Osaka University Knowledge Archive

Title	胃癌集団検診におけるリスク利益分析の再評価 X線撮影と内視鏡について
Author(s)	飯沼, 武; 舘野, 之男
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1990, 50(5), p. 527-532
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15448
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

日本医放会誌：50（5），527—532，1990（平2）

胃癌集団検診におけるリスク利益分析の再評価

X線撮影と内視鏡について

放射線医学総合研究所・臨床研究部
飯沼　武　舘野之男

（平成元年7月10日受付）
（平成元年8月18日最終原稿受付）

Reevaluation of Benefit and Risk of Mass Screening for Stomach Cancer —Comparison Between X-ray Diagnosis and Endoscopy as the Screening Test—

Takeshi Iinuma and Yukio Tateno
Division of Clinical Research, National Institute of Radiological Sciences

Research Code No. : 512, 302

Key Words : Stomach cancer, Mass screening, Benefit-risk analysis, X-ray diagnosis, Endoscopy

Mass screening for stomach cancer has been widely performed throughout Japan, since stomach cancer is the most important disease among various malignant diseases in Japan.

As a screening test, the X-ray diagnosis with barium contrast medium is used and the risk of X-ray expousre must be considered in order to compare with the benefit of the mass screening. We have reported in the previous article in 1977 that the benefit and risk of stomach cancer mass screening become equal at age of 40 y.o.

Since then, various conditions with the mass screening of stomach cancer have changed so that reevaluation of the benefit and risk relationship is necessary. Especially the risk coefficient of radiation-induced stomach cancer has been revised drastically in the report of United Nations Scientific Committee on the effects of radiation in 1988.

So, in this report, the benefit of mass screening of stomach cancer is defined as the net elongation of average life expectancy due to the life saved, and the risk of the screening is defined a the net shortage of average life expectancy due to the radiation-induced stomach cancer and leukemia. Since the benefit increases rapidly with age and the risk decreases with age, a certain age at which the benefit and risk become identical should be found and under this age the mass screening is not justified to be performed.

Assuming X-ray dose equivalent to stomach of 10 mSv and risk coefficient of stomach cancer of 12.6×10^{-3} Sv^{-1} from the United Nations report, the critical age is found to be about 35 y.o. for men and women. It is strongly recommended that the dose equivalent should be lowered less than 5 mSv.

In order to compare the risk of X-ray diagnosis with that of endoscopic examination as the screening test, similar calculation was made using reported figures of fatal accident (1.6×10^{-5}) and severe injury (48×10^{-5}) of the stomach endoscopic examination and the critical ages are found to be 40 y.o. for men and 45 y.o. for women which are higher than those with X-rays. Thus, a screening test employing stomach endoscopy can not be accepted.

1. 緒　言

第2次老人保健法の施行によって，1987年より癌の集団検診が拡大され，医療の大きなシステムの1つとなっている．胃癌集団検診（胃集検という）は従来から子宮頸癌と並んで，日本における癌集検の中心的役割を果たしてきた．

我々は以前，胃集検におけるX線被曝による損失と救命による利益と比較して両者のバランスする年齢が40歳頃であり，40歳以下では胃集検を実施すべきではないと主張した[1]．その後，X線線量の低減の努力がなされ，バランスする年齢は20歳台に下がったが[2]，今回，広島・長崎の原爆線量の再評価が行われ，リスク係数が大きく変化したこともあって，リスク利益分析を再吟味しておくことは適切と考え，ここに報告する．

また，胃集検においてはX線撮影よりも内視鏡による単独スクリーニングの方がリスクが少ないと主張する記事[3]もあるため，内視鏡によるリスクも算出し，X線と比較した．

2. 方　法

方法は，すでに本誌で報告した乳癌集検のリスク利益分析[4]と同じである．まず，胃集検の利益は集検を行うことによって生ずる見掛けの救命から，行わなくとも患者自ら医療機関を訪れることによって生ずる救命を差し引いたnetの救命に平均余命を乗ずるものとする．次に，X線スクリーニング検査のリスクとしては被曝によって生じ得る白血病と胃癌の発生率に対し，癌発生までの潜伏時間と発病持続期間を考慮した余命短縮を乗ずるものとする．また，内視鏡スクリーニング検査のリスクは死亡事故と重篤障害（死亡に換算）の発生率に平均余命を乗ずるものとする．これにより利益とリスクは直接比較し得る値となる．

2-1. 胃集検の利益

利益は集検の実施方法に依存するが，今回は同一集団全員が毎年1回集検を定期的に受診するという理想的な場合を仮定する．集検間隔の異なるより一般的な場合は文献[5]に詳述されている．算定式の詳細はすでに述べてあるので，結論を以下の式に示す．

$$B_{ji}=T_{ij}\cdot D_{ij}\cdot f\cdot s\cdot[W(1)-W] \quad \cdots(1)$$

(1)式でiは性，jは年齢階級を示す添字である．各因子を以下に述べる．

B_{ij}：胃集検の利益（人・年/10^5）

T_{ij}：平均余命（年）

D_{ij}：胃癌の罹患率（人/10^5）

f：胃X線撮影または胃内視鏡（スクリーニング）の有病正診率

s：胃集検における精検受診率

W(1)：逐年集検発見の胃癌患者の平均5年生存率

W：一般外来の胃癌患者の平均5年生存率

2-2. 胃X線撮影のリスク

方法は前報[4]と同じであるので結論を示す．放射線発癌によるリスク（S_X）は次式で与えられる[6]．

$$S_X=E_B\cdot R_B\cdot \Delta M_B+\sum_K E_K\cdot R_K\cdot \Delta M_K \quad \cdots\cdots(2)$$

ここでBは骨髄に関する因子，Kはその他の臓器に関する因子を示す．

E_B：胃X線撮影における平均骨髄線量当量（S_V）

E_K：胃X線撮影における胃およびその他の臓器の平均線量当量（S_V）

R_B：骨髄線量当量当たりの白血病の発生率（人/S_V）

R_K：胃およびその他の臓器の線量当量当たりのその部位の癌（致死的）の発生率（人/S_V）

ΔM_B：白血病の発生によって失われる余命の平均（年）

ΔM_K：胃癌およびその他の癌によって失われる余命の平均（年）

白血病とその他の癌では潜伏時間と発病持続期間が大きく異なるため，リスクは別々に計算される．R_BとR_Kは余命が極めて長いとした時の発生率としてよい．

2-3. 胃内視鏡のリスク

これも前報[2]と同じ方法で算出する．すなわち，内視鏡のリスクをS_Eとすると，次式で与えられる．

$$S_E=T_{ij}\cdot(A_G+f_G\cdot A_{G'}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

ここで，T_{ij}は前述．

A_G：内視鏡の死亡事故発生率（人/10^5）

$A_{G'}$：内視鏡の重篤障害発生率（人/10^5）

f_G：重篤障害の死亡への換算係数

(3)式は内視鏡の死亡事故によって，残っている平均余命が失われることを意味する．この場合放射線発癌と異なり潜伏時間や発病持続期間はない．

3. 代入する数値

前節(1)と(2)式に代入する数値の検討を以下に行う．

3.1. 胃集検の利益

胃癌の罹患率(D_{ij})[7]と平均余命(T_{ij})[8]はTable 1に示す．その他の因子の値は前報[5]と同じとする．f=0.9, S=0.8, W(1)=0.73およびW=0.25である．ただし，内視鏡の場合はX線よりも精度が高いことを考え，f=1.0，すなわち，見落としは0と仮定した．

3.2. 胃X線撮影のリスク

まず，胃X線撮影においては胃への線量と骨髄への線量の2つのみで，他は線量が小さいので考慮しないことにした．また，前報[6]の結果にもとづいて，骨髄の線量は胃のそれの1/10とした．

E_Kは10mSv, 5mSv, 1mSv, 0.5mSvの4つの場合，それに対応してE_Bは1，0.5, 0.1, 0.05mSvとした．実際の線量は5mSv程度と考えられる．

問題のR_KとR_Bは1988年の国連科学委員会報告(UNと略)[9]と前報[1]のICRP(1977)年の両者を用いた．

a) UNでは2種類の値が公表されている．

相乗モデル（UN（12.6））では

$R_K=12.6\times10^{-3}S_V^{-1}$

$R_B=9.5\times10^{-3}S_V^{-1}$であり，

相加モデル（UN（8.6））では

$R_K=8.6\times10^{-3}S_V^{-1}$

$R_B=9.5\times10^{-3}S_V^{-1}$である．

b) ICRP

$R_K=0.3\times10^{-3}S_V^{-1}$, $R_B=2.0\times10^{-3}S_V^{-1}$

ΔM_K, ΔM_BについてはTable 1に示した．

3.3. 胃内視鏡のリスク

胃内視鏡の死亡事故発生率A_Gの値は前報[2]と同じ1.6×10^{-5}を用い，重篤障害発生率$A_{G'}$についても48×10^{-5}を採用した．しかし，これらの値は山口大・竹本[10]および旭川医大・並木ら[11]のアンケート調査による結果であり，低めに見積もられている可能性が高い上，もし，内視鏡単独で毎年数百万人のスクリーニングを行ったとしたら，事故率

Table 1 Incidence rate of stomach cancer (D: person/10^5/year), average life expectancy (T: year) and loss of life expectancy due to leukemia (ΔM_B: year) and due to stomach cancer (ΔM_K: year) of Japanese men (a) and women (b)

Table 1(a)

Age	D（人/10^5）	T（年）	ΔM_B（年）	ΔM_K（年）
15-19	0.4	60.72	45.7	30.7
20-24	1.6	55.92	40.9	25.9
25-29	5.5	51.14	36.1	21.1
30-34	9.6	46.34	31.3	16.3
35-39	24.0	41.55	26.6	11.7
40-44	44.9	36.81	21.8	7.93
45-49	77.2	32.20	17.2	4.93
50-54	132.1	27.75	12.8	2.71
55-59	229.2	23.56	8.61	1.22
60-64	313.6	19.53	5.28	0.34
65-69	423.0	15.71	2.87	—
70-74	568.6	12.20	1.30	—
75-79	671.3	9.14	0.43	—

Table 1(b)

Age	D（人/10^5）	T（年）	ΔM_B（年）	ΔM_K（年）
15-19	0.0	66.40	51.4	36.4
20-24	1.9	61.47	46.5	31.5
25-29	6.1	56.57	41.6	26.6
30-34	12.4	51.69	36.7	21.7
35-39	20.1	46.82	31.8	16.8
40-44	31.5	41.99	27.0	12.1
45-49	40.9	37.23	22.2	8.24
50-54	58.0	32.56	17.6	5.14
55-59	78.2	27.99	13.0	2.81
60-64	118.3	23.52	8.57	1.21
65-69	170.9	19.21	5.05	0.30
70-74	244.1	15.15	2.58	—
75-79	292.9	11.46	1.04	—

Table 2 Benefit and risk (person•year×10^{-5}) of stomach cancer mass screening for Japanese men by means of X-ray diagnosis. The benefit is calculated in the following two cases: true positive rates of the screening methods (f) are 100% for endoscopy and 90% for stomach radiograph. Dose equivalents of stomach radiograph are assumed to be 10, 5, 1 and 0.5 mSV. UN (12.6) and UN (8.6) mean UNSCEAR estimate of risk coefficients of 12.6 and 8.6×10^{-3} S_v^{-1} for stomach cancer, while ICRP represents 0.3×10^{-3} S_v^{-1}. SE (3.0) and SE (1.6) mean fatal accident rates of stomach endoscopy of 3.0 and 1.6×10^{-5}

Age	Benefit		RISK													
			ICRP				UN (12.6)				UN (8.6)				SE	
	f=1.0	f=0.9	10	5	1	0.5	10	5	1	0.5	10	5	1	0.5	(3.0)	(1.6)
15-19	9.32	8.39	18.4	9.20	1.84	0.92	430	215	43.0	21.5	307	154	30.7	15.4	1275	680
20-24	34.3	30.9	16.0	8.00	1.60	0.80	365	183	36.5	18.3	262	131	26.2	13.1	1174	626
25-29	108	97.2	13.6	6.80	1.36	0.68	300	150	30.0	15.0	215	108	21.5	10.8	1074	573
30-34	171	154	11.2	5.60	1.12	0.56	235	118	23.5	11.8	170	85.0	17.0	8.50	973	519
35-39	383	345	8.83	4.42	0.88	0.44	172	86.0	17.2	8.60	126	63.0	12.6	6.30	872	465
40-44	634	571	6.74	3.37	0.67	0.34	121	60.5	12.1	6.05	88.9	44.5	8.89	4.45	773	412
45-49	954	859	4.92	2.46	0.49	0.25	78.4	39.2	7.84	3.92	58.7	29.4	5.87	2.94	676	361
50-54	1408	1267	3.37	1.69	0.34	0.17	46.3	23.2	4.63	2.32	35.5	17.8	3.55	1.78	583	311
55-59	2073	1866	2.09	1.05	0.21	0.11	23.6	11.8	2.36	1.18	18.7	9.35	1.87	0.94	495	264
60-64	2352	2117	1.16	0.58	0.12	0.06	9.30	4.65	0.93	0.47	7.94	3.97	0.79	0.40	410	219
65-69	2552	2297	0.57	0.29	0.06	0.03	2.73	1.37	0.27	0.14	2.73	1.37	0.27	0.14	330	176
70-74	2663	2397	0.26	0.13	0.03	0.01	1.24	0.62	0.12	0.06	1.24	0.62	0.12	0.06	256	137
75-79	2356	2120	0.09	0.05	0.01	0.01	0.41	0.21	0.04	0.02	0.41	0.21	0.04	0.02	192	102

Table 3 Benefit and risk (person•year×10^{-5}) of stomach cancer mass screening for Japanese women by means of X-ray diagnosis. See Table 2 for further explanation

Age	Benefit		RISK													
			ICRP				UN (12.6)				UN (8.6)				SE	
	f=1.0	f=0.9	10	5	1	0.5	10	5	1	0.5	10	5	1	0.5	(3.0)	(1.6)
15-19	—	—	21.2	10.6	2.12	1.06	508	254	50.8	25.4	362	181	36.2	18.1	1394	744
20-24	44.9	40.4	18.8	9.40	1.88	0.94	441	221	44.1	22.1	315	158	31.5	15.8	1291	688
25-29	132	119	16.3	8.15	1.63	0.82	375	188	37.5	18.8	269	135	26.9	13.5	1188	634
30-34	247	222	13.9	6.95	1.39	0.70	308	154	30.8	15.4	222	111	22.2	11.1	1085	579
35-39	361	325	11.4	5.70	1.14	0.57	242	121	24.2	12.1	174	87.0	17.4	8.70	983	524
40-44	508	457	9.03	4.52	0.90	0.45	178	89.0	17.8	8.90	130	65.0	13.0	6.50	882	470
45-49	584	526	6.91	3.46	0.69	0.35	125	62.5	12.5	6.25	92.0	46.0	9.20	4.60	782	417
50-54	726	653	5.06	2.53	0.51	0.25	81.5	40.8	8.15	4.08	60.9	30.5	6.09	3.05	684	365
55-59	840	756	3.44	1.72	0.34	0.17	47.8	23.9	4.78	2.39	36.6	18.3	3.66	1.83	588	313
60-64	1069	962	2.07	1.04	0.21	0.10	23.3	11.7	2.33	1.17	18.5	9.25	1.85	0.93	494	263
65-69	1261	1135	1.10	0.55	0.11	0.06	8.59	4.30	0.86	0.43	7.37	3.69	0.74	0.37	403	215
70-74	1420	1278	0.52	0.26	0.05	0.03	2.45	1.23	0.25	0.12	2.45	1.23	0.25	0.12	318	170
75-79	1289	1160	0.21	0.11	0.02	0.01	0.99	0.50	0.10	0.05	0.99	0.50	0.10	0.05	241	128

はずっと高くなると予想されるので，比較のため上記の2倍，すなわちA_G：3.0×10^{-5}，$A_{G'}=90\times10^{-5}$についても検討した．f_Gについては議論のある所であるが，前報[2]と同じ0.2を採用した．

4. 結果と考察

定量的な数値としての結果をTable 2（男）とTable 3（女）について示し，そのうちの一部をFig. 1と2にプロットした．基本的には利益（B）が年齢とともに上昇するのに対し，リスク（S）はX線，内視鏡とも年齢とともに減少するパターンとなり，両者はある年齢で交叉することになる．Bは胃癌の罹患率が年齢とともに指数関数的に急上昇するためであり，Sは平均余命が年齢とともに減少するためである．X線被曝のリスク（S_X）の方が内視鏡のリスク（S_E）よりも年齢とともにより早く減少するのは放射線誘発発癌が15～30年の潜伏時間を有するためで，高年齢になるとS_Xは実質的に無視できるようになるためである．

Fig. 1と2を見ると，直ちにわかるように，S_Eの方がS_X（UN, ICRPなど）に比して，男・女とも全年齢にわたって高く，リスクが大きいことが明瞭である．$E_K=10mS_V$の時，バランスする年齢はf=0.9の曲線との交点を見ると，

UN（12.6）で男35歳，女35歳

UN（8.6）で男33歳，女32歳となり，

ICRPで同じ$10mS_V$の年齢と大きく異なることがわかった．理想的には線量当量を$1mS_V$にさげると年齢は低下する．現実に$5mS_V$程度は低減が可能であるので，40歳以上の集団に対してリスク利益分析から見て，現時点でのX線撮影は許容範囲と見

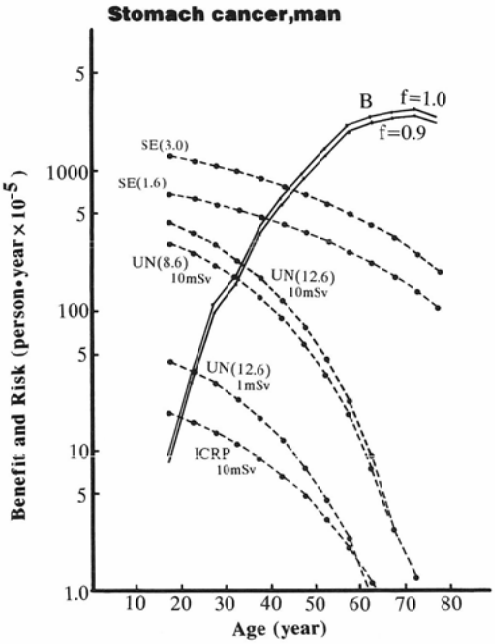

Fig. 1 Comparison between benefit and risk of the mass screening of stomach cancer for Japanese men by means of stomach radiograph. The benefit is represented by the net elongation of average life expectancy as a function of age. Two curves (solid lines) correspond to the cases that true positive rates (f) of screening test are 100% for endoscopy and 90% for stomach radiograph. While, the risk is represented by the net shortage of average life expectancy due to radiation carcinogenesis and due to fatal accident with stomach endoscopy. Two dashed curves noted as SE show the risk due to the endoscopy of fatal accidental rates of 3.0 and 1.6×10^{-5}. Dashed curves noted as UN and ICRP indicate the risk due to X-ray diagnosis of various risk coefficients and dose equivalents.

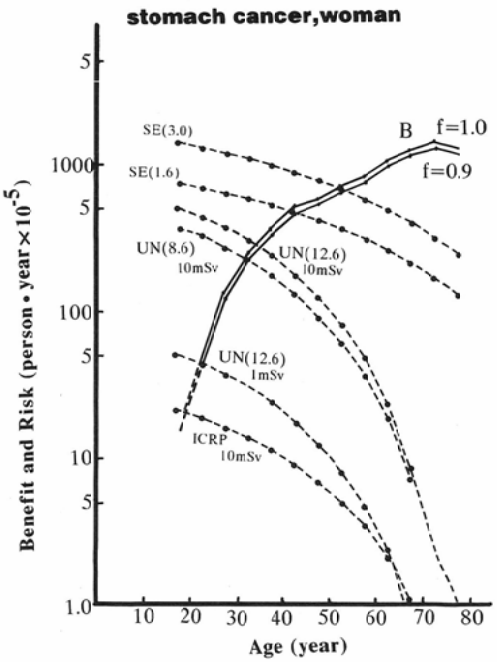

Fig. 2 Comparison between benefit and risk of the mass screening of stomach cancer for Japanese women by means of stomach radiograph. See Fig. 1 for further explanation.

てよいであろう．

一方，内視鏡の場合はf=1.0との交点を見ると，男で38～43歳，女で42～50歳であり，集検としては利用できない年齢となっている．

本報で行った分析の問題点はいくつかあるが，利益(B)側ではW(1)とWの値の妥当性である．これが変化すると，Bの見積りに直接影響をおよぼすので，専門家の合意にもとづく値を出して頂きたいものである．

また，W(1)はlead-time biasを含んでおり，そのためW(1)は本報の値よりも小さくなる筈である．胃癌におけるlead-timeがどの位であるかは正確にわかっていないので，これについても妥当な値を出してもらいたい．

一方，X線のリスク係数については国連科学委員会という世界的に公認された機関によって検討されたものであり，信頼できる値としてよいであろう．しかし胃内視鏡の事故発生率については信頼性はあまり高くないものと考えられる．本報で用いた値はアンケート調査によるものであるから低めに見積もられている可能性が高く，もし，内視鏡単独スクリーニングが行われたとしたら，毎年，数百万人に検査がなされることになり，事故率は本報で採用した数値よりもさらに上昇するであろう．

内視鏡のもう1つの問題点は費用である．本報では費用効果分析を行っていないが，直感的にも内視鏡のコストが相当に高いことが予想され，この点からも内視鏡によるスクリーニングは考えられない．

最後に，日本における胃癌の罹患率は確実に減少していることが知られており，それはリスク利益分析から見れば，バランス年齢が少しづつ上昇することを意味しており，X線被曝低減に一層の努力が必要となる．しかし，罹患率の低減は費用効果比にも大きな影響を与えることがわかっており，胃集検はその面からも重大な転機にさしかかるであろうことが予想されている[12]．

5. 結　論

胃集検におけるX線撮影と内視鏡を用いるスクリーニング検査のリスク利益分析を新しいデータにもとづいて再評価した．

(1) 現時点では内視鏡のリスクはX線撮影よりも大きく，内視鏡単独のスクリーニングは行い得ない．内視鏡に関しては費用も高くなる可能性がある．

(2) X線撮影のリスクは1988年の国連科学委員会の新しいリスク係数を用いて計算した．リスクと利益のバランスする年齢は男・女とも32～35歳となり，一応，40歳を下まわるが，X線量としては5mSv以下を目標として低減すべきである．

(3) 胃集検は罹患率が減少しつつある現状から，今後ともX線撮影の線量低減の努力を続けるとともに，費用効果比の面からも検討を進め，費用がある値を上まわる可能性がある場合には集検体制の縮小を考慮すべきである．

本研究の一部は大和証券ヘルス財団と厚生省がん研究助成金田村班の援助を受けた．厚く感謝する．

文　献

1) 飯沼　武，舘野之男，橋詰　雅，他：胃集検の利益と損失I．救命と危険，日本医放会誌，37：1109—1121, 1977
2) 飯沼　武，舘野之男：胃集検における利益と損失の再評価—とくに低線量X線診断と内視鏡を中心に，日消集検誌，66：5—13, 1985
3) 三木一正：胃集検の望ましい方法—内視鏡単独検査が高い精度，Medical Tribune 1989年5月4日号，p59
4) 飯沼　武，舘野之男：乳房撮影を用いる乳癌集団検診のリスク利益分析．日本医放会誌，1989．9月号掲載予定
5) 飯沼　武，舘野之男：胃集検の費用効果，日消集検誌，79：94—100, 1988
6) 飯沼　武，舘野之男，橋詰　雅：診断用放射線被曝における個人のリスクの定量的評価，日本医放会誌，40：476—484, 1980
7) がん研究振興財団編：がんの統計，1987, p30—31
8) 全国生命表，厚生の指標，34：20, 1987
9) United Nations Scientific Committee: Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation: Annex F Radiation Carcinogenesis in Man. 1988 Report, United Nations, New York
10) 竹本忠良：内視鏡検査に伴う偶発症．日経メディカル，pp40—46，1976年2月号
11) 並木正義：私信，1985
12) 飯沼　武，舘野之男：胃集検の将来予測—費用効果分析の立場から，日消集検誌，83：115—120, 1989