

乳癌検診(2年間隔)の年齢階級別費用便益と費用効果分析(2007)

放射線医学総合研究所名誉研究員 飯沼 武(医学物理士)

[要旨]日本人女性の乳癌罹患には40-50歳代にピークがあるという欧米とは異なる特徴がある。そのため、対策型の乳癌検診は対象とする年齢に上・下限を設ける必要があると考えられる。

本研究では日本人女性35-84歳の5歳階級別の費用便益分析と費用効果分析を行った。検診の効果は受診することによって生ずる余命の延長を獲得余命で表わし、費用はスクリーニング検査と治療費から検診を行わない場合の費用を差し引いたNetの検診費用を算出した。

結果は50-54歳代が最も良好で、10万人当り費用便益が6億2700万円の黒字、費用効果比は41.7万円/人年となった。第2位は45-49歳代であった。一方、80-84歳代では費用便益が1億円以上の赤字となり、費用効果比も450万円/人年となった。筆者の考えは受診年齢は35-74歳とすべきである。

[Key Words] Mammographic Screening, Cost-Benefit, Cost-Effectiveness, Age-Limit

[1]目的

筆者は2006年の大内班で、日本人女性40-84歳の全集団を対象に乳癌検診の費用便益と費用効果分析を行った¹⁾。しかし、乳癌は他の癌と異なり、40-50歳代の罹患率が高いという際立った特徴があり、年齢階級別に費用便益と費用効果を調べる必要があると考えられる。

そこで今回は前報に続いて、35-84歳女性の5歳年齢階級別の費用便益と費用効果分析を行ったので、その結果を報告する。本研究では2007年の最新の統計に基づく数値を使用する。

[2]方法と対象

35-84歳の女性に対し、2年間隔のマンモグラフィ併用検診を実施する場合の費用対効果を計算する。検診は長期間行なわれ、定常状態であるとする。検診群は35-84歳女性の5歳階級毎に10万人が2年間隔で受診しているとする。一方、対照は検診群と同一の10万人が検診を受診していない不介入群とする。ただし、40歳代はマンモグラフィ2方向撮影であるのに対し、50歳以上は1方向撮影であり、スクリーニング検査のコストに影響する。

検診の効果はまず、不介入群の乳癌死亡数を推定し、それに年齢階級別の救出余命を乗ずることによって損失余命を求める。救出余命は乳癌の場合、当該年齢の平均余命から5年を差し引いたものと仮定した。続いて、検診群の死亡数は筆者の2年間隔検診モデル²⁾より算出し、それに救出余命を乗ずることによって損失余命を求めた。最後に不介入群と検診群の損失余命の差を計算することにより、年齢階級別の獲得余命を得た。

続いて、獲得余命に人年あたりの経済的便益として200万円³⁾を乗ずることによって検診の便益を求め、さらに検診のNetの費用を試算し、便益から差し引くことにより費用便益を、費用を獲得人年で割ることにより費用効果比を円/人年で算出する。

平均余命は2006年の数値⁴⁾、乳癌罹患率は2001年の数値⁵⁾を用いる。

表1に年齢階級別の救出余命と乳癌罹患率を示す。乳癌の場合、救出余命は平均余命より5年短いと仮定した。

表1：乳癌年齢階級別罹患率(2001)と救出余命(2006)

年齢	救出余命	罹患率	年齢	救出余命	罹患率
30-34	49.45	17.9	35-39	44.57	42.7
40-44	39.73	84.0	45-49	34.95	133.7
50-54	30.25	130.0	55-59	25.64	109.2
60-64	21.12	111.3	65-69	16.69	106.5
70-74	12.45	100.2	75-79	8.50	99.6
80-84	4.96	80.4	85-		73.0

罹患率：(単位：人/10万人/年) 救出余命：平均余命から5年を差し引いた値

乳癌検診の成績とコストについては最新の情報から 40 歳代、50 歳代と 60 歳以上を分けて、以下のように仮定した 6)。また、35-39 歳は 40 歳代と同じ成績と仮定した。

乳癌検診の成績は次の通り。

- 1)スクリーニング検査感度:40 歳代と 50 歳以上では感度に差があることが宮城県の研究により明らかとなったので、35-49 歳:80%、50-59 歳:81% 60 歳以上:90%とした。
- 2)要精検率:40 歳代と 50 歳以上では、要精検率に差があることが判明したので、35-49 歳:7%、50 歳以上:5%とした。
- 3)精検受診率:90% 4)精密検査感度:95% 5)2 年間隔マンモ検診の蓄積係数:1.9
- 6)2 年間隔マンモ検診受診群致命率:35-49 歳:12%、50 歳以上:9.7%
- 7)不介入群致命率:25%

コストは次の通り。1)スクリーニング検査のコスト:35-49 歳は 2 方向撮影のため、5800 円、50 歳以上は 1 方向のため、4800 円とした。以下の項目については年齢に依存しないと仮定。2)精密検査のコスト:18000 円、3)検診発見治療者の治療費:144 万円 4)見逃し患者の治療費:279 万円 5)不介入患者の治療費:279 万円(見逃し患者と同じと仮定)6)獲得余命 1 人年当りの経済的な便益:200 万円/人年

計算式:上記の数値を使った計算式を以下に示す。

- 1)罹患数=年齢階級別受診人数(=10 万人) * 年齢階級別罹患率(1 年当り)
- 2)不介入群死亡数=罹患数 * 不介入群致命率
- 3)不介入群損失余命=不介入群死亡数 * 救出余命
- 4)検診群死亡数(1 年当り)
 - 4-1)検診発見治療群死亡数=罹患数 * 蓄積係数(2 年) * スクリーニング検査感度 * 精検受診率 * 精密検査感度 * 検診受診群致命率 / 検診間隔(2 年)
 - 4-2)検診見逃し群死亡数=罹患数 * 蓄積係数(2 年) * (1-スクリーニング検査感度 * 精検受診率 * 精密検査感度) * 不介入群致命率 / 検診間隔(2 年)
 - 4-3)中間期癌群死亡数=罹患数 * (2-蓄積係数(2 年)) * 不介入群致命率 / 検診間隔(2 年)
 - 4-4)検診群死亡数合計=上記の 4-1)から 4-3)の合計
 - 4-5)検診群死亡率=検診群死亡数合計(4-4) / 罹患数
- 5)相対リスク(RR)=検診群死亡数合計 / 不介入群死亡数
- 6)リスク差(RD)=不介入群死亡数 - 検診群死亡数合計
- 7)検診群損失余命=検診群死亡数合計 * 救出余命
- 8)獲得余命=不介入群損失余命 - 検診群損失余命
- 9)便益=獲得余命 * 余命 1 年当りの金額(200 万円/年)
- 10)受診者数(1 年当り)
 - 10-1)不介入群患者数=罹患数
 - 10-2)スクリーニング検査受診者数=10 万人(年齢別) / 検診間隔(2 年)
 - 10-3)精密検査受診者数=スクリーニング検査受診者数 * 要精検率 * 精検受診率
 - 10-4)検診発見治療者数=罹患数 * 蓄積係数(2 年) * スクリーニング検査感度 * 精密検査受診率 * 精密検査感度 / 検診間隔(2 年)
 - 10-5)検診受診見逃し者数=罹患数(1) - 検診発見治療者数(10-4)
- 11)検診のコスト(1 年当り)
 - 11-1)スクリーニング検査費用=スクリーニング検査コスト * スクリーニング検査受診者数
 - 11-2)精密検査費用=精密検査コスト * 精密検査受診者数
 - 11-3)検診発見治療群費用=検診発見治療者治療費 * 検診発見治療者数
 - 11-4)見逃し患者群治療費用=見逃し患者治療費 * 検診受診見逃し患者数

- 11-5) 検診の見かけの総費用=上記の(11-1)から(11-4)の合計
- 12) 不介入群の費用=不介入群患者数(=罹患数) * 不介入患者の治療費
- 13) Net の検診費用=検診の見かけの総費用(11-5)-不介入群の費用(12)
- 14) 費用効果比=Net の検診費用(13)/獲得余命(8) : (円/人年)
- 15) 費用便益=便益(9)-Net の検診費用(13) : (円)

[3] 結果

結果は 35-84 歳の 5 歳年齢階級別の効果(獲得余命)、検診の費用、費用便益分析と費用効果分析を示す。結果はすべて 1 年当りの値である。計算例として、35-39 歳のケースだけを示す。

[3.1] 35-39 歳：10 万人全員受診の検診群と同じ 10 万人の不介入群

[3.1.1] 獲得余命

罹患数：42.7 人 不介入群死亡数： $42.7 \times 0.25 = 10.7$ 人

不介入群損失余命： $10.7 \times 44.57 = 477$ 人年

検診群死亡数：

- 1) 検診発見治療群： $42.7 \times 1.9 \times 0.80 \times 0.9 \times 0.95 \times 0.12 \times 0.5 = 3.33$ 人
- 2) 検診見逃し群： $42.7 \times 1.9 \times (1 - 0.80 \times 0.9 \times 0.95) \times 0.25 \times 0.5 = 3.20$ 人
- 3) 中間期癌群： $42.7 \times 0.1 \times 0.25 \times 0.5 = 0.53$ 人
- 4) 検診群死亡数合計： $3.33 + 3.20 + 0.53 = 7.06$ 人
- 5) 検診群死亡率： $7.06 / 42.7 = 0.165$

相対リスク(RR) = $7.06 / 10.7 = 0.66$ リスク差(RD) = $10.7 - 7.06 = 3.6$ 人

検診群損失余命： $7.06 \times 44.57 = 315$ 人年

獲得余命： $477 - 315 = 162$ 人年 便益： 162×200 万円 = **3 億 2400 万円**

[3.1.2] 受診者数

不介入群の患者数：**42.7 人**

スクリーニング検査受診者数： 10 万人 $\times 0.5 = 5$ 万人 (2 年間隔のため)

精密検査受診者数： 5 万人 $\times 0.07 \times 0.9 = 3150$ 人

検診発見治療者数： $42.7 \times 1.9 \times 0.80 \times 0.9 \times 0.95 \times 0.5 = 27.7$ 人

検診受診見逃し数： $42.7 - 27.7 = 15.0$ 人

[3.1.3] コスト計算

スクリーニング検査： 5800 円 $\times 5$ 万人 = **2 億 9000 万円**

精密検査： 18000 円 $\times 3150$ 人 = **5670 万円**

検診発見治療群： 144 万円 $\times 27.7 = 3989$ 万円

見逃し群治療： 279 万円 $\times 15.0 = 4185$ 万円

検診の見かけの総費用： $29000 + 5670 + 3989 + 4185 = 4$ 億 **2844 万円**

不介入群の費用： 279 万円 $\times 42.7 = 1$ 億 **1913 万円**

Net の検診費用： $42844 - 11913 = 3$ 億 **931 万円**

費用効果比： 3 億 **931 万円** / 162 人年 = **191 万円/人年**

費用便益： $32400 - 30931 = 1469$ 万円

[3.2] 30-84 歳の 5 歳階級別の結果

下記の表 2 と表 3 に全年齢階級の計算結果をまとめて示す。

表 2 年齢階級別の検診群死亡率、相対リスクとリスク差

年齢 (歳)	不介入群 死亡数(人)	検診群 死亡数(人)	検診群死亡率	相対リスク	リスク差 (人)
35-39	10.7	7.06	0.166	0.66	3.6
40-44	21.0	13.9	0.166	0.66	7.1

45-49	33.4	22.1	0.166	0.66	11.3
50-54	32.5	19.4	0.149	0.60	13.1
55-59	27.3	16.3	0.149	0.60	11.0
60-64	27.8	15.4	0.138	0.55	12.4
65-69	26.6	14.7	0.138	0.55	11.9
70-74	25.1	13.9	0.138	0.55	11.2
75-79	24.9	13.3	0.138	0.55	11.1
80-84	20.1	11.1	0.138	0.55	9.0

表3 年齢階級別の獲得余命、費用便益と費用効果比

年齢	獲得余命	便益	Net 検診コスト	費用便益	費用効果比
35-39	162 人年	3 億 2400 万円	3 億 391 万円	1469 万円	191 万円/人年
40-44	282 人年	5 億 6400 万円	2 億 7299 万円	2 億 9101 万円	96.8 万円/人年
45-49	395 人年	7 億 9000 万円	2 億 2939 万円	5 億 6061 万円	58.2 万円/人年
50-54	396 人年	7 億 9200 万円	1 億 6508 万円	6 億 2692 万円	41.7 万円/人年
55-59	282 人年	5 億 6400 万円	1 億 8357 万円	3 億 8043 万円	65.1 万円/人年
60-64	262 人年	5 億 2400 万円	1 億 7061 万円	3 億 5339 万円	65.1 万円/人年
65-69	199 人年	3 億 9800 万円	1 億 7533 万円	2 億 2267 万円	88.1 万円/人年
70-74	139 人年	2 億 7800 万円	1 億 8168 万円	9832 万円	131 万円/人年
75-79	95.0 人年	1 億 9000 万円	1 億 2822 万円	778 万円	192 万円/人年
80-84	44.6 人年	8920 万円	2 億 111 万円	-1 億 1191 万円	451 万円/人年

[4] 考 察

最新の罹患率と平均余命を用いた2年間隔乳癌検診の年齢別費用便益と費用効果分析を35-84歳の日本人女性に対して実施した。

検診の効果を示す指標として、従来から広く使われている死亡減少を示す相対リスクとリスク差を表2に示した。検診群の死亡率は35-49歳が0.166、50-59歳が0.149、60-84歳が0.138と年齢とともに改善している。これは感度、致命率などの成績がよくなるためである。相対リスクも同じく、0.66、0.60及び0.55と改善しているが、同じ理由による。一方、リスク差は各年齢の罹患率に依存するため、年齢毎に異なっている。受診数は10万人と一定であるが、罹患率が異なるため、リスク差は50-54歳が最大で、45-74歳ではほとんど差がないという結果である。

一方、表3で筆者が提案した新しい指標である獲得余命を見てみると、最大値は50-54歳、第2位は45-49歳であり、最小は80-84歳であった。このパターンはリスク差のそれとは大きく異なり、日本人女性の乳癌罹患が45-54歳にピークがあるという特徴と対応している。これは欧米女性のそれとは異なっている点であり、注目される。

また、獲得余命を用いる費用効果比(円/人年)を見ると、最も良好な年齢は50-54歳であり、第二位は45-49歳である。これも獲得余命の傾向と一致している。特に、50歳代は費用効果比が42万円/人年と極めてよい数値を示す。この年代は罹患率が大きい上に、平均余命も長いことがこのような良好な費用効果を示したものと考えられる。

これに対応して、費用便益も若い年齢層は大幅な黒字であることが分かる。人年当りの利益を200万円と仮定したので、費用効果比が200万円を超えると、費用便益は赤字となる。表3では80-84歳で赤字になっている。

問題はどの程度の費用効果までを許容するかということであるが、当然、当該国の経済力に依存する。アメリカの文献によると、ほかの社会システムとの比較から5万米ドル/人年と言う数字が載っている⁷⁾。これは日本円に換算すれば、500万円/人年である。乳癌検診の場合、80-84

歳はこの数値に近くなるが、それ以外はいずれもこの値より低い。日本でいくらまで許容されるべきかについて、筆者は前述のように、200 万円/人年が一つの目安になるのではないかと考えている 3)。その意味では対策型検診としての乳癌検診の年齢の下限を 35 歳、上限を 74 歳とするのは妥当な線ではないだろうか？

本研究の問題点是用いた各種の数値の信頼性にある。今後もこれらの数値についてはより精度の高い値が得られた場合にはそれを代入して再評価を行う必要がある。

この研究から結論できることは、精度の高い乳癌検診を全国的にきちんと普及すれば、大きな救命効果を非常にリーズナブルなコストで行なうことが可能であるということである。これらのコストは他の社会システムの安全にかけているコストよりも相当に安いといえる。

[5]結 論

日本人女性の 35-84 歳に 2 年間隔マンモグラフィ併用検診を実施した場合の費用便益と費用効果を 5 歳階級別に計算した。検診の効果は平均余命を考慮した獲得余命(人年)で表わし、日本人女性の乳癌罹患が若い年齢に多いことに配慮した。獲得余命は 50-54 歳が最大で、受診者 10 万人当り 396 人年である。費用効果比も費用便益も 50-54 歳が最も良好であった。これは日本女性の乳癌罹患の特徴であるといえる。

また、費用効果比の観点から見ると、対策型検診としての年齢は下限が 35 歳、上限が 74 歳が妥当であると考えられる。この範囲であれば、費用効果はほかの社会システムと較べても、安価であると結論できる。今後は精度のよい検診を対象年齢の 50%以上に普及することにより、日本人女性の乳癌死亡減少が達成できると期待される。

文 献

- 1) 飯沼 武:2004 年の乳癌検診による獲得人年と便益(2 年間隔検診) 全日本人女性 40-84 歳を対象に.大内班資料 2006 年 6 月 6 日 KKR ホテル東京にて
- 2) 飯沼 武: 40-49 歳女性の 2 年間隔マンモグラフィ検診の有効性 . 日本乳癌検診学会誌 2004;13:47-57
- 3) 中西 準子著 環境リスク学 - 不安の海の羅針盤 日本評論社 2004 年 9 月 20 日発行
- 4) 2007 年「国民衛生の動向」 簡易生命表 p.414-415
- 5) がんの統計編集委員会:がんの統計 2007, p.74-75 (財)がん研究振興財団
- 6) 大貫幸二ほか:シミュレーション分析によるマンモグラフィ単独検診の救命効果と経済効率. 第 13 回日本乳癌学会シンポジウム 2005 年
- 7) TO Tengs, ME Adams, JS Pliskin, DG Safran, JE Siegel et al: Five-Hundred Lifesaving Interventions and Their Cost-Effectiveness. Risk Analysis. 1995;15:369-390