

## 磁気共鳴血管撮影による 未破裂脳動脈瘤検診の費用効用分析

飯沼 武<sup>1</sup>, 館野之男<sup>2</sup>, 古瀬和寛<sup>3</sup>

<sup>1</sup>埼玉工業大学工学部

<sup>2</sup>放射線医学総合研究所

<sup>3</sup>中津川市民病院

### はじめに

近年、磁気共鳴血管撮影 (MRA と略) が全く無侵襲で脳の血管を描出できる最新の画像診断法として急速に臨床現場に定着しつつある。この MRA をスクリーニング検査として一般の健康診断に適用し、未破裂脳動脈瘤 (UIA と略) を事前に検出し、くも膜下出血 (SAH と略) の発症を予防しようとする試みが脳ドックという形で普及しつつある。本研究は脳ドックにおける MRA を用いた UIA スクリーニングの費用対効果と費用対効用を求めようとする試みである。これによって UIA スクリーニングがどの位の有効性があり、どの程度のコストで可能であるかを前もって予想することができ、今後の脳ドックの方向に示唆を与えることができるものと考えられる。

### 費用効用分析のモデル

費用効用分析を行うに当たっては筆者らがすでに癌検診の費用効果分析に用いた数学モデル<sup>1)</sup>を基本とし、それを UIA 向けに手直した流れ図を作成した (Fig.1 参照)。

まず、UIA の中にはほっておけば破裂する可能性が高い UIA (rUIA と略) とほっておいても破裂しない UIA (nUIA と略) があるとする。ある一般の健康な集団 (P) の中には有病率 (D) で rUIA の患者 (患者数は  $P \cdot D$ ) がおり、nUIA を含む正常人 (非 UIA と略) が  $P(1-D)$  存在する。この集団 (P) に対し、MRA によるスクリーニング検査を行うという設定である。

検診の流れはスクリーニング検査で要精検となる群 ( $P \cdot r$ ) と精検不要群 ( $P(1-r)$ ) に振り分けられるが、精検不要群の中にはスクリーニング検査での見逃しがあり得るから SAH 発症がおこる。一方、要精検群にも精検をきちんと受診する群 ( $P \cdot r \cdot s$ ) と精検不受診群 ( $P \cdot r(1-s)$ ) とに分かれ、後者の中に rUIA が存在し、SAH 発症となり外来治療を受けることになる。

精検受診群は精密検査を受診して確定診断がなされ、要治療群と治療不要群とに分けられる。この精密検査の有病正診率 (感度) を  $f_D$ 、無病正診率 (特異度) を  $f'_D$  とすると、要治療群も真に治療を要する rUIA 群と本当はほっておいてもよい非 UIA 群に分けられる。この両者は検診群としての治療を受けるが、rUIA 群と非 UIA 群ではその救命率と治療費に差がある可能性があり、 $W(U)$ ,  $W'(U)$  および  $V(U)$ ,  $V'(U)$  と

キーワード MRA, unruptured intracranial aneurysms, cost-utility analysis, mass screening for brain diseases

Fig.1 (a)

脳検診における受診者の流れ  
(未破裂脳動脈瘤 (UIA) の場合)

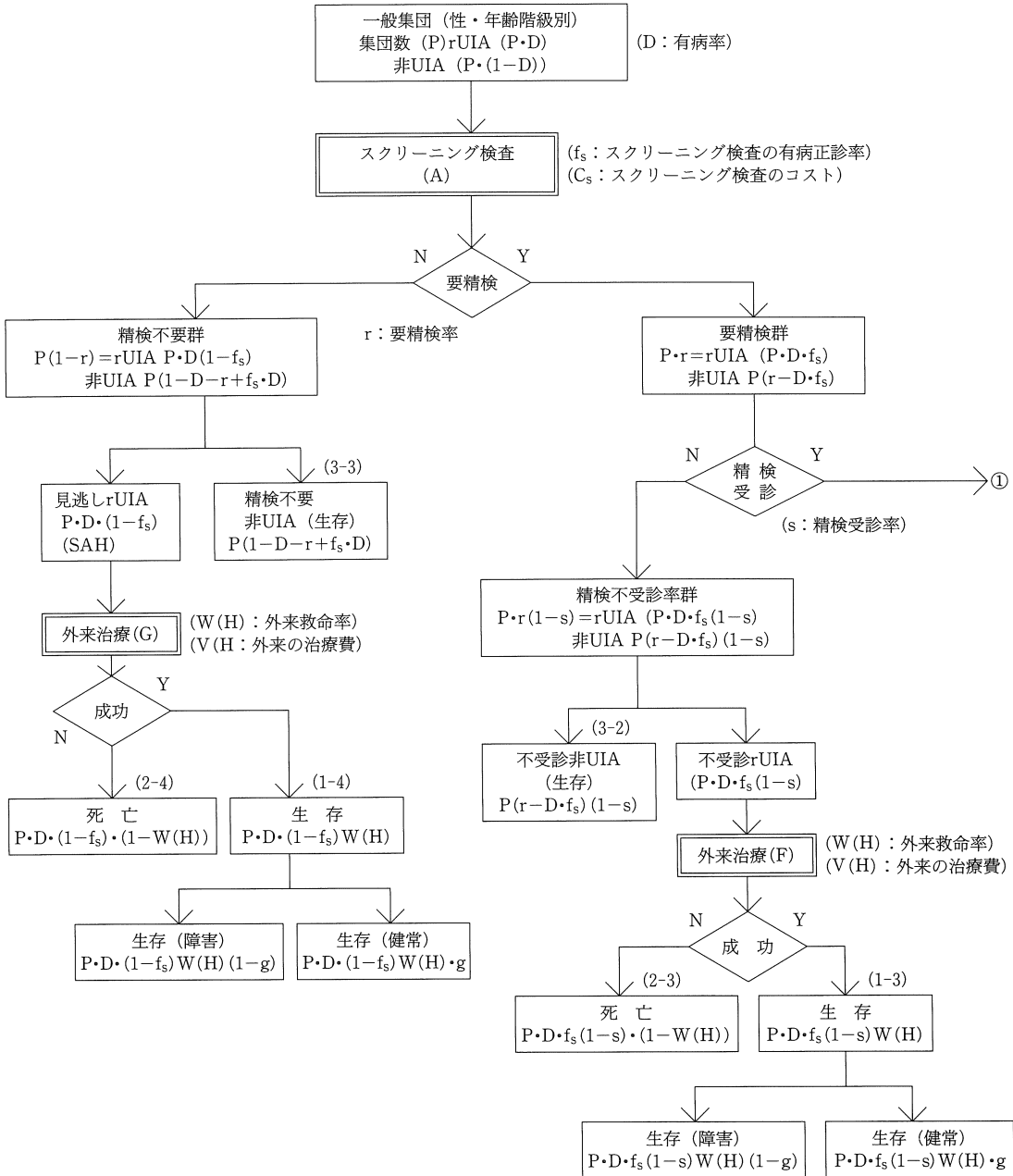
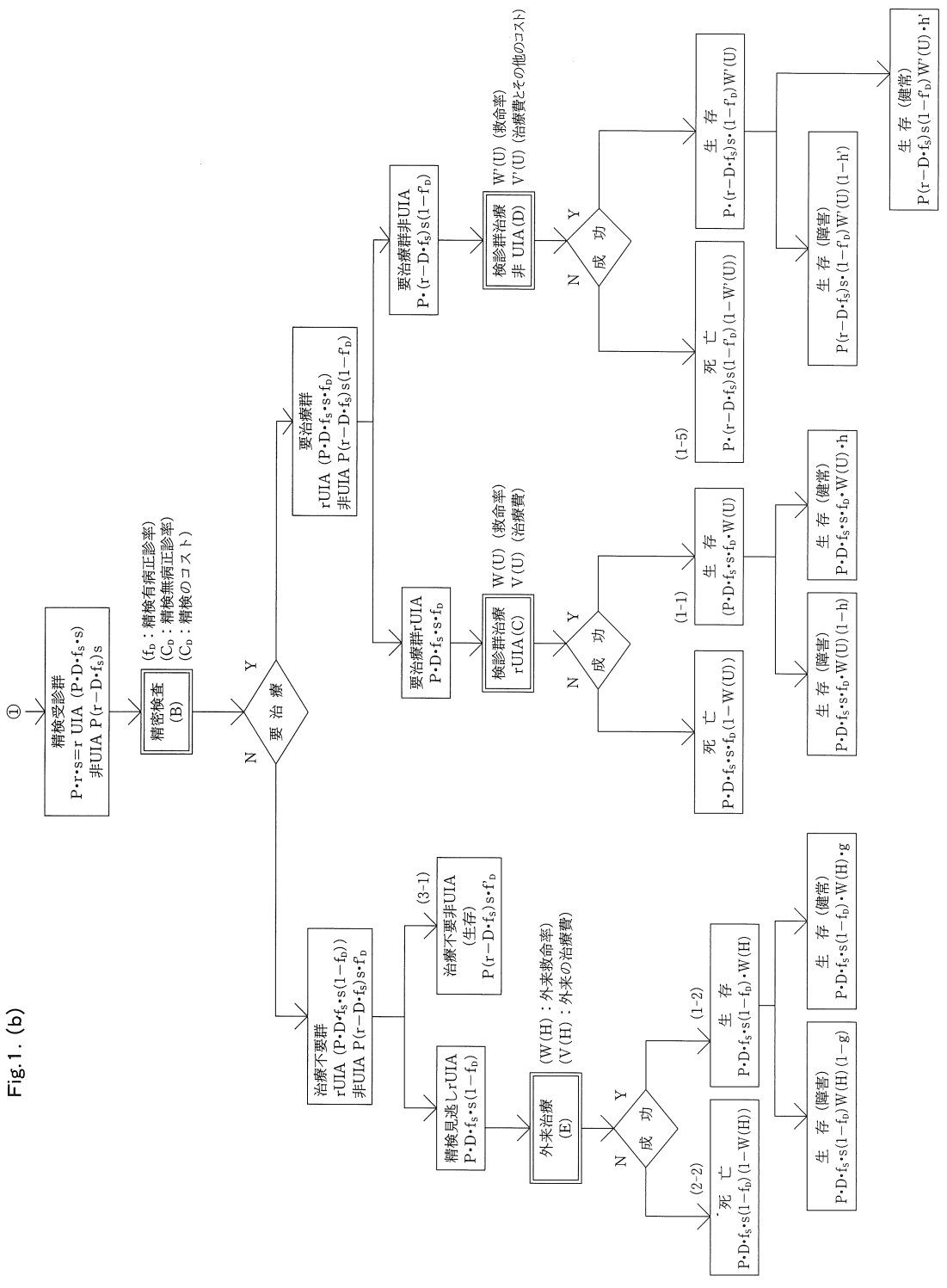


Fig. 1. (b)



した。とくに非 UIA 群はやらなくてもよい治療を行った可能性があるため、 $V'(U)$  は単なる治療費のみにはとどまらない。もし、非 UIA 群で死亡者がでた場合は負と効果として計算に入れる必要がある。

治療不要群の中には精検見逃し ( $1-f_D$ ) が含まれ、それらは SHA 発症となり外来治療を受診する。

以上の流れを括めると、次のようになる。まず、効果としての生存者の数は検診群と外来群を含めて Fig.1 の (1-1)、(1-2)、(1-3)、(1-4) と負の効果 (死亡数) となる (1-5) の合計である。

- (1-1)  $P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot W(U)$
- (1-2)  $P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot (1-f_D) \cdot W(H)$
- (1-3)  $P \cdot D \cdot f_s (1-s) \cdot W(H)$
- (1-4)  $P \cdot D \cdot (1-f_s) \cdot W(H)$
- (1-5)  $-P(r-D \cdot f_s)s(1-f'_D) \cdot (1-W'(U))$

$$\text{合計 } P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D (W(U) - W(H)) + P \cdot D \cdot W(H) - P(r-D \cdot f_s)s(1-f'_D)(1-W'(U)) \dots\dots\dots (1)$$

次にコストの面であるが、検査と治療の費用

は Fig.1 の (A)、(B)、(C)、(D)、(E) (F) および (G) で発生している。

- (A)  $P \cdot C_s$
- (B)  $P \cdot r \cdot s \cdot C_D$
- (C)  $P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot V(U)$
- (D)  $P(r-D \cdot f_s)s(1-f'_D) \cdot V'(U)$
- (E)  $P \cdot D \cdot f_s \cdot s(1-f_D) \cdot V(H)$
- (F)  $P \cdot D \cdot f_s(1-s) \cdot V(H)$
- (G)  $P \cdot D \cdot (1-s) \cdot V(H)$

---

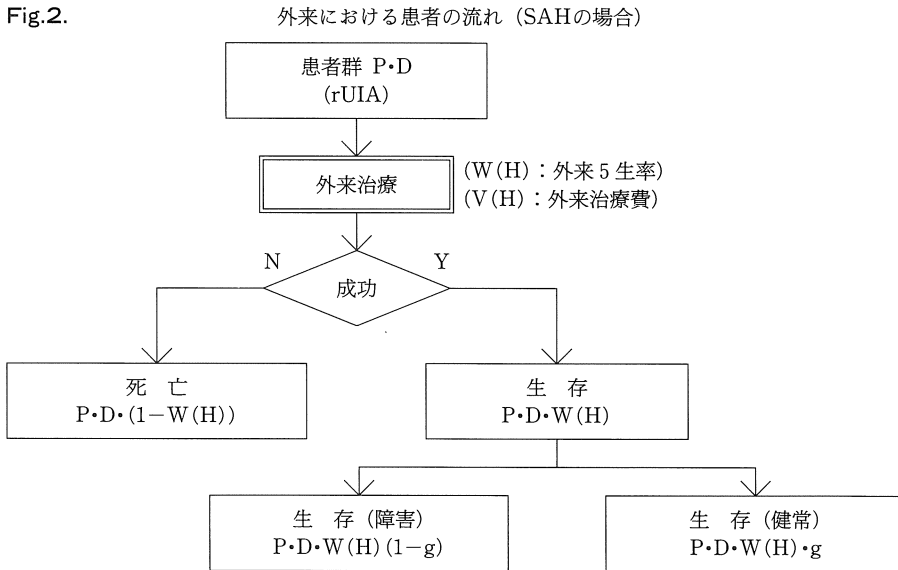

$$\text{合計 } P \cdot C_s + P \cdot r \cdot s \cdot C_D + P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D (V(U) - V(H)) + P \cdot D \cdot V(H) + P(r-D \cdot f_s)s(1-f'_D)V'(U) \dots\dots\dots (2)$$

次に UIA の検診を行わずに、SAH 発症後の外来治療における患者の流れは Fig.2 のようになる。その際の外来治療の質とコストは Fig.1 のものと全く同一と仮定している。

この場合の生存者数とコストは以下のようになる。

- 生存者数： $P \cdot D \cdot W(H) \dots\dots\dots (3)$
- コスト： $P \cdot D \cdot V(H) \dots\dots\dots (4)$

Fig.2.



従って UIA の検診を行うことによって生ずる効果 (net の救命数) とコストは (1) 式から (3) 式, (2) 式から (4) 式を差し引くことによって求められる。

$$\text{効果 (N)} = P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot (W(U) - W(H)) - P(r - D \cdot f_s) s \cdot (1 - f_D) \cdot (1 - W'(U)) \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{コスト (Y)} = P \cdot C_s + P \cdot r \cdot s \cdot C_D + P \cdot D \cdot f_s \cdot s \cdot f_D \cdot (V(U) - V(H)) + P(r - D \cdot f_s) s (1 - f_D) \cdot V'(U) \dots\dots\dots (6)$$

ここで (5) 式と (6) 式の記号を説明する。

- P : 受診者集団の総数 (10<sup>5</sup>人とする)
- D : P の中で破裂する可能性の高い UIA (rUIA) の患者の割合 (有病率)
- f<sub>s</sub> : スクリーニング検査の有病正診率 (感度)
- r : 要精検率
- s : 第 2 次精密検査の受診率
- f<sub>D</sub> : 第 2 次精密検査の有病正診率 (感度)
- f'<sub>D</sub> : 第 2 次精密検査の無病正診率 (特異度)
- W(U) : 検診群 (rUIA) の救命率
- W'(U) : 検診群 (非 UIA) の救命率
- W(H) : 外来群の (SAH 発症) 救命率
- C<sub>s</sub> : スクリーニング検査のコスト
- C<sub>D</sub> : 第 2 次精密検査のコスト
- V(U) : 検診群 (rUIA) の平均治療費
- V'(U) : 検診群 (非 UIA) の平均治療費
- V(H) : 外来群 (SAH 発症) の平均治療費

一方, UIA 検診の場合は第 2 次精密検査で X 線血管撮影という比較的侵襲性の大きい方法が用いられるため, そのリスクを考慮する必要がある。この検査は精密検査を受診する全員が対象となるため, リスクは次のように表される。

$$\text{リスク (R)} = P \cdot r \cdot s \cdot (A_x + q_x \cdot A'_x) \dots\dots\dots (7)$$

- A<sub>x</sub> : X 線血管撮影の死亡事故の割合
- A'<sub>x</sub> : X 線血管撮影の障害事故の割合
- q<sub>x</sub> : X 線血管撮影による障害の死亡への換算係数

従って最終的に求める費用効果比 (Z) は

(5), (6) および (7) 式より次のようになる。

$$Z = \frac{Y}{N - R} \dots\dots\dots (8)$$

数学モデルに代入するための数値の推定

筆者らは前節の変数に代入するための数値を求めるため日本磁気共鳴医学会 MRA スクリーニング検討委員会のメンバーに対しアンケート調査を行った。Table 1 に委員の氏名・所属を示す。

Table 1. Member List of Committee on MRA Screening for Brain Diseases

日本磁気共鳴医学会・頭部MRAスクリーニング検討委員会のメンバー

古瀬和寛	(中津川市民病院・委員長)
飯沼 武	(埼玉工業大学)
遠藤真広	(放射線医学総合研究所)
大内敏宏	(亀田総合病院放射線科)
志賀逸夫	(慶応大学医学部放射線診断科)
高橋睦正	(熊本大学医学部放射線科)
能勢忠男	(筑波大学臨床医学系脳神経外科)
馬淵順久	(蘇生会総合病院放射線科)
宮坂和男	(北海道大学医学部放射線科)
朝倉哲彦	(鹿児島大学医学部脳神経外科)
端 和夫	(札幌医科大学脳神経外科)
吉本高志	(東北大学医学部脳神経外科)

アンケートは上記の委員のうち医学物理士である遠藤と飯沼を除く 10 名に送付し, 10 名全員から回答を得た。

1. アンケート調査による数値の設定

アンケートは 10 名の専門家に対して行ったが以下に項目毎の平均値, 最大値と最小値のみを示す。尚, 解答率は 10 名の委員で 100%であった。

a) 破裂する可能性の高い未破裂脳動脈 (rUIA) の有病率 (D)

- 平均値 : 男 1700 × 10<sup>-5</sup>人 女 2000 × 10<sup>-5</sup>人
- 最高値 : 男 6000 × 10<sup>-5</sup>人 女 8000 × 10<sup>-5</sup>人
- 最小値 : 男・女 20 × 10<sup>-5</sup>人

- b) MR angiography の有病正診率 (感度) ( $f_s$ )  
 平均値：69% 最高値：85% 最小値：50%
- c) 要精検率 ( $r$ )  
 平均値：11% 最高値：30% 最小値：2%
- d) 第2次精密検査の受診率 ( $s$ )  
 平均値：83% 最高値：95% 最小値：70%
- e) 第2次精密検査の有病正診率 ( $f_D$ )  
 平均値：95% 最高値：100% 最小値 90%
- f) 検診発見群の救命率 ( $W(U)$ )  
 平均値：91% 最高値：99% 最小値：70%
- g) X線血管撮影のリスク
  - g-1) 死亡事故 ( $A_x$ )  
 平均値： $7.5 \times 10^{-5}$ 人 最高値： $20 \times 10^{-5}$ 人  
 最小値： $1 \times 10^{-5}$ 人
  - g-2) 障害事故 ( $A'_x$ )  
 平均値： $190 \times 10^{-5}$ 人 最高値： $1000 \times 10^{-5}$ 人  
 最小値： $10 \times 10^{-5}$ 人
- h) スクリーニング検査のコスト ( $C_s$ )  
 平均値：7.3万円 最高値：15万円  
 最小値：4万円
- i) 第2次精密検査のコスト ( $C_D$ )  
 平均値：17万円 最高値：35万円  
 最小値：10万円
- j) 検診群と外来群の治療費の差 ( $V(U) - V(H)$ )  
 平均値：180万円 最高値：500万円  
 最小値：30万円

ただし、一人だけ1310万円の解答があったがこれは平均値の計算から除外した。

一方、外来群はくも膜下出血 (SAH) 発症群と考えられるが、その予後については正確にわかっているなのでその値を用いる<sup>2),3)</sup>。SAH 発症群治療後の患者の状態は平均的に以下ようになる。

状態	$W_k$	$q_k$
生存・健常	27.5%	1.0
生存・痴呆 (軽)	15.8	0.7
生存・痴呆 (重)	9.9	0.2
植物状態	1.3	-0.2
死亡	45.5	0

すなわち、外来群の救命率は全体として54.5% ( $W(H) = 54.5\%$ ) であるが、表のように生存者の中にも様々な状態が存在するので、その生存の質を表す係数 ( $q_k$ ) を用いて荷重計算を行う。

$q_k$ としては生存・健常を1.0、死亡を0とし、さらに植物状態は死亡より悪いと考え、-0.2とおいた。

従って荷重計算後の外来群の救命率を  $Q(H)$  とすると、次のようになる。

$$Q(H) = 0.275 \times 1.0 + 0.158 \times 0.7 + 0.099 \times 0.2 + 0.013 \times -0.2 + 0.455 \times 0 = 0.403$$

同様に検診群についても以下のように仮定した。

状態	$W_k$	$q_k$
生存・健常	87.0%	1.0
生存・障害	4.0	0.7
死亡	9.0	0

すなわち、検診群の救命率を91% (平均) ( $W(U) = 91\%$ ) とした場合、生存・健常を87%、軽い障害をもつ生存を4%とした。従って荷重計算後の検診群の救命率を  $Q(U)$  とすると次のようになる。

$$Q(U) = 0.87 \times 1.0 + 0.04 \times 0.7 + 0.09 \times 0 = 0.898$$

最後に (5) (6)、および (7) 式で必要となる  $f_D$ 、 $W'(U)$ 、 $V'(U)$  および  $q_x$  についてはアンケート調査をしていないが、次のように仮定してみた。

$f_D$ は95%とした。すなわち、5%は治療を要しない動脈瘤を治療することになる。

$W'(U)$  は  $W(U)$  と同じ91%、 $Q'(U)$  も  $Q(U)$  と同じ89.8%とした。

$V'(U)$  については治療を要しない人を治療することになるので治療費だけでなく、その何倍かをとるべきであろう。ここでは治療費を  $10^6$ 円としその5倍の  $5 \times 10^6$ 円とした。

$q_x$ は0.2とした。

以上のアンケート調査の平均値にもとづいて全ての数値を推定したので以下に括めて示す。

$$f_s = 0.69, \quad r = 0.11, \quad s = 0.83, \\ f_D = 0.95, \quad W(U) = 0.91, \quad W'(U) = 0.91,$$

$Q(U) = 0.898, \quad Q'(U) = 0.898,$   
 $W(H) = 0.545, \quad Q(H) = 0.403,$   
 $C_s = 73,000 \text{ 円}, \quad C_D = 170,000 \text{ 円},$   
 $V(U) - V(H) = 180 \text{ 万円}, \quad V'(U) = 500 \text{ 万円},$   
 $A_x = 7.5 \times 10^{-5} \text{ 人}, \quad A'_x = 190 \times 10^{-5} \text{ 人},$   
 $q_x = 0.2$

(7') 式より以下で表される。

$$Z' = \frac{Y}{N' - R} \dots\dots\dots (8')$$

費用効用分析の結果

2. 計算式への代入

以上で全てのパラメータを推定したので (5), (6) および (7) 式に代入して計算式を導出する。救命率  $W(U)$ ,  $W(H)$  および  $W'(U)$  を用いる場合, 効果 (N) は以下で示される。

$$\begin{aligned}
 N &= P \cdot D \times 0.69 \times 0.83 \times 0.95 \times (0.91 - 0.545) \\
 &\quad - P(0.11 - D \times 0.69) \times 0.83 \times (1 - 0.95) \\
 &\quad \times (1 - 0.91) \\
 &= P \cdot D \times 0.202 - P \times 4.07 \times 10^{-4} \dots\dots\dots (5')
 \end{aligned}$$

質を考慮した救命率  $Q(U)$ ,  $Q(H)$  および  $Q'(U)$  を用いる場合, 効用 ( $N'$ ) は以下で示される。

$$\begin{aligned}
 N' &= P \cdot D \times 0.69 \times 0.83 \times 0.95 \times (0.898 - 0.403) \\
 &\quad - P(0.11 - D \times 0.69) \times 0.83 \times (1 - 0.95) \\
 &\quad \times (1 - 0.898) \\
 &= P \cdot D \times 0.272 - P \times 4.65 \times 10^{-4} \dots\dots\dots (5'')
 \end{aligned}$$

次にコスト (Y) は以下のようにになる。

$$\begin{aligned}
 Y &= P \cdot \{73,000 + 0.11 \times 0.83 \times 170,000 + D \\
 &\quad \times 0.69 \times 0.83 \times 0.95 \times (-1.8 \times 10^6) + (0.11 \\
 &\quad - D \times 0.69) \times 0.83 \times (1 - 0.95) \times 5 \times 10^6\} \\
 &= P(111,350 - D \times 1.12 \times 10^6) \dots\dots\dots (6')
 \end{aligned}$$

最後に (7) 式のリスクは次のようになる。

$$\begin{aligned}
 R &= P \times 0.11 \times 0.83 \times (7.5 \times 10^{-5} + 0.2 \times 190 \\
 &\quad \times 10^{-5}) = P \times 4.15 \times 10^{-5} \dots\dots\dots (7')
 \end{aligned}$$

費用効果比 (Z) は (5'), (6') および (7') 式より次のようになる。

$$Z = \frac{Y}{N - R} \dots\dots\dots (8)$$

また費用効用比 ( $Z'$ ) は (5'') (6') および

前節でアンケート調査の平均値より効果 (N), 費用 (Y) およびリスク (R) を算出する式を導出したので, 実際の費用効用比を求めてみよう。

まず P として  $10^5$  人, D としてアンケート調査の平均値である男  $1700 \times 10^{-5}$ , 女  $2000 \times 10^{-5}$  を代入する。

(5') 式より効果 (N) は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 \text{(男)}: N &= 10^5 \times 1700 \times 10^{-5} \times 0.202 - 10^5 \\
 &\quad \times 4.07 \times 10^{-4} = 343 - 40.7 = 302 \text{ 人}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(女)}: N &= 10^5 \times 2000 \times 10^{-5} \times 0.202 - 10^5 \\
 &\quad \times 4.07 \times 10^{-4} = 404 - 40.7 = 363 \text{ 人}
 \end{aligned}$$

生存の質を考慮した効用 ( $N'$ ) は (5'') 式より

$$\begin{aligned}
 \text{(男)}: N' &= 10^5 \times 1700 \times 10^{-5} \times 0.272 - 10^5 \\
 &\quad \times 4.65 \times 10^{-4} = 462 - 47 = 415 \text{ 人}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(女)}: N' &= 10^5 \times 2000 \times 10^{-5} \times 0.272 - 10^5 \\
 &\quad \times 4.65 \times 10^{-4} = 544 - 47 = 497 \text{ 人}
 \end{aligned}$$

費用 (Y) は (6') 式より以下のようにになる。

$$\begin{aligned}
 \text{(男)}: Y &= 10^5 \times (111,350 - 1700 \times 10^{-5} \\
 &\quad \times 1.12 \times 10^6)
 \end{aligned}$$

$$= 92,310 \times 10^5 \text{ 円 (92 億 3100 万円)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(女)}: Y &= 10^5 \times (111,350 - 2000 \times 10^{-5} \\
 &\quad \times 1.12 \times 10^6)
 \end{aligned}$$

$$= 88,950 \times 10^5 \text{ 円 (88 億 9500 万円)}$$

リスク (R) は (7') 式より

$$\text{(男・女)}: R = 10^5 \times 4.15 \times 10^{-5} = 4.15 \text{ 人}$$

最終的な費用効果比 (Z) と費用効用比 ( $Z'$ ) は (8) と (8') 式より以下のように計算される。

救命のみによる効果 (N) に対しては

$$\begin{aligned}
 \text{(男)}: Z &= \frac{92,310 \times 10^5}{302 - 4} = 310 \times 10^5 \text{ 円/人}
 \end{aligned}$$

$$(3100 \text{ 万円/人})$$

$$\begin{aligned}
 \text{(女)}: Z &= \frac{88,950 \times 10^5}{363 - 4} = 250 \times 10^5 \text{ 円/人}
 \end{aligned}$$

$$(2500 \text{ 万円/人})$$

質を考慮した効用(N') に対しては

$$\text{(男)} : Z' = \frac{92,310 \times 10^5}{415 - 4} = 220 \times 10^5 \text{円/人}$$

(2200 万円/人)

$$\text{(女)} : Z' = \frac{88,950 \times 10^5}{497 - 4} = 180 \times 10^5 \text{円/人}$$

(1800 万円/人)

## 考 察

脳ドックにおいて健康な一般成人に対し、未破裂動脈瘤のスクリーニングを MR 血管撮影を用いて行う場合の効果(用)、費用、リスクおよび費用効果(用)比について検討した。

未破裂脳動脈瘤の検診については藤田により詳しい検討がなされているが<sup>4)</sup>、筆者らは癌検診の数学モデルを修正したものをを用いて計算を行って見た。癌検診のモデルとの大きな差は精密検査受診後の要治療群においても治療を要しない非 UIA が含まれることを考慮した点にある (Fig. 1(b) 参照)。このことは脳ドックでは無視できないと考えたからである。

まず、費用効用分析を行うためのモデルとして Fig.1. に示したような枝別れからなる流れ図を作成した。ここで最も重大な仮定は集団 P の中に P・D の破裂の可能性の高い動脈瘤をもつ集団がいるということである。実はこの D が正確にわかっていない所に問題がある。次にモデルでの問題点は外来治療 (E), (F) および (G) のコストと救命率は同一としたことであるが、これは大きな間違いではないと考えられる。ただし放置しておいても破裂しなかったであろう nUIA を含む要治療群 (非 UIA) の治療 (D) は治療費の他に別のコストも加えなければならぬと思われる。

次にこのモデルに代入すべき各種の数値については日本磁気共鳴医学会の MRA スクリーニング検討委員会の委員 10 名に行ったアンケート調査をもとにその平均値、最大値、最小値を求めた。10 名の専門家の調査項目で不一致の程度

が大きいものは a) rUIA の有病率 (D), b) MR angiography の有病正診率 ( $f_s$ ), c) 要精密検査率 (r), g) X 線血管撮影のリスク, h) スクリーニング検査のコスト ( $C_s$ ), i) 精密検査のコスト ( $C_p$ ) および j) 検診群と外来群の治療費の差などである。このうち、コストについてはいずれ適切な所に落ちつくことが予想されるので差は縮まってくるであろう。 $f_s$  や r については今後の実証的な研究に待たざるを得ないし、時間がかかるであろう。最大のポイントは rUIA の有病率 (D) であって今後の follow-up を含めた大規模な調査が必要である。これに関しては Mayo Clinic の Wiebers によると International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms をスタートさせたとのことでその成果が期待される。我国でも端 (札幌医大) らによる共同調査が計画されている。

本研究ではアンケート調査の平均値にもとづいた効果(用)、費用および費用効果(用)比を算出して見た。効果としては単なる救命率 (W) を用いた場合、効用としては質を考慮した救命率 (Q) を用いた場合の両者を算出したが、後者の方が効果が大きく、従って費用効果(用)比も後者の方がよくなることになる。

実際、費用効果(用)比は前者 (Z) が 2500 万円～3100 万円/人、後者 (Z') が 1800 万円～2200 万円/人となり、もしこの値が信頼性が高いものであれば、検診として成立し得る値であると言える。ただし、注目される点はこの計算によると約 10% の治療しなくてもよい非 UIA 群の治療がおこなわれる可能性があることである。これがどの位だったら許容できるかについても議論が必要であろう。

問題は各数値の変動幅が大きく、まだ費用効用比として十分に精度が高くないことである。例えば、最良の場合として、 $f_s=85\%$ ,  $r=2\%$ ,  $C_s=40,000$  円とし、その他の数値は平均値と同じとすると、Z は 390 万円～570 万円/人、Z' は 290 万円～420 万円/人と安くなる。一方、最悪のケースとして、 $f_s=50\%$ ,  $r=30\%$ ,  $C_s=150,$



000円とすると、Zは9400万円～1億2400万円/人と高くなる。その差は40倍におよび、データの信頼性はまだ十分でない。

今後の戦略として複数ヶ所の精度の高い脳ドック施設において前述の数値を求める研究を続けて、その新しい数値をもとに費用効用分析の再評価を行っていくことが必要である。とくにどの位の頻度で検診を行うべきかについてはトータルコストとの関係があり、自然史の研究の成果が待たれる所である。

一方、注意しなければならないことはスクリーニング検査として利用されているMR血管撮影法の技術的進歩が急速に進んでいることであり、それによって検査の有病正診率や要精検率が直接影響を受ける。この点に関しても十分に計画された研究を行って信頼性の高いデータを得る必要がある。

最終的には未破裂脳動脈瘤の検診がどのような方法によって、どのようなコストで行われれば妥当なものと言えるかについて何らかの結論を出すのが本研究の目的である。

## 結 論

脳ドックで行われている未破裂脳動脈瘤の検診の費用対効用について検討した。

費用効用を算出するための決定論的モデルを作成し、それに必要な数値を専門家10名のアンケート調査により推定した。

アンケート調査の平均値を用いて費用効用分析を行った所、救命1人当りのコストが2000万円程度となり、検診としてはほぼ妥当な値となっ

ている。しかし、アンケート調査の中での最高値を用いると、コストは約10倍となり、費用効用面から引き合わない可能性が大きい。いずれにしても各変数の値に不確定要素が大きく、今後この数値の精度を高めるため、複数の脳ドックにおける実証的な研究が不可欠である。

とくに未破裂脳動脈瘤の自然史に関する長期的な追跡研究が本検診の有効性を知る上で最も重要である。

## 謝 辞

本研究は日本磁気共鳴医学会 MRA スクリーニング検討委員会 (委員長 古瀬和寛) のもとで行った。アンケート調査に協力された委員の各先生に厚く感謝する。

また、本研究の一部は厚生科学研究費「磁気共鳴血管撮影による脳血管疾患スクリーニングの評価」(主任研究者 古瀬和寛) より援助を頂いた。ここに感謝する。

## 文 献

- 1) 飯沼 武, 館野之男: 癌集団検診評価のための数学モデルの一試案. 癌の臨床, 36: 2427-2433, 1990.
- 2) 山浦 晶: くも膜下出血, New Lecture 1, P.127-139, 篠原出版, 東京, 1991.
- 3) Rosenorn J, Eskesen V, Schmidt K et al.: The risk of rebleeding from ruptured intracranial aneurysms. J. Neurosurg. 67: 329-332, 1987.
- 4) 藤田稠清: 未破裂脳動脈瘤とその管理. にゅーろん社, 東京, 1992.

## Estimation of Cost Performance for Mass Screening of Unruptured Intracranial Aneurysms Using MR Angiography

Takeshi IINUMA<sup>1</sup>, Yukio TATENO<sup>2</sup>, Masahiro FURUSE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Engineering, Saitama Institute of Technology  
Okabe-machi, Ohsato-gun, Saitama-ken, 369-02*

<sup>2</sup>*National Institute of Radiological Sciences*

<sup>3</sup>*Nakatsugawa City Hospital*

The magnetic resonance angiography (MRA) is a novel non-invasive method for visualizing blood vessels throughout the human body. In Japan MRA is widely employed for the screening method of unruptured intracranial aneurysm in order to prevent the onset of subarachnoid hemorrhage. However, the MRA is such a new methodology that clinical efficacy and effectiveness are not yet established. In this paper we present a preliminary result on the analysis for cost-utility of MRA screening for the suspected intracranial aneurysms. A simple deterministic model is constructed simulating a flow of population starting from the MRA screening until the final outcome as quality adjusted life and evaluating the cost of various diagnostic and therapeutic interventions. In order to estimate the numerical values for various parameters used in the model 10 specialists who belong to Japanese Association of Magnetic Resonance in Medicine were asked to answer the questionnaire about sensitivity and specificity of the screening method and costs of the screening and detailed examinations etc. The average value of answers by the 10 specialists are utilized for the final cost-utility analysis.

We have obtained about  $20 \times 10^5$  yen/quality adjusted life for adult male and female as the best estimate. This value is favorably compared with the cost effectiveness ratio of stomach cancer screening in Japan. However number of incidence of rupturable aneurysms is not known accurately which may have a profound effect on the cost-utility analysis. Thus it should be stressed that long-term follow-up study is needed to clarify the relationship between MRA findings and rate of rupturable intracranial aneurysms.