the partialization of common attributable risk. At the top, a blue oval contains the text 'Gemeinsames attributables Risiko aller E^1, E^2, \dots, E^L ($AR(E^1, E^2, \dots, E^L)$)'. Five yellow arrows point downwards from this oval to the terms of an equation below. The equation is: $PAR(E^1) + PAR(E^2) + \dots + PAR(E^L) = AR(E^1, E^2, \dots, E^L)$.

$$PAR(E^1) + PAR(E^2) + \dots + PAR(E^L) = AR(E^1, E^2, \dots, E^L)$$

Ausflug in die Spieltheorie

Klassisches Problem der kooperativen Spieltheorie:

Wie kann man den (monetären) Profit, den L Spieler durch gemeinsames Spiel in variierenden Koalitionen erzielt haben, am Spielende fair unter ihnen aufteilen?



Standardlösung von Shapley (1953)

Fairnesseigenschaften in der Epidemiologie

Marginale Rationalität

sichert die konsistente Vergleichbarkeit des Populationseffekts eines Faktors E^i im Hinblick auf disjunkte (Sub-)Populationen.

Formal:

$$AR^I(S \cup E^i) - AR^I(S) \geq AR^{II}(S \cup E^i) - AR^{II}(S)$$

für alle Mengen $S \subset \{E^1, \dots, E^L\} \setminus \{E^i\}$

$$\Rightarrow PAR^I(E^i) \geq PAR^{II}(E^i)$$

Fairnesseigenschaften in der Epidemiologie

Interne marginale Rationalität

sichert die konsistente Vergleichbarkeit des Populations-effekts verschiedener Faktoren in einer Population.

Formal:

$$AR(S \cup E^i) \geq AR(S \cup E^k)$$

für alle Mengen $S \subset \{E^1, \dots, E^L\} \setminus \{E^i, E^k\}$

$$\Rightarrow PAR(E^i) \geq PAR(E^k)$$

Partielles attributables Risiko

Unter Gültigkeit der Fairnesseigenschaften für additive und symmetrische Zerlegungsfunktionen existiert eine eindeutig bestimmte Zerlegung, die jedem E^i sein partielles attributables Risiko zuordnet:



$\text{PAR}(E^1), \dots, \text{PAR}(E^L)$

Varianten des partiellen attributablen Risiko

- gruppierte partielle attributable Risiken
- hierarchische partielle attributable Risiken
- proportionale statt additive Partialisierung

Zusammenfassung

- Attributable Risiken gehören seit langem zum epidemiologischen Methodenrepertoire.
- Sie beleuchten die populationsbezogene Dimension der Expositions-Krankheits-Beziehung.
- In der multifaktoriellen Situation gibt es unterschiedliche konzeptionelle Herangehensweisen.
- Adjustierte und partielle attributable Risiken leisten beide einen Beitrag zum Verständnis des Populationseffekts von Expositionsfaktoren.



Vielen Dank für Ihre Geduld!