

日本赤十字九州国際看護大学/Japanese Red
Cross Kyushu International College of
Nursing

疫学の基本2：因果関係・危険度

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-09-01 キーワード (Ja): キーワード (En): causal relationship, confounding factor, relative risk, contributory risk, odds ratio 作成者: 守山, 正樹 メールアドレス: 所属:
URL	https://jrckicn.repo.nii.ac.jp/records/642

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.





PH12 疫学の基本 2 因果関係・危険度

<https://social-med.blogspot.com/2014/08/ph1223.html>

みなさんこんにちわ。今回は、疫学の論理の根幹である、原因と結果との関連、因果関係についてお話しします。

1 因果関係の基本

1) 因果関係とは何か

疫学で常に意識すべきは、原因と結果の関連です。疫学者 MacMahon によれば、因果関係は「2つの範疇に属する種々の事象(又は性質)があり、片方の事象の頻度または性質の変化に続き、他方の事象の頻度または性質が変化する関係」とされます。

また、2つの(範疇の)事象間の相互の関係は、a 統計的に関連のないもの、b 統計的に関連しているものの二つに分かれ、b はさらに、b1 因果関係なしに関連しているものと b2 因果関係のあるもの、に分かれます。

2) 統計的関連性と因果関係

過去 10 年間のサンフランシスコのすべての火事のデータから、個々の火事(A)における消防車数(B)と損害額(C)の統計的関連性を調べた人がいます。この場合「消防車数(B)と損害額(C)の間」には顕著な統計的関連性が見られました。ではこの統計的関連性は、因果関係でしょうか。「消防車数が多いことが原因になって、結果として損害額が増えた」と言えるでしょうか。よく考えるとこれは変な話です。よって「統計的な関連性」があったとしても、それがすぐに「因果関係」とは言えないことが分かります。

因果関係があるためには“一方が変化すれば、もう一方も変化する”が必要です。この定義に従うと、統計的に関連しているもののうち、ごく少数にしか因果関係は成立しません。この定義に合わない多数の統計的関連は、二次的関連と呼ばれます。

因果関係のない統計的関連は、通常、2つの事象の間の関連が、第3の事象に関連しているために生じます。例えば事象 A は、事象 B および C の両方に因果関係があるとすると、B と C の間には統計的な関連が生まれます。しかし B を変えることによって C、C を変えることによって B が変わるわけではなく、B と C との関連は因果関係ではありません。

3) 記号的表現と交絡因子 (交絡変数)

因果関係、原因と結果の関係は、両者を矢印でむすび「A→B」のように、記号的に表現することが可能です。

「原因→結果」

「独立変数→従属変数」

「調査対象とする曝露要因→調査対象とする疾病」

しかし、上記の矢印による表現は、実際の疫学調査においては、やや単純過ぎます。たとえば「喫煙→肺がん」「高塩分摂取→高血圧」など書いてしまうと、実際の複雑さが反映されません。現実には、原因と結果の双方に影響を与える因子・変数が存在する場合がほとんどです。より現実に近い関連性は、たとえば以下のように表現されます。



ここに示した年齢のように、従属変数と独立変数の両方に（肯定的または否定的に）相関する外部因子・変数を、交絡因子（または交絡変数）と呼びます。交絡因子が存在すると、真の因果関係が明らかでなくなるため、交絡因子を調整する、すなわちその好まざる影響を可能な限り除去することが大切です。たとえば疫学調査でデータを集める際に、対象者を特定の年齢幅の人々に限定したり、データを分析する際に、年齢の影響を統計計算の過程で調整することが、行われます。

2 因果関係の判定基準

さて、いったん統計的に関連があることが分かった後、それが因果関係、原因-結果の関係であるかどうかは、どうしたら決められるでしょうか。統計的な関係が強固であれば、因果関係の可能性は高くなりますが、それだけでは足りません。1964年、米国公衆衛生局長諮問委員会の報告書（Smoking and Health、第3章 20頁）が示した以下5つの判定基準がよく知られています。

①関連の強固性 **strength**： 関連性が強ければ強いほど、“Aが無いときのBの出現率”に比べて“AがあったときのBの出現率”が高ければ高いほど、その関連が因果関係である可能性が高くなります。

②関連の一致性 **consistency**： 異なる“集団・地域・国・時代”でも同様の関連性が認められるか／関連性が一致するか。

③関連の時間性 **temporality**： 原因→結果の順になっているか。原因と考えられる事象は、結果と考えられる事象よりも先に起こらなければなりません。

④関連の特異性 **specificity**： 「原因のある所に結果がある：結果のある所に原因がある」が、常に成立する必要があります。

⑤関連の整合性 **coherence**： これまでに確立されている知識や理論と整合すること、矛盾しないこと。

因果関係の判定基準はこの他にも多くのものが知られており、教科書によっても表現が異なります。Bradford Hillによる1965年の判定基準“The Environment and Disease: Association or Causation?”には、上記5項目に加え、以下が含まれています。

- **Biological gradient**： 用量-反応関係を意味します。
- **Plausibility**： 説得性、整合性と似た考え方です。
- **Experiment**： 実験的に根拠を示す。

- **Analogy** : 類似の要因を考慮できること。

3 因果関係の数値表現

1) 4分表の考え方

さて、上記の5基準が当てはまる統計的関連性は「因果関係である可能性がとても高い」「因果関係らしい」と判断されます。このようなとき、さらに一歩進んで、その関係が因果関係であることを数値で検討するのが、4分表の考え方です。以下、Marvin Sasserの本に従って説明します。

表のマス目は「ある仮説的原因：要因への曝露（独立変数）」と「ある仮説的結果：疾病への罹患（従属変数）」とが一方のみ、あるいは双方ともに生じる場合の、集団における頻度を表します。各マス目のa, b, c, dは人数をあらわします。

疫学の主要な研究方法、コホート研究、症例対照研究、介入研究のそれぞれで行われる基本的な比較は、全てこの4分表で表せます。

さて上記の表では「仮説的原因・要因曝露」を行に、「仮説的結果・疾病罹患」を列に示します。上記の3研究は表の記入順序が異なります。

2) コホート研究の場合

コホート研究の出発点は、喫煙有り、喫煙無しなど、仮説的原因・要因曝露による2群の設定です。たとえば、20歳代の健康な若者について、喫煙有り群千名、喫煙無し群千名を設定します。表のa+b、c+dの欄には、数値1000を書き込みます。研究の開始時点では、まだ誰も肺がんにかかっておらず、aとcに書き込める数値はありません。さて、ここから始め20年間追跡した結果、喫煙群からは20名、非喫煙群からは2名の肺がん患者が発生しました。肺がんの罹患率を計算すると、喫煙群では20/1000、非喫煙群では2/1000となりました。相対危険度は、両群の罹患率の比、10となります。寄与危険度は、両群の罹患率の差、18/1000となります。

3) 症例対照研究の場合

症例対照研究は、症例（患者）群と対照（患者ではない人：健康者など）群を比較する研究です。たとえば肺がんの原因を調べるのであれば、肺がんの各症例に対し、対照者を選びます。こうして調査開始時に症例群100名、対照群100名を設定しました。a+c、b+dの欄に100を書きます。コホート研究では10年20年と追跡しないと、表に数値を書き込めませんでした。症例対照研究では時間の経過を待つ必要はなく、すでに生じている過去の出来事（以前、喫煙していたか否か）を調査で思い出してもらえれば、すぐに数値が得られます。症例（患者）100人中、喫煙者は80人、非喫煙者は20人でした。

（注）ここでオッズを説明します。オッズとは「ある事象が起こる確率と起こらない確率の比」です。上記の例だと、喫煙という事象が起こる確率は80/100、起こらない確率は20/100、よって確率の比は(80/100) / (20/100)、すなわち80を20で割り算して、オッズは4です。

さて先ほどの話の続きですが、対照者では100人中、喫煙者は30人、非喫煙者は70人でした。オッズは30/70

で 0.429 となります。これで症例群と対照群のそれぞれについて、オッズが計算できました。この二つのオッズの比がオッズ比です。 $(80/20) / (30/70)$ で 9.33 となります。症例対照研究の場合は、コホート研究と異なり、罹患率を求められないため、厳密に言えば、相対危険度も寄与危険度も計算できません。では、上記で計算されたオッズ比とは何でしょうか。症例対照研究の場合のオッズ比は、相対危険度の近似値とされます。

4) 介入研究の場合

介入研究は“人為的実験的に要因曝露を行うコホート研究”です。4分表の使い方は、先ほどお話したコホート研究とよく似ていますので、計算方法は省略します。異なる点は、要因への曝露を研究者が行う点です。

さて今日は因果関係を中心にお話しました。次回は疫学の最後として、主な研究方法の考え方をまとめます。

キーワード

原因と結果、因果関係、二つの範疇、統計的関連性、二次的関連、第3の事象、記号的表現、交絡因子、独立変数、従属変数、因果関係の判定基準、関連の強固性、関連の一致性、関連の時間性、関連の特異性、関連の整合性、4分表、仮説的原因、要因曝露、症例群、対照群、オッズ、オッズ比、相対危険度、寄与危険度