



Title	胃集検の利益と損失 I 救命と危険
Author(s)	飯沼, 武; 館野, 之男; 橋詰, 雅 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1977, 37(12), p. 1109-1121
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17197
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

胃集検の利益と損失

I 救命と危険

放射線医学総合研究所

飯 沼 武 館 野 之 男
橋 詰 雅 梅 垣 洋 一 郎

新潟大学

北 畠 隆

(昭和52年8月4日受付)

(昭和52年8月19日最終原稿受付)

Benefit-risk Analysis for Mass Screening of Stomach Cancer in Japan

I. Life-saving vs. loss of life

T.A. Iinuma, Ph.D.* , Y.Tateno, M.D.* , T. Hashizume, Ph. D.* ,
Y. Umegaki, M.D.* , and T. Kitabatake, M.D.**

Research Code No.: 512

Key Words: Stomach cancer, Mass screening, Life-saving, Loss of life, Benefit-risk analysis

Mass screening of stomach cancer is one of the largest screening systems in Japan. Since X-ray photofluorography is employed as the first screening, radiation effect on a larger number of healthy population must be carefully balanced with life-saving from stomach cancer due to screening.

Detailed analysis shows that loss of life expressed in terms of "person-year" would exceed life-saving at age of 40 to 30 years old or younger depending that the figures used for incidence of radiation-induced cancer is high or low. Therefore, it would be recommended that the screening should be concentrated to the population of higher age. Moreover, the mass screening of every three year period is shown to be more efficient in terms of life saving than the annual screening. The benefit-risk analysis presented must be performed incorporating the new values of various parameters, sometimes from now on.

*National Institute of Radiological Sciences, Anagawa, Chiba-shi, JAPAN

**University of Niigata, School of Medicine, Asahi-machi, Niigata, JAPAN

1. はじめに

一般に医療行為によつて得られる利益に対して、それによつて生ずる損失が存在する。通常の医療では利益に対する損失の比が大きいが、正常者の集団を扱う集団検診では利益対損失の比は慎重に評価する必要があろう。

胃集検は我国で最も大規模な集検の1つであ

り、X線検査の中で占める割合も大きい。そこで胃集検の実施によつて得られる救命という利益に対して、その実施によつて発生する危険を推定することが重要である。この点に関して、著者の1人(北畠)は胃集検による救命とX線被曝による死亡の可能性の比を推定している^{1,2)}。それらの報告でも、若年層(39歳以下)における利益対損

失の比は高年齢層におけるそれよりも可成り小さくなっている。筆者らは胃癌罹患率が年々減少している事実を考慮して、更に新しい詳細なデータを基に年齢、性別毎の救命と危険の比を求めることを試みた。

本報では、北畠らの方法を発展させ、胃集検による胃癌患者の正味の救命に対して、X線被曝（間接、直接を含む）による発癌、胃内視鏡および胃生検による事故などによる危険を性別、年齢階級別に求め、胃集検の将来のあり方について考察する。

2. 算定式の導出

2. 1. 利益の考え方.

胃集検を実施することによって生ずる利益とは、「それによつて発見され、救われる（5年生存する）胃癌患者数に平均余命を乗じた値から、胃集検を実施しなかつた場合に自から病院を訪ずれ、救われる（5年生存する）胃癌患者数に平均余命を乗じた値を差し引いたもの」と考え、これを救命と呼ぶ。

胃集検において発見される胃癌患者の割合、すなわち胃癌発見率はその年の胃癌罹患率、集検受診間隔、患者の年齢、性別などに依存することが予想される。そこで、まず、それらの因子間の関係を調べる。

a) 胃癌発見率と受診間隔、罹患率の関係

胃集検における胃癌患者発見率は受診間隔が大きくなると増加し、罹患率にも比例すると考えられる。まず、受診間隔が大きくなると、受診した年以前の罹患者が累積して有病群となつて存在するためである。

そこで、一般に受診間隔N年の胃集検における性別、年齢階級別の胃癌患者発見率を $H_{ij}^{(N)}$ とし、次の(1)式で表わす。

$$H_{ij}^{(N)} = \alpha^{(N)} D_{ij} f \quad \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 $\alpha^{(N)}$ ：患者累積係数

D_{ij} ：胃癌罹患率/年（性別・年齢階級別）

f ：胃集検間接撮影における正診率

i, j ：それぞれ、性別、年齢階級別を示す。

(1)式は有病群として存在している患者 ($\alpha^{(N)}$)

D のうち、正診されたもの (f) が発見されることを意味している。問題は $\alpha^{(N)}$ が受診間隔 (N) によつてどのような値をとるかということである。いま、集検を毎年全員に繰返し実施した場合を考えると、その時の発見胃癌はその年に罹患した数（生物学的な発見からは遅れているが）に略ぼ等しくなるであろうから、次の関係が得られる。

$$H_{ij}^{(1)} = \alpha^{(1)} D_{ij} f \quad \dots \dots \dots (2)$$

ただし、 $\alpha^{(1)} \approx 1.0$

$\alpha^{(1)}$ は逐年検診の累積係数である。

一方、集検の受診間隔を増やしていくと、罹患数と治癒および死亡数が平衡に達するまで、 $\alpha^{(N)}$ は増加して、1.0より大きい値に漸近するであろう。

b) 胃集検における見かけの利益

見かけの利益とは「胃集検によつて発見され、5年生存する胃癌患者数に平均余命を乗じた値」とする。すなわち、性別、年齢階級別の見かけの利益を $P_{ij}^{(N)}$ とすると、

$$P_{ij}^{(N)} = H_{ij}^{(N)} S W^{(N)} N_{ij} \quad \dots \dots \dots (3)$$

ただし、S：精検受診率

$W^{(N)}$ ：集検発見胃癌患者の5年生存率 (N年)

N_{ij} ：平均余命

(3)式は間接撮影で発見される患者のうち、精検を受診し、5年生存する者に平均余命を乗じたことを示す。

(3)式に(1)式を代入すると、

$$P_{ij}^{(N)} = \alpha^{(N)} D_{ij} f S W^{(N)} N_{ij} \quad \dots \dots \dots (3')$$

ここで新たにでてきた因子は $W^{(N)}$ である。集検発見胃癌患者の5年生存率は病院外来胃癌患者のそれよりも高いことが知られている。その理由は前者では早期癌/進行癌の比率が大きいこと、同じ進行癌でも5年生存率が後者に比して高いことが挙げられる。また、受診間隔 (N) が変化すると、早期癌/進行癌の比率に変化が見られ、それが $W^{(N)}$ の値に影響することが予想される。実際の数値については後に推定値を示す。

c) 正味の救命

胃集検の眞の利益は、ここで述べる胃癌患者の正味の救命であると考えている。それは前述の「見かけの利益」から、「胃集検を実施しなかつた場合に、自から病院を訪ずれ5年生存する胃癌患者数に平均余命を乗じた値」を差し引いたものである。ここで「自から病院を訪ずれる患者数」は有病者数に等しいとした。すなわち、性別、年齢階級別の正味の救命 $L_{ij}^{(N)}$ は次式で表わされる。

$$L_{ij}^{(N)} = P_{ij}^{(N)} - \alpha^{(N)} D_{ij} W N_{ij} \quad \dots \dots \dots (4)$$

ここで、W：集検不受診胃癌患者の5年生存率。

(3') 式を (4)式に代入して整理すると、

$$L_{ij}^{(N)} = N_{ij} (\alpha^{(N)} D_{ij} f_{SW}^{(N)} - \alpha^{(N)} D_{ij} W) \quad \dots \dots \dots (4')$$

(4)式の右辺第2項は病院を訪ずれ5年生存(W)する胃癌患者数に平均余命を乗じたものである。ここで新たに集検不受診群の5年生存率(W)が必要となるが、これについては妥当な値を推定する。

2. 2. 損失の考え方。

胃集検における損失にはX線撮影の被曝による身体的障害と遺伝的障害および胃カメラや胃生検による偶発事故が考えられる。ここでは受診者集団の損失という点にしぼつて危険を見積ることとし、遺伝的影響を除く。損失の場合も、「見かけの危険」と「正味の危険」に分けて論ずる。

a) 胃集検における見かけの危険

見かけの危険は「胃X線間接撮影における被曝、要精検となり、精検を受診した者の直接撮影による被曝の結果生ずる身体的障害（主に白血病、その他のがん）による死亡者数に平均余命を乗じた値と、精検における胃カメラ、胃ファイバースコープと胃生検による偶発事故死者と重篤な障害者の数に平均余命を乗じた値を加え合せたもの」と定義する。

すなわち、見かけの危険は次の各成分の和と考えられる。

$$\text{間接撮影} - E_{IB} R U_{ij} \quad \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{直接撮影} - rS_{TB} E_{DB} R U_{ij} \quad \dots \dots \dots (6)$$

胃カメラ・ファイバースコープ—

$$rS_{TG} (A_G + f_G A_G') \quad \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{胃生検} - rS_{TB} (A_B + f_B A_B') \quad \dots \dots \dots (8)$$

ここで、各記号は次の意味を示す。

E_{IB} ：間接撮影1検査当りの平均骨髓線量

R：白血病、その他の癌の発生率/線量

U_{ij} ：白血病有意因子

r：要精検率

S：前出(3)式

t_D ：直接撮影施行率（十二指腸疾患精検者を除く）

E_{DB} ：直接撮影1検査当りの平均骨髓線量。

t_G ：胃カメラと胃ファイバースコープの平均施行率

A_G ：胃カメラと胃ファイバースコープの平均偶發事故死亡率

$A_{G'}$ ：胃カメラと胃ファイバースコープの平均重篤障害発生率。

f_G ： A_G と $A_{G'}$ における余命から見た死亡と障害の割合。

t_B ：胃生検施行率。

A_B ：胃生検の偶發事故死亡率。

$A_{B'}$ ：胃生検の重篤障害発生率。

f_B ： A_B と $A_{B'}$ における余命から見た死亡と障害の割合。

次に上記(5)より(8)式の意味を説明しよう。まず(5)式は間接撮影1検査当りの年齢を考慮した白血病、その他の癌の発生率である。白血病有意因子 U_{ij} は白血病が被曝後、直ちに発生するのではなく、20年間に或る分布をもつて発生するので、平均余命を考慮して求めた1.0より小さい係数であり、具体的な数値については後述する。

(6)式は直接撮影による同様な悪性腫瘍発生率であるが、この場合は精検受診者に対する値なので、 rS が乗せられ、更に精検受診者のうちの t_D だけが直接撮影を受けるものとした。(7)式は精検受診者中で胃カメラやファイバースコープを施行された者から発生した事故死亡率と重篤障害率に或る比率(f_G)を乗じて死亡に換算した値の合計を示す。(8)式は(7)式と同様な考え方で胃生検に

より重篤障害を加味した死亡である。従つて、見かけの危険は(5)～(8)式の合計に平均余命 N_{ij} を乗じたものとなる。すなわち、見かけの危険を X_{ij} とすると、

$$\begin{aligned} X_{ij} = & N_{ij} [E_{IB} RU_{ij} + rS\{t_D E_{DB} RU_{ij} \\ & + t_G (A_G + f_G A_G') + t_B (A_B + f_B A_B')\}] \end{aligned} \quad \cdots \cdots \cdots (9)$$

b) 胃集検における正味の危険。

正味の危険 Z_{ij} は上の X_{ij} から、「胃集検を実施しない場合、自から病院を訪問して胃部の検査（直接撮影、胃カメラ・ファイバースコープおよび胃生検）を受けた患者のうちで、放射線被曝や偶発事故によつて発生する死者や重篤障害者の数に平均余命を乗じた値」を差し引いたものと定義する。後者を Y_{ij} とすると、次式で表わされる。

$$Y_{ij} = N_{ij} K_i D_{ij} \{t_D' E_{DB} RU_{ij} + t_G' (A_G + f_G A_G') + t_B' (A_B + f_B A_B')\} \quad \cdots \cdots \cdots (10)$$

(10) 式の記号のうち、今までに説明のないものは次の通りである。

K_j ：病院外来胃疾患受診者中の胃癌患者の比（年齢階級別）

t_D' ：病院外来胃疾患受診者に対する直接撮影施行率。

t_G' ：病院外来胃疾患受診者に対する胃カメラ・胃ファイバースコープ施行率。

t_B' ：病院外来胃疾患受診者に対する胃生検施行率。

(10) 式の意味を考えて見よう。 $K_j D_{ij}$ は病院外来における胃疾患受診者数を表わし、括弧内の第1、第2と第3項は各々、前記(6)、(7)、(8)式に対応する危険である。そこで、正味の危険 Z_{ij} は次式となる。

$$Z_{ij} = X_{ij} - Y_{ij} \quad \cdots \cdots \cdots (11)$$

c) 救命と危険の比較。

2. 1. で計算した救命 $L_{ij}^{(N)}$ と2. 2. で計算した Z_{ij} は相互に比較可能な値（人数に平均余命を乗じたもの）であるので、直接その値の大小が問題となる。 $L_{ij}^{(N)} > n \cdot Z_{ij}$ であれば、胃集検を実施する価値があると考えられ、そのような性別、

年齢を求めることができる。ここで n は1.0よりも大きい値であり、どのような値をとるかは社会の考え方、コストによつて変化するであろう。 $L_{ij}^{(N)} \leq n \cdot Z_{ij}$ のような性、年齢では危険が救命と等しいか、より大きいことになるので、胃集検を実施すべきではない。一方、 $(L_{ij}^{(N)} - Z_{ij})$ は胃集検における救命から危険を差し引いたものであり、この値がプラスであれば、胃集検において真的救命が発生していることになる。上述の n が大きくとも、もし、 $(L_{ij}^{(N)} - Z_{ij})$ が小さい場合、すなわち、 $L_{ij}^{(N)} \approx 0$ の時は胃集検を実施する価値が問題になるであろう。

3. 使用した数値

2. で導いた算定式で用いる数値を下記に示す。

3. 1. 利益（救命）側のパラメータ。

a) $\alpha^{(N)}$ ：患者累積係数（N年間隔）

$$\alpha^{(1)} = 1.0, \quad \alpha^{(2)} = 2.0, \quad \alpha^{(3)} = \alpha^{(0)} = 3.0$$

という値を用いる。ここで、 $\alpha^{(0)}$ は初回検診における値を示す。

この値を求めた根拠は次の通りである。田村らによると、受診間隔と胃癌発見率との間に次の関係がある³⁾。

受診間隔	胃癌発見率	相対値
初回受診	0.152%	2.0
1年前	0.076%	1.0
2年前	0.105%	1.4
3年前	0.185%	2.4

この表から、初回受診の胃癌発見率は逐年（1年毎）受診のそれの2～3倍であり、3年前受診の場合は初回受診と殆んど同一であることが判る。逐年受診の発見率はその年の罹患率に等しいと考えられるので、 $\alpha^{(1)} = 1.0$ であり、上の表から $\alpha^{(2)} = 2.0$ 、 $\alpha^{(3)} = 3.0 = \alpha^{(0)}$ とやや大きめの値をとつた。一方、後述する胃癌罹患率と発見率の比も35歳以上、80歳以下の男・女平均で2.2となつており、田村の値と一致している。

b) D_{ij} ：胃癌罹患率/年

昭和50年の全国平均胃癌罹患率/年（性別、年齢階級別）を次の方針によつて推定した。まず、昭和44～46年の大阪府の胃癌罹患率⁴⁾を基に、標

準化死亡比⁵⁾による補正を行なつた。大阪府の標準化死亡比は1.1であつたので、その値で罹患率を除した。最後に昭和45年から50年の5年間に罹患率の変化があつたか否かを知るため、その間の訂正死亡率の推移を見た所、男・女共40~70歳で一様に減少しており、昭和45年を1.0とすると、男0.84、女0.82であつた。栗原⁶⁾によると、罹患率と訂正死亡率とは胃癌の場合、正比例しているので、上の罹患率に男0.84、女0.82を乗じて最終的な結果とした。それをTable 1に示す。但し、年齢15~19歳と20~24歳は外挿による推定値である。

c) f: 間接撮影における胃癌正診率

久道のデータ(昭51年厚生省がん研究山田班)によると、f=0.9、北畠の推定では、f=0.85。本報では0.9を用いた。

d) S: 精検受診率

胃集検全国平均値(昭50年)で、S=0.7。

e) W^(N): 集検発見胃癌患者の5年生存率。

次の値を利用した。

$$W^{(1)} = 0.73, \quad W^{(2)} = 0.65, \quad W^{(3)} = W^{(1)} = 0.57$$

ここで、W⁽⁰⁾: 初回受診群における値。

この値を求めた根拠は次の通りである。前述の田村ら³⁾によると、(イ)4年以上連続受診している群の早期癌/進行癌の比は70:30で、略ぼ2:1、(ロ)初回受診群や3年以上前受診群では同じ比が逆に1:2である。そこで、上記の中間である2年毎に受診した群では、その比が1:1と仮定し、更に早期癌の5年生存率を90%、進行癌(集検発見)のそれを40%として、下記の計算より求めた。

受診間隔	早期/進行	5年生存率
逐年 (1年毎)	2/1	$W^{(1)} = (2 \times 0.9 + 1 \times 0.4) / 3 = 0.73$
2年毎	1/1	$W^{(2)} = (1 \times 0.9 + 1 \times 0.4) / 2 = 0.65$
3年毎 (=初回)	1/2	$W^{(0)} = W^{(3)} = (1 \times 0.9 + 2 \times 0.4) / 3 = 0.57$

このうち、W⁽³⁾の値は昭和38~46年の大阪府における胃集検発見例の5年生存率(=0.56)とよい一致を示す⁷⁾。通常の胃集検は大部分、初回

受診と考えられるので、この値は妥当なものである。

f) W: 集検不受診胃癌患者の5年生存率。

この値については単に病院外来における胃癌患者の5年生存率のみでなく、胃集検を受診しなかつた胃癌患者全体の平均的な5年生存率を知る必要がある。そのため、がん登録から求められる5年生存率が最も適当であると考え、大阪府の値を利用した⁷⁾。すなわち、

$$W = 0.17$$

g) N_H: 平均余命(性別、年齢階級別)

厚生の指標の簡易生命表(昭和50年)から引用した。他のパラメータが5歳間隔なので、中間値を用いた。

年齢	平均余命	
	(男)	(女)
15~19 (17) 歳	56.15年	61.04年
20~24 (22)	51.42	56.16
25~29 (27)	46.68	51.32
30~34 (32)	41.92	46.49
35~39 (37)	37.22	41.69
40~44 (42)	32.63	36.94
45~49 (47)	28.20	32.28
50~54 (52)	23.88	27.74
55~59 (57)	19.75	23.33
60~64 (62)	15.90	19.08
65~69 (67)	12.41	15.07
70~74 (72)	9.42	11.45
75~79 (77)	6.97	8.39

3. 2. 損失(危険)側のパラメータ

a) E_{IB}: 間接撮影1検査当りの平均骨髓線量。

1976年の橋詰らの調査によると⁸⁾,

$$(男) E_{IB} = 0.45 \text{ rad}$$

$$(女) E_{IB} = 0.39 \text{ rad}.$$

この値を間接撮影の容積線量と比較する⁹⁾。まず、1検査当りの皮膚線量は11rad、フィルム面照射野30×30cm²、SSDを45cm、腹部の厚さ18cm、減弱を約0.5として計算した容積線量は45,000gradとなつた。この値を全身線量に換算するため、60kgで除すと、0.75radとなる。

b) R : 白血病, その他の癌の発生率/線量.

国連科学委員会(UNSCEAR)⁹⁾と米国の放射線の生物学的影響に関する委員会(BEIR)¹⁰⁾による危険度推定は次の通りである。まず、UNSCEARの値は下記に要約される。

白 血 病	15~40/10 ⁶ 人/rad
肺 癌	10~40/10 ⁶ 人/rad
乳 癌	6~20/10 ⁶ 人/rad
甲状腺癌	40/10 ⁶ 人/rad
合計	71~140/10 ⁶ 人/rad

胃部X線撮影は局所照射であるから、上の値をそのまま使うわけにはいかない。また、発生した癌のうち、致命的でないものは補正する必要がある。そこで、白血病の値は平均骨髄線量を用いているので、そのままでよいとし、その他の致命的な癌が白血病と同じ数だけ発生すると仮定した。それにより甲状腺癌を除外する。すなわち、胃部X線撮影による致命的な癌の発生率は30~80/10⁶人/radであり、UNSCEARによる推定値を50/10⁶人/radとした。

次に、BEIRでは被曝年齢、癌の種類、潜伏期、発癌効果の持続期間(年)、絶対危険度(死亡(人)/10⁶人/rem/年)などの項目に分けて推定を行っているので、UNSCEARと同様な値に直すことにする。その値は発癌効果の持続期間に絶対危険度を乗じたもので、被曝年齢を10歳以上とすると、次の通りである。

疾病	持続期間	絶対危険度	全危険度
白血病	25年	1.0	25/10 ⁶ /rem
他の癌	30年	5.0	150/10 ⁶ /rem

ここで、他の癌の内訳は乳癌1.5、肺癌1.3、消化器(胃、腸)1.0、骨癌0.2、その他の癌1.0である。合計175/10⁶/remである。

この値を胃部X線撮影に適用するには、白血病以外の癌に対して、その癌の部位の線量と平均骨髄線量の比によって補正を行なう必要がある。問題の臓器に対する間接撮影1検査当たりの線量として以下の値を利用した⁸⁾。

臓器	線量	平均骨髄線量との比
胃・腸	3rad	3/0.45=6.7

肺 0.13rad 0.13/0.45=0.3

胸部 0.1rad 0.1/0.45=0.2

この比によつて、各部位の癌の絶対危険度を補正し、更に胃・腸の場合は胃・腸全体が被曝していないことや発生する癌の致命率を考慮して、6.7/3=2.0とした。また、骨とその他の癌を合せて、1/3とし、0.4を用いた。その結果は下記の通りである。

疾病	持続期間	絶対危険度	全危険度
白血病	25年	1.0	25/10 ⁶ /rem
他の癌	胃・腸	30	2.0
	肺	30	0.4
	乳	30	0.3
	他	30	0.4
計			118/10 ⁶ /rem

上記の2つの危険度推定値(UNSCEARとBEIRより計算)から、本報では致命的な癌の発生率として、次の値を用いる。

$$R_L = 50/10^6 \text{人}/\text{rad}$$

$$R_H = 100/10^6 \text{人}/\text{rad}$$

但し、 R_L は低めの推定値、 R_H は、高めの値であり、2つの危険度推定値の範囲で切りのよい値をとつた。

これらの値は前述のa)で求めた全身換算の容積線量と全身被曝の危険度より求めた発生率よりも小さくなり、過大評価とは考えられない。また、稲葉の文献調査¹¹⁾によると、1radの被曝による死亡(発癌による)の確率は最大1,000/10⁶=10⁻³から、最小30/10⁶=3×10⁻⁵の範囲にあると言われるが、上記の値もその中に含まれており、妥当なものである。

c) U_{ij} : 白血病有意因子

白血病の発生は被曝後、約25年にわたつて或る分布に従つて発生することが知られている。従つて、被曝者の年齢や平均余命によつては白血病による危険度が変化する。 U_{ij} はそのことを考慮に入れるための因子であつて1.0より小さい値となる。この因子を前述のRに乗ずることによつて、性別、年齢階級別の危険度を求める。下記に橋詰らによつて計算された値を示す¹²⁾。

年齢	男	女
15~19歳	0.99	0.99
20~24	0.99	0.99
25~29	0.98	0.99
30~34	0.97	0.98
35~39	0.96	0.98
40~44	0.94	0.96
45~49	0.90	0.94
50~54	0.86	0.88
55~59	0.78	0.85
60~64	0.68	0.77
65~69	0.52	0.68
70~74	0.38	0.56
75~79	0.18	0.42

d) r : 要精検率久道の調査¹³⁾によると, $r=0.17$ e) t_D : 直接撮影施行率

精検を受診した者の90%が直接撮影をうけると仮定する。すなわち, $t_D=0.9$

f) E_{DB} : 直接撮影 1 検査当たりの平均骨髄線量男・女共, $E_{DB}=0.7\text{rad}$ (橋詰¹²⁾による)

g) t_G : 胃カメラと胃ファイバースコープの平均施行率

精検を受診した者の15%が胃カメラまたはファイバースコープ検査をうけると仮定する。すなわち, $t_G=0.15$

h) A_G : 胃カメラと胃ファイバースコープの平均偶発事故死亡率。

竹本の報告¹⁴⁾から計算した, $A_G=8 \times 10^{-6}$

i) A_G' : 胃カメラと胃ファイバースコープの平均重篤障害発生率¹⁴⁾.

$$A_G'=240 \times 10^{-6}$$

j) f_G : 死亡と重篤障害の余命から見た比。

重篤障害は平均余命を20%短縮するとした。すなわち, $f_G=0.2$.

k) t_B : 胃生検施行率。

精検を受診した者の1%が胃生検を受けると仮定する。すなわち, $t_B=0.01$.

l) A_B : 胃生検の偶発事故死亡率¹⁴⁾.

$$A_B=25 \times 10^{-6}$$

m) A_B' : 胃生検の重篤障害発生率¹⁴⁾

$$A_B'=420 \times 10^{-6}$$

n) f_B : 死亡と重篤障害の余命から見た比。 f_G と同様に, $f_B=0.2$ とした。

o) K_j : 病院外来胃疾患受診者とそのうちの胃癌患者の比。
竹内のデータ¹⁵⁾より推定した。

年齢	K_j
15~34	100
35~39	69
40~44	45
45~49	39
50~54	27
55~59	17
60~64	15
65~69	12
70~74	10
75~79	10

この値を用いることによって、胃癌以外の胃部疾患患者の危険も考慮に入れたことになる。

p) $t_{D'}$: 病院外来胃疾患受診者に対する直接撮影施行率。

全員受けとすると, $t_{D'}=1.0$

q) t_G' : 同上受診者に対する胃カメラ・ファイバースコープ平均施行率。

$$t_G'=0.25$$

r) t_B' : 同上受診者に対する胃生検施行率。

$$t_B'=0.1$$

4. 結 果

2節と3節で述べた算定式と推定値を用いることによって、救命と危険が計算できる。救命については、(1) 逐年検診 ($L^{(1)}$) (2) 2年毎検診 ($L^{(2)}$) および(3) 3年毎検診 ($L^{(3)}$) を計算するが、 $L^{(3)}$ が $L^{(1)}$ (初回検診)と同じと考えてよいことは前述の3.1.a)とe)の数値で見た通りである。

一方、危険については、(11)式より Z_{ij} を計算するが、3.2.b)の R_H と R_L の両者について求め、各々 Z_H , Z_L とした。

次に平山のデータ¹⁶⁾によると、胃癌の死亡率は

減少しており、死亡率の減少と罹患率の減少が並行している事実⁶⁾から見て、将来の罹患率は現在の死亡傾向から予測できるとし、1990年の胃癌罹患率を推定した。外挿値によると、1990年の訂正死亡率は1975年のそれに比して、男が0.46、女が0.51に減少する。従つて1990年の罹患率も同じ割合だけ減るとして、 $L^{(1)}(1990)$ を計算した。

次に危険についても、X線間接撮影の線量(E_{IB})が現状の1/2になつたと仮定した場合の値を計算した($1/2Z_H$ と $1/2Z_L$)。

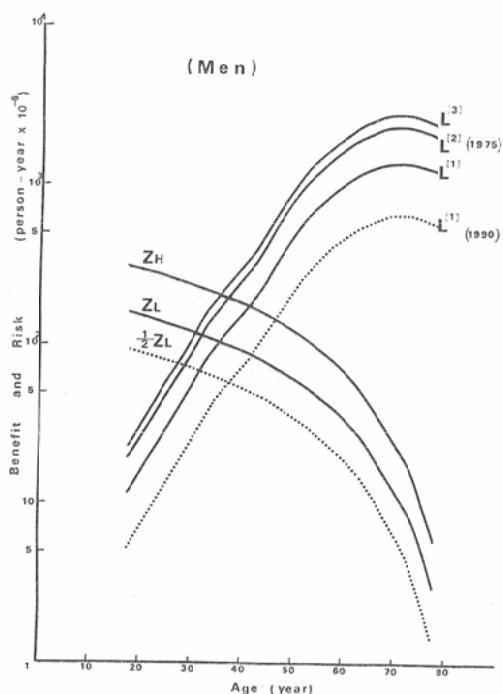


Fig. 1. Comparison of life-saving and risk in man as a function of age. $L^{(1)}$, $L^{(2)}$ and $L^{(3)}$ are amounts of the life-saving in terms of "person-year" in the mass screening of annual, two year and three year intervals, respectively. $L^{(1)}(1990)$ is an estimate of $L^{(1)}$ in 1990 obtained from the expected rate of deaths of the stomach cancer. Z_H and Z_L are the loss of life in terms of "person-year" due to the estimate of high and low values of incidence of malignant neoplasm by the radiation. $1/2 Z_H$ and $1/2 Z_L$ are similar quantities except that radiation dose of photofluorography is assumed to be a half that of Z_H and Z_L .

これらの結果を表にしたものが、Table 2(男)と3(女)である。更に同じ結果を年齢の関数としてプロットしたものが、Fig. 1(男)とFig. 2(女)である。但し、Fig. 1と2には、 $1/2Z_H$ が Z_L と近い値となるので示していない。結果から直ぐ判ることは救命(利益)が若年層で小さく、年齢と共に上昇しているのに対し、危険(損失)は若年で大きく、年齢と共に減少するという逆の傾向を示している。救命が若年で小さい理由は低い罹患率によることが明らかである。

ここで救命と危険の線の交叉する年齢が、両者の一致する所で、その年齢より若年側では危険が救命を上まわることになるので、集検を行なうべきではない。

次に注目すべきことは、検診1回当たりでは逐年検診($L^{(1)}$)の方が初回($L^{(0)}$)または3年毎検診($L^{(3)}$)よりも救命が少ない点である。これは有病群として存在する患者数が減るためにあつて、 $\alpha^{(3)}$ と $\alpha^{(1)}$ の差による。5年生存率は $W^{(1)} >$

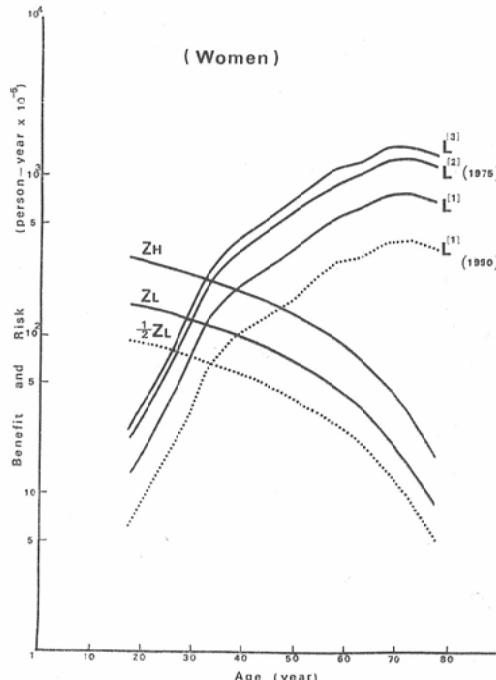


Fig. 2. Comparison of life-saving and risk in woman as a function of age. Explanations for the notations are given in Fig. 1.

$W^{(3)}$ であるが、その差は α のそれに比して小さい。2年毎検診 ($L^{(2)}$) は両者の中間にくる。

さて、現状での救命と危険の交叉する年齢は Z_H , Z_L と $L^{(3)}$, $L^{(1)}$ を比較して、男女とも40歳～30歳の所にあり、若年層での胃集検に問題があることを示している。

もし、現状で間接撮影の線量が1/2に減つたとすると、交叉する年齢は約5歳若年側に移動し、利益が増大する方向になる。

一方、平山のデータより予測した1990年の救命（逐年検診）との比較では、X線撮影線量が現在と同じだとすると、交叉する年齢が男で46～42歳、女で47～38歳と高年齢に移動し集検の適応範囲がせまくなる。

男・女の比較で特徴的な点は救命に関して45歳以下では女性と男性がほぼ同じかやや女性が大きい位であるが、それ以上の年齢では男性の救命が2倍以上に増える。これは罹患率の差に起因するものである。一方、危険の方は若年層で同様であるが、高年齢では女性の方が大きい。これは平均余命の差による。

本報の結果と北畠の報告とを比較すると、文献(2)の table 1 の損益率の値と我々の $L^{(3)}/Z_H$ または $L^{(3)}/Z_L$ の値が対応する。本報では、5歳毎で、性別に分けて計算してあるので、直接比較

Table 1. Average incidence of stomach cancer in Japan (estimated)

Age	man ($\times 10^{-5}$ /year)		woman
15—19	0.7*		0.7*
20—24	1.4*		1.4*
25—29	2.9		3.2
30—34	6.4		8.3
35—39	11.4		14.7
40—44	20.6		20.8
45—49	45.0		30.7
50—54	88.9		48.6
55—59	153		79.0
60—64	247		105
65—69	375		164
70—74	502		222
75—79	598		267

* estimated by extrapolation.

はできないが、Table 2 の男の場合で30～39歳、40～49歳、50～59歳、60～69歳、について見てみると、次の通りである。

年齢	文献(2)	$L^{(3)}/Z_L$	$L^{(3)}/Z_H$
30～39歳	5.2	2.0	1.0
40～49歳	9.5	7.7	4.0
50～59歳	39.1	32.7	16.6
60～69歳	76.5	123.5	61.6

文献(2)と本報では用いている数値と算定式が

Table 2. Comparison of life-saving and risk (man)

age	(1975)		$L^{(3)}$ (person-year $\times 10^{-5}$)	Z_H	Z_L	$1/2Z_H$ (person-year $\times 10^{-5}$)	$1/2Z_L$ (person-year $\times 10^{-5}$)	$L^{(3)}/Z_H$	$L^{(3)}/Z_L$
	$L^{(1)}$	$L^{(2)}$							
15—19	11.4	18.8	22.3	5.2	298	152	173	89.9	0.07
20—24	20.9	34.5	40.8	9.6	272	139	156	81.7	0.15
25—29	39.2	64.8	76.8	18.0	244	125	142	73.3	0.31
30—34	77.8	129	152	35.8	216	110	124	63.7	0.70
35—39	123	203	241	56.6	189	96.5	109	55.8	1.28
40—44	195	322	381	89.7	162	82.7	93.6	47.9	2.35
45—49	368	608	720	169	132	67.4	75.3	38.6	5.54
50—54	615	1017	1204	283	106	53.9	59.8	30.4	11.4
55—59	876	1447	1714	403	79.5	40.4	44.6	22.6	21.6
60—64	1138	1880	2227	523	54.8	27.8	30.8	15.7	40.6
65—69	1349	2229	2640	621	32.3	16.4	17.2	8.7	81.7
70—74	1371	2266	2684	631	17.8	9.1	9.3	4.6	151
75—79	1209	1997	2365	556	6.2	3.1	3.1	1.4	381

Table 3. Comparison of life-saving and risk (woman)

Age	(1975) L ⁽¹⁾ (person year × 10 ⁻⁵)			(1990) L ⁽¹⁾		Z _H	L _L	1/2Z _H (person-year × 10 ⁻⁵)	1/2Z _L (person-year × 10 ⁻⁵)	L ⁽³⁾ /Z _H	L ⁽³⁾ /Z _L
	L ⁽²⁾	L ⁽³⁾	Z _H	Z _L							
15—19	12.4	20.5	24.2	6.3	288	147	169	88.5	0.08	0.16	
20—24	22.8	37.7	44.6	11.6	264	135	156	80.9	0.17	0.33	
25—29	47.6	78.7	93.2	24.3	240	123	141	73.4	0.39	0.76	
30—34	112	185	219	57.2	214	109	125	64.6	1.02	2.01	
35—39	178	294	348	90.6	191	97.5	111	57.5	1.82	3.57	
40—44	223	368	436	114	166	84.9	96.7	50.2	2.63	5.14	
45—49	287	475	562	146	142	72.3	82.7	42.3	3.96	7.77	
50—54	391	646	765	199	114	58.2	65.9	34.1	6.71	13.1	
55—59	534	883	1046	272	92.5	47.3	53.6	27.7	11.3	22.1	
60—64	582	962	1139	297	68.4	35.0	39.7	20.4	16.7	32.5	
65—69	717	1185	1403	366	47.5	24.3	27.3	14.0	29.5	57.7	
70—74	735	1215	1439	375	29.7	15.3	17.1	8.9	48.5	94.1	
75—79	648	1071	1269	330	16.3	8.4	9.3	4.8	77.9	151	

Table 4. Net life-saving with different screening intervals (man)

Age	L ⁽¹⁾ -Z _H	L ⁽²⁾ -Z _H	L ⁽³⁾ -Z _H	(L ⁽¹⁾ -Z _H) × 3	(L ⁽²⁾ -Z _H) × 1.5	(person-year × 10 ⁻⁵)	(person-year × 10 ⁻⁵)				
							L ⁽¹⁾ -Z _L	L ⁽²⁾ -Z _L	L ⁽³⁾ -Z _L	(L ⁽¹⁾ -Z _L) × 3	(L ⁽²⁾ -Z _L) × 1.5
15—19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20—24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25—29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30—34	—	—	—	—	—	—	—	19	42	—	29
35—39	—	14	52	—	21	26	106	144	78	159	
40—44	33	160	219	99	240	112	239	298	336	359	
45—49	236	476	588	708	714	301	541	653	903	812	
50—54	509	911	1098	1527	1367	561	963	1150	1683	1445	
55—59	796	1367	1634	2388	2051	836	1407	1674	2508	2111	
60—64	1083	1825	2172	3249	2738	1110	1852	2199	3330	2778	
65—69	1317	2197	2608	3951	3296	1332	2213	2624	3996	3320	
70—74	1353	2248	2666	4059	3372	1362	2257	2675	4086	3386	
75—79	1203	1991	2359	3609	2987	1206	1994	2362	2618	2991	

異なるので、数値は異なるが、定性的には両報告の傾向はよく一致している。

一方、1回の検診における真の救命は $(L^{(N)} - Z)$ の値が正の場合に存在する。ところで、 $(L^{(3)} - Z)$ と $(L^{(1)} - Z)$ を比較するには、前者が3年毎の検診であり、後者が逐年検診であるので、絶対値としては後者を3倍する必要がある。同様に $(L^{(3)} - Z)$ と $(L^{(2)} - Z)$ を比較するには、後者を1.5倍しなければならない、それらの値を Table 2, 3より計算して、Table 4(男)と Table 5(女)

に示す。その結果を見ると、絶対値としては、逐年検診の方が2年毎および3年毎検診より大きいことが判る。しかし、検診1回当たりでは3年毎の救命の方が大きいので $(L^{(3)} > L^{(2)} > L^{(1)})$ 、全員の集検を行なう能力がない時は、同一集団に繰り返し集検を行なうより、毎年別の集団(性別、年齢は等しい)に集検を実施した方が救命が高いことになる。その際の真の救命は $(L^{(3)} - Z)$ 、 $(L^{(2)} - Z)$ と $(L^{(1)} - Z)$ を比較すればよい(Table 4, 5参照)。

Table 5. Net life-saving with different screening intervals (Woman)

Age	$L^{(1)} - Z_H$		$L^{(2)} - Z_H$		$(L^{(1)} - Z_H) \times 3$		$(L^{(2)} - Z_H) \times 1.5$		$L^{(1)} - Z_L$		$L^{(2)} - Z_L$		$(L^{(1)} - Z_L) \times 3$		$(L^{(2)} - Z_L) \times 1.5$	
15 — 19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20 — 24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25 — 29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30 — 34	—	—	5	—	—	—	3	76	110	9	114	—	—	—	—	—
35 — 39	—	103	157	—	155	80	196	250	240	294	—	—	—	—	—	—
40 — 44	57	202	270	171	303	138	283	351	414	425	—	—	—	—	—	—
45 — 49	145	333	420	435	500	215	403	490	645	605	—	—	—	—	—	—
50 — 54	277	532	651	831	798	333	588	707	999	882	—	—	—	—	—	—
55 — 59	441	770	953	1323	1185	487	836	999	1461	1254	—	—	—	—	—	—
60 — 64	514	894	1071	1542	1341	547	927	1104	1641	1391	—	—	—	—	—	—
65 — 69	669	1137	1355	2007	1706	693	1161	1379	2079	1742	—	—	—	—	—	—
70 — 74	705	1185	1409	2115	1778	720	1200	1424	2160	1800	—	—	—	—	—	—
75 — 79	632	1055	1253	1896	1583	640	1063	1261	1920	1595	—	—	—	—	—	—

5. 考 察

最近、集団検診における利益と損失は多く局面から問題にされている。その中には費用効果分析¹⁷⁾¹⁸⁾も含まれているが、本報では北畠らが行なつたように胃集検における救命と、それによる生命の危険という同一価値間の比較をより高精度に行なつたものである。

前節で述べた結果から判るように現状では若年層（40～30歳以下）の胃集検に問題がありそうであり胃集検の効率を上げるためにも危険の方が大きい若年層に対して、なされている努力を利益の方が大きい、高年齢層に振り向かなければならぬ。また、前節の結果から胃集検の現状の能力では全員（40歳以上でさえも）の逐年検診を行なうことは不可能であるから、3年毎の検診を別々の集団に実施するように配慮して、可能な限り救命を増やし集検の効率を向上することを指向すべきである。

次に救命と危険の曲線の精度であるが、前者で最も重要な因子は胃癌罹患率（Dij）であると思われる。我々の推定に用いた大阪府の値がどの位の正確さであるかよく判らないが、今後発表される数値を用いて再計算を行なうことも必要であろう。また、5年生存率（W^(N)）や間接撮影の正診率および患者累積係数（α^(N)）についても今後の

調査が必要である。

危険の方では、放射線による白血病、その他の癌の誘発発生率（R）の数値が最も多く調べられている。実際の数値として、最高値と最低値では1桁以上（30倍）の差がある。本報で用いたBEIRの値とUNSCEARの値で約2倍の差がある。よく知られているように放射線の危険度推定、特に今問題にしている低線量の場合には多くの仮定を含み、具体的な数値の差も基本的な考え方や立場の相異に依ることが多い。今後も研究が進むにつれて、Rの値は変化が予想されるが、現時点では、3.2. b)に示した2種の値を用いるのが最も合理的であると考えられる。

それ以外の因子で重要なものは間接撮影の骨髄線量（E_{IB}）であるが、この値（3.2. a 参照）はアンケート調査にもとづいたものであるから、過小評価の可能性が大きく、実際の値はもつと大きいと考えた方がよさそうである。

胃集検の将来について、算定式からいくつかの予測が可能である。まず、間接撮影の線量を減らした場合である。恐らく現在の方法で注意すれば、線量を1/2に減少させることは殆んど費用をかけずに行えるものと考えて、計算した結果をFig. 1と2に示した。更に新しい機器（例えば高感度I.I.）の導入によって線量を1/20程度に減ら

すことも可能であるが、問題はこれによつて正診率が低下するかも知れない点と、当然のことながら、莫大な費用がかかることがある。

何等かの手段によつて、正診率(f)と精検受診率(S)を1.0に近づけることができたとしたら、救命がどの位増えるかも定量的に把握できる。

また、現在の集検の効率をあげるために、例えば40歳以上に対象をしづつたら、どの程度、利益対損失の比が向上するかも簡単に計算できる。

将来の傾向として、はつきり言えることは胃癌罹患率の年齢、性別によらない減少傾向である。この原因は食生活の変化などが主であると言われている。この現象は救命を小さくする方向に作用するので、この傾向が続く限り胃集検を実施すべき年齢の下限は徐々に上昇するであろう。前述のように、訂正死亡率の動向と罹患率のそれが胃癌の場合には並行していると考えられることは、訂正死亡率の推移から罹患率を予測できる点で、本報のような評価に有利である。

胃集検を実施すべき年齢の下限は2.2.c)で述べたように、 $L_{ij}^{(N)} = nZ_{ij}$ の点であるが、前節の Z_H と Z_L の間のどの値を用いるか、 $n (>1.0)$ をいくつにとるかは費用との関係で、より大局的な判断によつて決定されねばならない。

また、 $L^{(N)}/Z$ の値だけでなく、 $(L^{(N)} - Z)$ の値をも考慮する必要がある。すなわち、 $L^{(N)}/Z$ が大きくとも、 $(L^{(N)} - Z) \neq 0$ の場合には胃集検を実施すべきか否か疑問になるからである。 $L^{(N)}$ の値は胃癌罹患率に正比例しているので、それが小さくなつた場合は実施年齢を慎重に検討する必要がある。

最後に、このような評価から社会的負担としての費用効果分析や遺伝的影響へと解析を進める必要があると考えられる。更に、本報の評価も新しい数値が発表される度に、数年毎に繰返して実施して行く可きである。特に胃癌罹患率の動向には十分注意する必要がある。

6. 結論

1. 胃集検における救命と危険を定量的に評価

することを試みた。

2. 胃集検1回当りの救命という利益は逐年検診よりも3年毎検診の方が大きい。

3. 30歳以下の胃集検では危険が救命を上まわり、40歳以上では救命が危険より大きくなる。30~40歳では、両者は推定誤差の範囲内で略ぼ等しい。

4. 胃集検の効率をあげるための現実的な対策は、3年毎検診で40歳以上に対象をしづるべきである。

5. 本評価法によつて、胃集検のあり方や将来を定量的に予測できる。

6. この評価は数値の更新に応じて、逐次改めていく必要がある。例えば、間接X線撮影の線量が減少した場合には、利益が増加するし、罹患率が減ると相対的に危険が大きくなる。

本研究は厚生省がん研究助成金、班長山田達哉先生によつて実施した。御指導を賜わつた国立がんセンター病院長、市川平三郎先生、診断部長山田達哉先生、山田班の班員、協力者各位に感謝します。

文 献

- 1) 北畠 隆、横山道夫、栗冠正利、古賀佑彦：本邦胃集検の成果と危険度の見積り。医学のあゆみ, 84: 445~448, 1973.
- 2) 栗冠正利、北畠 隆、横山道夫、古賀佑彦：集団検診の損益率。医学のあゆみ, 91: 316~318, 1974.
- 3) 田村浩一、宮田康邦：厚生省がん研究山田班資料, 昭和51年11月20日。
- 4) 花井 彩、藤本伊三郎：私信。
- 5) 瀬木三雄、田丸雅恵：日本列島ガンの縦断、毎日ライフ, 昭和50年12月, p. 260~280.
- 6) 栗原 登：癌登録。医学のあゆみ, 95: 303~309, 1975.
- 7) 大阪府衛生部他：大阪府におけるがん登録第23報—地域がん登録における生存率算定の基礎的研究、昭和51年12月。
- 8) 橋詰 雅、加藤義雄、丸山 隆、鎌田力三郎、浦橋信吾：胃集団検診による国民線量の推定。日本医政会誌, 37: 578~589, 1977.
- 9) UNSCEAR: Ionizing Radiation, Levels and Effects, vol. II, 1972
- 10) NAS-NRC: The effects on populations of exposure to low levels of ionizing radiation (The BEIR report) 1972, National Academy of Science Washington, D.C.
- 11) 稲葉次郎：man-remについて。保健物理, 12:

- 109—116, 1977.
- 12) Hashizume, T., Kato, Y., Maruyama, T., Kumamoto, Y., Shiragai, A., Nishimura, A.: Population mean marrow dose and leukemia significant dose from diagnostic medial X-ray examinations in Japan. 1969. Heath Physics 23: 853, 1972.
- 13) 久道 茂: 私信, 昭和51年11月.
- 14) 竹本忠良: 内視鏡検査に伴う偶発症. 日経メディカル, pp.40—46, 1976年2月号.
- 15) 竹内義員: 厚生省がん研究山田班資料, 昭和51年10月.
- 16) 平山 雄, 渡辺嶽男: 疫学研究からみた癌診療の将来, 癌の臨床, 21: 962—968, 1975.
- 17) 岡島光治: 集団検診医療のコスト・ベネフィット分析—胃集検を例として, 15回日本ME学会論文集, S-7, 1976, April.
- 18) 久道 茂, 野崎公男, 白根昭男, 菅原伸之, 大柴三郎: 胃集検の費用効果分析. 医学のあゆみ, 98: 81—85, 1976.