

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再分析

飯沼 武¹, 舘野之男², 古瀬和寛³

¹埼玉工業大学 ²放射線医学総合研究所

³中津川市民病院

はじめに

筆者らは前報¹⁾において磁気共鳴血管撮影(MRA と略)による未破裂脳動脈瘤(UIA と略)の検診に関する費用効用分析を発表した。今回は第2報として前報以後の新しいデータを用いて、再度、費用効用分析を行ったので報告する。

方 法

1. 費用効用分析のモデル

これについては前報¹⁾で述べた筆者らの数学モデルをそのまま利用した。効用は治療後の生存の質を考慮した救命率で表し、費用はスクリーニング検査、精密検査や治療などの直接コストのみを扱い、費用を効用で除して費用効用比を求めた。ただし、効用、費用とも検診を行ったときの見かけの値から検診を実施しなかったときの値を差し引いた net の値を用いている。

ここでは前報で述べた理論式を示す。このモデルは癌検診の費用効果分析に用いているものを拡張した。その前提条件は、ある年齢階級の大集団が n 年間隔で検診を全員漏れなく受診している場合を想定する。その際、1年当たり得られる検診の効用としての救命数(N:人)、必要とする費用(Y:円)および費用を

効用で割ることによって求められる費用効用比(Y/N:円/人)は、以下の式で表される。

1) 効用 (N)

$$N = P/n[\alpha(n)DFsSFd(Q(U) - Q(H)) - (R - \alpha(n)DFs)S(1 - F'd)(1 - Q'(U))] \dots\dots\dots (1)$$

記号の説明

P: 受診者集団の総数, n: 検診間隔 (年), $\alpha(n)$: 蓄積係数, D: 発症率, Fs: スクリーニング検査の有病正診率, R: 要精検率, S: 精密検査受診率, Fd: 第2次精密検査の有病正診率, F'd: 第2次精密検査の無病正診率, Q(U): 検診群(rUIA)の調整救命率, Q'(U): 検診群(nUIA)の調整救命率, Q(H): 外来群(SAH発症)の調整救命率

癌検診との違いは検診群を破裂する群(rUIA)とほうっておいても破裂しない群(nUIA)に分け、nUIA群を誤って治療する可能性も考慮している点である。(1)式の第2項はそれを表しており、負の効用となっている。

2) 費用 (Y)

$$Y = P/n[C_s + RSC_d + \alpha(n)DFsSFd(V(U) - V(H)) + (R - \alpha(n)DFs)S(1 - F'd)V'(U)] \dots\dots\dots (2)$$

キーワード MR angiography, unruptured intracranial aneurysms, cost-utility analysis, mass screening

記号の説明

Cs:スクリーニング検査のコスト, Cd:第2次精密検査のコスト, (V(U)-V(H)):検診群(rUIA)と外来群の平均治療費の差額, V'(U):検診群(nUIA)の平均治療費

癌検診との違いはnUIA群の治療には余分なコスト(V'(U))がかかる点である。(2)式の第4項はそれを表しており,その分だけ余計な費用が生ずるものとした。

3) リスク (G)

主として,精密検査として行われる血管撮影の副作用の結果,生ずる死亡事故を見積もる。これは負の効用となる。

$$G = P/n[RS(Ax + CxA'x)] \dots\dots\dots(3)$$

記号の説明

Ax: X線血管撮影における死亡事故の割合, A'x: X線血管撮影における障害事故の割合, Cx: X線血管撮影による障害の死亡への換算係数(推定)0.2

4) 費用効用比 (Z)

費用(Y:2式)を効用(N:1式)からリスク(G:3式)を差し引いた値で割って費用効用比(Z)を求めた。

$$Z = Y/(N-G) \dots\dots\dots(4)$$

2. モデルに代入する数値

基本的には前報¹⁾で述べた10名の専門家に対するアンケート調査結果を用いたが,一部の数値についてはその後の情報によって修正した。

以下に代入した数値を示す。特にコメントしない場合はアンケート結果の平均値を利用した。

P=10⁵人, n=1とn=3(1年間隔と3年間隔), α(1)=1.0とα(3)=2.7, 問題となるD(発症率)は表1に示したように端(1996)の私信によって以下の値を用いた。

表 1. 脳動脈瘤破裂発症率の計算^{*}

発症率は脳動脈瘤の有病率の2%/年とする.	
男性: 10万人当たり 4000人×2%	= 80人/10万人/年
女性: 10万人当たり 5000人×2%	= 100人/10万人/年

^{*} 数値は端 和夫:私信, 1996. 10. による. 発症率は1年当たり10万人の中から脳動脈破裂が発生する人数と定義した. 基本的には罹患率と同様である。

表 2. 調整救命率の算出

(1) 検診群 (rUIA のケース)^{*}
(救命率 W(U)=100%)

治療後の状態	割合(Wk)	Quality 係数(Lk)
生存・健常	96.0%	1.0
生存・障害	4.0%	0.7

$$Q(U) = 0.96 \times 1.0 + 0.04 \times 0.7 = 0.988 = 98.8\%$$

(2) 検診群 (nUIA のケース)^{*}
(救命率 W'(U)=100%)

治療後の状態	割合(Wk)	Quality 係数(Lk)
生存・健常	96.0%	1.0
生存・障害	4.0%	0.7

$$Q'(U) = 0.96 \times 1.0 + 0.04 \times 0.7 = 0.988 = 98.8\%$$

(3) 外来群 (SAH のケース)
(救命率 W(H)=54.5%)

治療後の状態	割合(Wk)	Quality 係数(Lk)
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

$$Q(H) = 0.275 \times 1.0 + 0.158 \times 0.7 + 0.099 \times 0.2 + 0.013 \times (-0.2) = 0.4028 = 40.3\%$$

^{*} 端 和夫:私信, 1996. 10. による

D: 男=10万人当たり80人/年 女=10万人
 当たり100人/年 (表1参照)

Fs=90% (MRAの進歩を考慮して, 前報より
 高い値とした)

次の変数の数値は前報と同じとした.

R=7.5%, S=85%, Fd=95%, F'd=97.5%,

次に調整救命率 (Q) についても端 (1996)
 の私信をもとに, 検診群の治療後の予後が健常
 に生存する割合が96%, 障害をもって生存す
 る割合が4%として計算した.

Q(U)=98.8%, Q'(U)=98.8%, Q(H)=40.3%
 (表2参照)

以下の変数の数値も前報と同じとした.

Cs=5万円, Cd=15万円, (V(U)-V(H))
 =200万円, V'(U)=300万円

Ax=10万人当たり7.5人, A'x=10万人当
 たり300人, Cx=0.2

費用効用比に大きな影響を与えるCs (スク
 リーニング検査のコスト) については5万円
 とした (前報の平均値).

結 果

前述の式(1)~(4)に数値を代入して計算し
 て以下の結果を得た.

1年間隔の場合と3年間隔の場合を示す.

1) 効用 (N)

1-1) 1年間隔の検診

男: N=30.0人/10万人

女: N=38.5人/10万人

1-2) 3年間隔の検診

男: N=29.6人/10万人

女: N=37.3人/10万人

2) 費用 (Y)

2-1) 1年間隔の検診

男: Y=63180円/人 女: Y=62890円/人

2-2) 3年間隔の検診

男: Y=20360円/人 女: Y=20100円/人

3) リスク (G)

3-1) 1年間隔の検診

男・女: G=4.3人/10万人

3-2) 3年間隔の検診

男・女: G=1.4人/10万人

4) 費用効用比 (Z)

4-1) 1年間隔の検診

男: Z=2.46×10⁸円/人 (2億4600万円/人)

女: Z=1.84×10⁸円/人 (1億8400万円/人)

4-2) 3年間隔の検診

男: Z=7.22×10⁷円/人 (7220万円/人)

女: Z=5.60×10⁷円/人 (5600万円/人)

考 察

未破裂脳動脈瘤検診の費用効用分析について
 は藤田²⁾と筆者らが発表を行っている. 本報で
 筆者らは分析のモデルは前回と同じであるが,
 その後の研究によって明らかとなった数値を代
 入して新たな計算を行った.

(1) 費用効用分析のモデルに利用する数値の大
 部分は前報¹⁾と同じアンケート調査の結果
 であるため, 一部の回答 (特に, 動脈瘤の
 有病率と血管撮影や手術の副作用の発生率
 など) に大きなばらつきがあり, 分析結果
 の信頼性は依然として低い.

(2) 1996年10月の日本脳神経外科学会での発
 表後, 札幌医科大学の端 和夫氏よりコメ
 ントがあり, モデルに代入する数値を変更
 した. 特に脳動脈瘤発症率 (表1) と調整
 救命率における治療後の状態 (表2) の数
 値がその対象となった.

(3) 今回のデータを用いて計算すると, 男性で
 救命1人当たり2億4600万円 (1年間隔)
 ないし7220万円 (3年間隔), 女性で救命
 1人当たり1億8400万円 (1年間隔) ない
 し5600万円 (3年間隔) を要する. この
 値は前報¹⁾の最良のケースとほぼ一致する.
 3年間隔検診の費用効用比が向上する理由
 は効用が少ししか減らないのに比して, コ
 ストが大幅に減るためである. ただし, こ
 の値はあくまで推定値であることに注意す

べきであり、今後の実証的データの提供が望まれる。

- (4) この費用効用比は癌検診と比較するとかなり割高である。理由は発症率が低いこと、コストが高いことおよび破裂しない動脈瘤 (nUIA) を手術するリスクがあるためである。
- (5) 癌検診と比較して、費用効用比が低く、データの信頼性が十分でないため、現時点で未破裂脳動脈瘤検診を公衆衛生上の施策として採用することは困難である。
- (6) 癌検診と比較して、未破裂脳動脈瘤の自然史が明らかでなく、有病率や発症率が不正確であり、今後、検診間隔をどの位の年数とするかを含め、十分な追跡調査が必要である。今回は3年間隔の検診の費用効用についても計算を行ってみたが、この値は今後の研究によって再検討されるべきものである。
- (7) 脳動脈瘤の性別、年齢別の有病率や発症率のデータが明らかでないので性・年齢階級別の費用効用分析ができない。また、費用についても今後の正確な値が脳ドック学会を中心に求められることを期待したい。
- (8) より精度の高い費用効用分析を行うため、複数の代表的な脳ドック施設による班会議組織を作り、正確なデータ集めを企画することが期待される。新しい技術に対する研究もそこで実施することが望ましい。
- (9) 未破裂脳動脈瘤検診を普及させるためには

MRA スクリーニングの撮影方法や診断基準の全国レベルでの標準化を図り、それによりドック施設の品質保証 (QA) を制度化する必要がある。

結 論

前報に続いて新しいデータに基づいた未破裂脳動脈瘤検診の費用効用分析の第2報を報告した。特に動脈瘤の発症率と救命調整率に端 (1996) の私信を用いた。これらの数値が前報よりも改善されているため、最終結果である費用効用比 (救命1人当たりのコスト) は前報の最良の数値とほぼ一致した。

しかし、依然として癌検診に比較して高価である上、モデルに用いている数値の信頼性は低く、今後の長期にわたるデータの集積が不可欠である。また、この検診を普及させるには脳ドック施設における磁気共鳴血管撮影法 (MRA) の品質管理 (QC) とその所見を読影する医師の品質保証 (QA) を行うための組織を確立し、全国レベルでの標準化を図ることが先決であると考えられる。

文 献

- 1) 飯沼 武, 館野之男, 古瀬和寛: 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. 日磁医誌 1994; 14(7): 340-349
- 2) 藤田稔清. 未破裂動脈瘤とその管理. 東京: ニューロン社, 1992

Re-estimation of Cost Performance for Mass Screening for Unruptured Intracranial Aneurysms Using MR Angiography

Takeshi IINUMA¹, Yukio TATENO², Masahiro FURUSE³

*¹Department of Engineering, Saitama Institute of Technology
Okabe-machi, Osato-gun, Saitama 369-0293*

²National Institute of Radiological Sciences, ³Nakatsugawa Municipal General Hospital

Magnetic resonance angiography (MRA) is a novel, non-invasive method for visualizing blood vessels throughout the human body. In Japan, MRA is widely employed as a screening method for unruptured intracranial aneurysms in order to predict the onset of subarachnoid hemorrhage. In a previous paper, we presented an analysis of the cost-utility of MRA screening for suspected intracranial aneurysms. In the present paper, new results are presented using revised values for the rate of rupture for intracranial aneurysms and the quality-adjusted survival rate following surgical treatment in intracranial aneurysms detected on mass screening. The mathematical model of the analysis is the same as that used in the previous paper, and the numerical values for other parameters are the same.

We have obtained 2.5×10^8 yen/quality adjusted life (QAL) for men and 1.8×10^8 yen/QAL for women based on screening at one year intervals and 7.2×10^7 yen/QAL for men and 5.6×10^7 yen/QAL for women based on screening at three year intervals. These values are quite costly relative to those for various cancer-screening methods where are performed throughout Japan. However, the numerical values used in the model contain large uncertainties that greatly affect the final results of cost-utility analysis. Thus, it should be emphasized that a long-term follow-up study is needed in order to clarify the relationship between MRA findings and the incidence of intracranial aneurysms liable to rupture before dissemination of the screening method.