結核死亡趨勢の他の疾病死亡に及ぼす影響についての検討

A Study on Trend of Relationship of Deaths from Tuberculosis with Deaths from Other Causes, Especially from Neoplasm and Cerebrovascular Disease

兵庫医科大学衛生学教室

浅野 恭代・吉本 佐雅子・勝野 真吾・阪本 州弘

Yasuyo Asano, Sachiko Yoshimoto, Shingo Katsuno and Kunihiro Sakamoto

Department of Hygiene, Hyogo College of Medicine, Nishinomiya

An analysis was done on the trend of relationship of deaths from tuberculosis with deaths from cerebrovascular, neoplasm and heart disease separately in the period of 1902-1973 in Japan by using the ecologic model for competition with each other.

The results obtained were as follows:

- 1) There was a close relationship between the decreasing trend of deaths from tuberculosis and the increasing trend of deaths from neoplasm, cerebrovascular, and heart disease separately.
- 2) The trend of the relationship between deaths from neoplasm and from cerebrovascular disease is gradually increasing to the equilibrium point and it seems that it will decrease after that point.
- 3) On cross-sectional observation in the period of 1935-1955, the prefecture that had the higher rate of death from tuberculosis had a tendency to have the lower rate of death from cerebrovascular disease and neoplasm.
- 4) In 1973, it seemed that the prefecture that had the higher rate of death from cerebrovascular disease was also had the higher rate of death from neoplasm.

I. はじめに

1950年までは結核死亡は死亡順位の上位を占め、近年の成人病死亡原因である脳血管疾患、悪性新生物、心疾患よりも死亡数が多かった。しかし、結核死亡^{1,2)}は1943年をピークに減少し、近年では死亡順位の第9位に位置している。これに反して、脳血管疾患は昭和14年に一度ピークを示したが、1949年頃から再び増加して、それ以後死亡順位の第1位を示している。

悪性新生物及び心疾患は年代と共に増加傾向を示している。

著者はこの結核死亡の変化が脳血管疾患、悪性新生物、心疾患及び他の疾病死亡の趨勢傾向に及ぼす影響を検討することを試みた。

II. 資料及び研究方法

資料は1902年から1973年までの年次別結核、悪性新生物、脳血管疾患、心疾患、肺炎等による死亡実数³⁾を用いた。

今回は全国を対象にして疾病罹患可能集団と想定し、疾病別死亡総数により、結核死亡と他の疾病による死亡との関連性の変化を競合を仮定した生態学モデル⁴⁾を用いて検討した。

III. 研究結果及び考察

今、結核死亡実数と、脳血管疾患、悪性新生物、心疾患、自殺、肺炎、腎炎及びネフローゼ等の死亡実数を年次別にグラフに書き、それぞれの関連性の変動を検討することにする。

- 1) 総結核死亡と全悪性新生物による死亡との関連性
1902年から1973年までの各年の結核死亡数と悪性新生物の死亡数の関連の変動を示すと図1の如くになり、結

Fig. 1 Trend of relationship between deaths from tuberculosis and deaths from neoplasm in 1902-1973 in Japan (→expected trend and direction to move)

核死亡が増加すると悪性新生物も増加するが、結核死亡が1942年をピークに減少すると、悪性新生物死亡は年代と共に増々増大する傾向を示している。

この傾向は結核と悪性新生物による死亡が共に関連性を示しているように思われる。

今、両疾病が共に死因としてせり合っているものとして、両者の関連性を生態学的モデル^{4,5)}を用いて検討することにする。

結核の年間死亡数を x 、悪性新生物の死亡数を y とする。各疾病のみの死亡増加率を a 、 c とし、又2つの疾病のせり合うための死亡増加の減少が xy に比例するものとしてそれぞれの比例常数を b 、 d とすると、この生態モデルは次の式で表わされる。

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ax - bxy \\ \frac{dy}{dt} = cy - dxy \end{cases}$$

初期値を k とすると、 x 、 y の関係は $y^a / e^{by} = k \cdot x^c / e^{dx}$ と表わされ、点 (x, y) の時間経過による動く軌跡の方向も定まって来る。

このモデルは最も単純なものであるが、現実の現象解析には有効である。

図1の場合に死亡数25,000人を単位としてこのモデルを適応させると時間的に点 (x, y) の移動する軌跡は種々検討すると、

$$\frac{y^{1.687}}{e^{0.844y}} = 0.33 \frac{x^{0.580}}{e^{0.073x}}$$

により表わすことが出来る。

Fig. 2 Trend of relationship between deaths from tuberculosis and deaths from heart disease in 1902-1973

この曲線を図に画くと図1の如くになり観測値とよく似ていることが解る。

この曲線は時間と共に矢印の方向へ動く軌跡を表わしており、観測値の推移傾向と一致している。

このことから、結核死亡数の変化は悪性新生物死亡数に強い影響を与えているものと思われる。又、結核死亡に対してこれと同様のパターンを示すものは心疾患がある。図2に示す如く、ことに1932年からはこのパターンによく似ている。このため心疾患も同様の関連性があるものと思われる。

2) 結核死亡と脳血管疾患死亡との関連性について

結核死亡と脳血管疾患死亡との関連性を年次別にみると図3の如くなる。

全体的にみると1902~1943年までは結核死亡の増大と共に脳血管疾患の増加する傾向を示すように思われるが、1943年から1950年まで結核死亡が減少すると共に脳血管疾患が減少しているが、それ以後結核死亡の減少と共に増加する傾向を示している。

今、1943年から1973年までの結核死亡と脳血管疾患死亡の関連性の軌跡を前述の生態学的モデルにより表わすと、

$$\frac{y^{6.756}}{e^{2.280y}} = 0.522 \frac{x^{2.32}}{e^{0.58x}}$$

となる。

これを図に画くと、図3の如くになり、各時点の動く

方向は矢印の方向となって観測値の推移とよく一致している。このように、この期間においては結核死亡の減少により脳血管疾患死亡が増加したと思われる。

又、1930年から1950年までの期間のみでみると1943年までは結核死亡が増加すると、脳血管疾患死亡が増加し、それ以後1950年までは結核死亡が減少すると共に脳血管死亡も減少する傾向を示し、両者の関連性を示す軌跡は楕円型を示している。

この軌跡に関しては共存の生態学的モデルにより、 $xy^a/e^{dx}e^{by}=k$ が楕円型を表わすが、観測値の動く方向が現実と逆になるため、このモデルを適用することは出来ない。

しかし、この時期においては何か同じ原因が両者に働いて、おそらく栄養因子であろうと思われるが、共通原因により、両疾患死亡の関連が起こっているものと思われる。

3) 結核死亡と自殺、肺炎、腎炎及びネフローゼとの関連性について

結核死亡と自殺との関連性を示すと図4の如くになり1902年から1935年においては結核死亡が増加すると共に自殺も増加する傾向を示している。1939～1960年頃においては結核死亡の減少と共に人数は少ないが自殺の増加の傾向を示しており、両者の関連性があることが解かる。しかし、1961年以後はあまり関連性はみられない。

次に、結核死亡数と肺炎、腎炎など感染性疾患による死亡との関係をもと次の如くなる。

結核死亡と肺炎死亡との関連性は図5に示す如くになり1902年から1920年頃までは結核と共に増加し1921年か

Fig. 4 Trend of relationship between deaths from tuberculosis and suicides in 1902-1973

Fig. 5 Trend of relationship between deaths from tuberculosis and deaths from bronchitis-pneumonia

Fig. 3 Trend of relationship between deaths from tuberculosis and death from cerebrovascular disease in 1902-1973

ら1943年頃までは一定であるが1943年頃より結核の減少と共に減少傾向を示している。

又、結核死亡と腎炎及びネフローゼとの関連性は図6に示す如くになり、1932年頃までは結核と共に増加し1933～1942年まではほぼ一定であるが以後結核の減少と共に減少している。

これらの両疾患は1943年から共に減少傾向を示すがこれは抗生物質の出現と一致している。

4) 悪性新生物死亡と脳血管死亡との関連性

今、悪性新生物死亡数と脳血管疾患死亡数との関連を年次別に図に表わすと図7の如くになり、悪性新生物に

Fig. 6 Trend of relationship between deaths from tuberculosis and deaths from nephritis and nephrosis in 1902-1973

Fig. 7 Trend of relationship between deaths from neoplasm and deaths from cerebrovascular disease in 1902-1973

よる死亡が増加するにつれて脳血管疾患死亡も多くなる傾向を示している。

両者も共に競合している死因であるので前述の生態学的モデルにより表わすことが出来る。両者の関連性の変化の軌跡は、

$$\frac{y^{1.227}}{e^{0.129y}} = 2.496 \frac{x^{0.58}}{e^{0.073x}}$$

となる。

これを図に画くと図7の如くになり、時間的に軌跡の動く方向は矢印の方向であり、観測値とよく一致していることが解かる。

即ち両者の関連性の変化はこの理論曲線にそって均衡

Table 1 Estimated value of parameters of the model

Parameter	In case of relationship between deaths from tuberculosis and from neoplasm	In case of relationship between death from neoplasm and from cerebrovascular disease
a	1.687	1.227
b	0.844	0.129
c	0.580	0.580
d	0.073	0.073
k	0.330	2.496

点である悪性新生物20万前後、脳血管疾患23.5万前後程度にまで近づき、再び同じ軌跡で減少するものと思われ、今後の観測が注目される。

この場合、前述の結核死亡と悪性新生物の場合の各パラメータと比較すると表1の如くになり、a, c, d はかなりよく似ており、主として初期値kの値を定めると両者の関連性の趨勢をこのモデルにより分析することが出来る。

以上の如く最も単純な二つの死因の競合する場合の生態学モデルを用いると、近年の脳血管疾患、悪性新生物、心疾患等の増加は結核死亡の減少傾向とかなり関連性があるように思われる。又、近年ともに増大傾向にある悪性新生物死亡と脳血管疾患死亡の関連性もほぼ同じモデルで初期値の変化により分析出来ることは死因間相互の関連性が保たれているものと思われ興味のあることである。

5) 年度別府県別結核、脳血管疾患、悪性新生物による死亡率の検討

今、断面的に1935, 1955, 1973年における各都道府県別の結核死亡率、脳血管疾患死亡率及び悪性新生物死亡率の中央値及びそれぞれの相関係数をみると表2の如くなる。結核死亡は近年急激に減少し、脳血管疾患死亡はやや増加傾向を示し、悪性新生物がますます増加している。

結核死亡が若年層に起こり、しかも高率の時代、即ち1935年と1955年の結核死亡と他の疾病死亡の関連性をみると結核死亡が高い地域には著明に脳血管疾患死亡が少ない傾向を示している。

一例として1935年の結核死亡率と脳血管疾患死亡率の相関を示すと図8の如くなる。北海道を除く東日本では結核死亡が少なく、脳血管死亡が多い、この傾向は長野県において著明である。西日本では結核死亡が多く、脳血管死亡が少ない傾向にある。この傾向は大阪、兵庫

Table 2 Mortality rate and correlation coefficient among death rate for tuberculosis, malignant neoplasm and cerebrovascular disease by prefecture

	1935	1955	1973
Death rate for tuberculosis	197.0	51.5	11.3
Death rate for cerebrovascular disease	193.0	142.0	197.0
Death rate for neoplasm	78.0	91.0	127.0
Correlation coefficient between death rate for tuberculosis and for cerebrovascular disease	-0.56	-0.63	0.09
Correlation coefficient between death rate for tuberculosis and for neoplasm	-0.07	-0.30	0.43
Correlation coefficient between death rate for neoplasm and for cerebrovascular disease	0.47	0.10	0.69

Fig. 8 Scatter diagram between death rate for tuberculosis and death rate for cerebrovascular disease by prefecture in 1935

において著明である。又、悪性新生物の死亡率との関連性はあまり著明ではないが、結核死亡が増大すると共に減少する傾向を示している。

しかし、最近結核死亡率が減少して他の疾病死亡に及ぼす影響も少なくなり、しかも高齢者に集中している1973年の場合には結核死亡の多い地方に脳卒中、ことに悪性新生物が著明に多くなる傾向を示している。

次に、各年度で脳血管系疾患死亡率と悪性新生物死亡率との相関を地区別にみると表2の如く正の相関を示し、脳血管系死亡が多い地区では悪性新生物も多くなる傾向がある。今、結核死亡が少なくなった1973年でみると図

Fig. 9 Scatter diagram between death rate for neoplasm and death rate for cerebrovascular disease by prefecture in 1973

9に示す如く、両者共に多い府県は秋田、山形、高知、長野、島根であり、両者共に少ないのは、沖縄、神奈川、埼玉、愛知、東京、大阪、千葉、静岡、北海道、兵庫である。このことから人口の移動及び栄養摂取のかたよりが脳血管系疾患及び悪性新生物の死亡に影響を与えているかも知れない。

このように断面的にみても、結核死亡率の減少と脳血管疾患、悪性新生物の死亡率の増加の関連があることがうかがわれる。

IV. 結 論

1902年から1973年まで各年度ごとの結核死亡数と脳血管疾患、悪性新生物、心疾患等、それぞれの死亡数との相関の時系列的な変化を検討し、これに競い合う場合の生態学モデルを適用して両者間の関連性について検討し、次の如き結果を得た。

1) 結核死亡の減少傾向がことに脳血管疾患、悪性新生物、心疾患の近年の多発に関連しているように思われる。

2) 悪性新生物死亡数と脳血管疾患死亡数の関連性の時系列変化をみると、両者共に増加しているが、前述のモデルを用いて検討すると、均衡的に近づき、その後減少するものと思われる。

3) 1935年、1955年度における府県別に結核死亡率と脳血管疾患死亡率との関係を見ると、結核死亡が少ない

所では脳血管死亡が多い傾向を示している。又、悪性新生物との関連においても同様の傾向を示している。

4) 1973年度において断面的にみると、脳血管疾患死亡率の高い所は悪性新生物死亡率も高い傾向を示している。

本論文の要旨は第46回日本衛生学会総会(新潟)に於て発表した。

文 献

1) 重松逸造, 柳川 洋: 日本の結核の現状と問題点,

内科シリーズ, No. 7, 南江堂, 東京 (1972).

2) 柳川 洋: 日本の結核症の疫学的特徴とその国際比較, 最新医学, **30**(1), 63-69 (1975).

3) 国民衛生の動向: 厚生指標, **21**(9), 厚生統計協会 (1974).

4) Lotka, Alfred J.: Elements of mathematical biology, New York, Doven publications (1956).

5) Kemeny, J. and Snell, J. L.: Mathematical models in the social sciences, Ginn and Company, New York (1962).

(受付 1976年11月27日)