

未破裂脳動脈瘤の検診における費用－便益分析

藤田 稠清*¹ 川口 哲郎*² 庄瀬 祥晃*³
 浜野 聖二*⁴ 細田 弘吉*⁵ 若林 利光*⁶

最近のMRアンギオの発達により小さい脳動脈瘤も全く無侵襲で検出されるようになり、これを用いた検診や脳ドックが重要な問題となってきている。

そこで未破裂脳動脈瘤の検診における医療費が効率的であるか否かについて検討を行った。まず判断樹を決定し、これに私共が行なった文献調査で判明した確率的数値を挿入した。今回は費用－便益分析を行ったが、この結果として一定の条件下ではこれに意義があるということになった。しかし細部については考察に述べたような種々の問題点が残されており、今後も検討を要する。

又、検診の間隔と検診対象についての分析から、一般の人全体を対象とするよりも高血圧症や家族性発生などのハイリスクグループを主たる対象とすることと、検診間隔も3年毎に行なうと5年毎の2.2倍、毎年行なうと極めて費用が高くなることから、毎年行なうのではなく3～5年毎、出来れば5年毎にする検診が医療費の面からみて特に有意義であると考えられた。

又、検診に用いるMRアンギオの感度、特異度も十分に高い値（感度85%で特異度90%以上）が必要であることも判明した。

キーワード：未破裂脳動脈瘤、検診、臨床判断学、費用－便益分析、臨床経済学

1. はじめに

脳動脈瘤は一旦破裂すると、現在の最良の医療によっても死亡40%、重い障害24%で、残る36%が社会復帰できないに過ぎず（年間我が国で約2.6万人が発症し、死亡1.04万人、重い障害0.62万人、社会復帰1.0万人）、これを解決することは医療のみでなく社会的にも重要な課題であり急務である。一方、未破裂で検出された脳動脈瘤の手術予後は極めて良く、1%以下の死亡にとどまるとされていることから、未破裂で検出し手術すればくも膜下出血は起こらず、これが究極の治療法であると考えられている。

最近MRアンギオの発達により小さい脳動脈瘤も全く無侵襲で検出されるようになり、これを用いた検診や脳ドックが重要な問題となってきている。しかし、未破裂脳動脈瘤（U-AN）を検査・手術するとなると、これが医療費の効率的運用になるか否かの検討がまず最初の段階から必要であるが、まだ行われておらず、この必要

性は極めて高い。特に集団を対象とした定期的な検診を行う場合には社会的負担と効率の面の検討は不可欠である。そこで本論文では、検診の効果および効率から何年毎に検診を行うのがよいか、検診対象はどのような人々がよいか、検診に要求される感度、特異度はどの位が必要かなどを明確にすることを目的として、これらについて臨床判断学的に費用－便益分析を行った。

2. 評価方法について

1) 判断樹の決定

臨床判断学により評価を行うためには、まず問題の背景を明らかにしなければならない。今回の問題はU-ANをMRアンギオにより検診し手術をする場合と検診を行わない場合とで医療経済面での比較評価をしようとするものである。次にこの問題に適した判断樹を作ること、すなわち問題となる行為を決定し、起こりえる選択肢又は結果を設定し、これを図示したものが判断樹であり、次いで最終結果とそれに至る各分岐点における確率を決定していく作業が必要である。

今回作成した判断樹（図1）とその基本的な考え方は以下の通りである。最初の選択肢はMRアンギオによるU-ANの検診を受けるか受けないか（検診受診群と検診非受診群）である。検診受診群はMRアンギオ検査の結果が陽性的場合（陽性率）と陰性的場合に分かれるが、

*1兵庫県姫路循環器病センター 副院長、脳神経外科部長

*2兵庫県姫路循環器病センター 脳神経外科医長

*3兵庫県姫路循環器病センター 脳神経外科医長

*4兵庫県姫路循環器病センター 脳神経外科医長

*5兵庫県姫路循環器病センター 脳神経外科医長

*6若林医院 院長

図1 意志決定樹と損失コスト、利用した情報



S : 検診費用、D : 診断費用 (精密検査)、T : 治療費 (T₁ 死亡例、T₂ 障害例、T₃ 健全例)
 Mb : 障害による損失費、M : 死亡による損失費

それぞれも真にANがある場合とない場合に分かれる。これらの確率はAN保有率(有病率)、MRアンギオの感度と特異度の値から2×2分割表により計算される(図2)。又MRアンギオ検査陽性で真のANありは陽性適中率に相当し、検査陰性で真にANなしは陰性適中率に相当する。MRアンギオ検査陽性例は次いで通常のアンギオが行われ、これにより最終的にANありとなしに区分される。

MRアンギオ検査陽性例の一部が脳アンギオ検査を受けない場合、及び脳アンギオ検査によりANあり例の一

部が手術を受けない場合もあり得るが、その率は低いと考えられるし、それを入れると判断樹が複雑となるので、今回はそれは無視し、これらの100%が次の段階へ進むものとしたが、この問題点については考察でもう一度ふれる。

MRアンギオ検査陰性例の内ANあり(見逃し)は年間破裂率にしたがって破裂するものと、破裂しないものに分かれる。

検診非受診群はU-AN保有率にしたがってANありとなしに分かれ、ANありは年間破裂率に従って破裂す

図2

		疾 病	
		有	無
検 査 結 果	陽 性	T P a	F P b
	陰 性	c F N	d T N

T P : 真陽性
 F P : 偽陽性
 F N : 偽陰性
 T N : 真陰性

感度： $\frac{a}{a+c}=0.95$

特異度： $\frac{d}{b+d}=0.99$

有病率： $\frac{a+c}{a+b+c+d}=0.05$

全例： $a+b+c+d=1$

陽性率= $\frac{a+b}{a+b+c+d}=0.057$

陽性適中率= $\frac{a}{a+b}=0.833$

陰性適中率= $\frac{d}{c+d}=0.997$

- a = 0.0475
- b = 0.0095
- c = 0.0025
- d = 0.9405

保有率0.05、感度0.95、特異度0.99の場合の計算例を示す。

るものと破裂しないものに分かれる。U-ANの手術例並びにANの破裂例はその結果としてそれぞれ死亡、障害、健常に分かれる。検診受診群と非受診群で、真にANなしの場合、及びANがあっても破裂しない場合は、そのまま生存するか、又はAN破裂以外の原因で死亡するかに分かれる。

2) 評価の価値の決定

判断樹が決まると次に必要なことは判断樹の最後の結果の価値を決定することであるが、これについては種々の考え方があり、ある時は生存率のような客観的な価値が採用されたり、ある時は受診者又は行為者の主観的価値だったり、又は要した費用(損失的費用を含む)だったりするが、これは評価する立場により変わってくる。どれを採用するかは重要な問題であるが、今回は社会的な立場をとり、最終結果に対する評価の価値として、各結果における損失費用(不利益)を用いた。この場合、その判定はこの値が大きいほど価値が低いことを意味する。その損失費用として検診に要する費用(S)、精密検査の費用(D)、ANが発見されて治療に必要な費用(T)、AN破裂例の治療に必要な費用(RT)は保険診療をした場合の平均的費用を当て、死亡もしくは障害による損失費用(M及びMb)は生命保険における一般的な金額を考えた。

3) 分析に用いる情報について

判断樹と評価の価値が決まれば、分析のための計算を行うことになる。そのために必要な情報は判断樹のそれぞれの分岐点での各分枝に分岐する確率の値と最終結果の価値の値であり、この値をどのような情報から得るか、直接得られないときはどのようにして算定するか、ということが臨床判断分析の中心的作業であり、この情報の精度により分析結果の信頼度が左右される。

これらの情報の内U-AN保有率、破裂率、MRアンギオの感度と特異度、U-AN手術の成績、破裂脳動脈瘤治療の予後(死亡、障害、健常の確率)については、私共

が行った内外におけるここ30年間の文献を調査¹⁾して得た、現時点で最も確からしい値(中央値)を用いた(表1)。又、脳動脈瘤破裂以外の死亡は、1991年の生命表の各年齢層(5歳区分)における破裂脳動脈瘤以外の実死亡数を出し、これを全ての年齢層に行ってこれらを合算し、この値を全年令層(この場合35歳以上75歳以下)の人口の総和で割ることにより算出した(表1)。

検診の対象年齢としては、下限はU-ANの好発年齢の下限である35歳とし、上限はU-ANに対する手術が一般的に可能で、しかも手術後の合併症がそれほど大きくならないと考えられる75歳迄とした。

また、破裂率及び脳動脈瘤以外の死亡の場合の死亡率は5年間分とし、これは $1-(1-R)^L$ 、L:5年、により計算した。5年にした理由は手術された脳動脈瘤例にその後他の部位にAN発生と破裂(De Novo AN)の報告の集計¹⁾から考えて少なくとも5年間はない(通常は発生しない場合がほとんどである)ものと考えられることから、5年毎に検診すれば十分と考えられたからである。

費用の内訳を表2に示した。検診費用(S)は外来でMRアンギオを受けた場合の2.5万円とした。また、精密診断費用(D)としては入院して脳血管撮影を受ける費用として15万円とした。U-ANの治療費をT1を180万円、T2を360万円、T3を120万円とした。死亡例を障害例よりも少なく見積もったが、これは十分な治療の機会無く死亡する症例がかなり高率であるからであり、一方、障害例は長期に加療が続くからである。破裂脳動脈瘤の治療費(RT)はU-ANのその1.5倍とした。この理由は脳血管攣縮や水頭症に対して費用が多くかかるからである。MbおよびMは、Mbを一応2000万円、Mを4000万円とした(表2)。これは一般的な生命保険の支払金額レベルの金額を想定したが、MbがMより低いのは障害には程度に差があり、平均するとMの半分位と考えたためである。

表1 要素別 数値

	一般の人
保有率	5%
破裂率(年)	2%
手術予後(未破裂例) 重度障害	4%
死亡	0%
破裂例の予後 重度障害	24%
死亡	40%
脳動脈瘤破裂以外の死亡(対10万/年)	564人

表2 費用内訳

	(万円)
S: 検診費用	2.5
D: 診断費用(精密検査)	15
T, RT: 治療費(RT ₁₋₃ : T ₁₋₃ ×1.5とする)	
T ₁ : 死亡例	180
T ₂ : 障害例	360
T ₃ : 健常例	120
Mb: 障害による損失費	2000
M: 死亡による損失費	4000

図3 意志判断樹



S : 検診費用、D : 診断費用 (精密検査)、T : 治療費 (T₁死亡例、T₂障害例、T₃健常例)
 M b : 障害による損失費、M : 死亡による損失費

表3 検診受診群と非受診群の期待損失

検診受診群	損失項目(A)	確率(B)	期待損失(A×B)	(万円)
	S, D, T ₁ , M	0.00	(2.5+15+180+4000) ×	/
	S, D, T ₂ , Mb	0.00190000	(2.5+15+360+2000) ×	4.5172498
	S, D, T ₃	0.04560000	(2.5+15+120) ×	6.2699998
	S, D, M	0.00026505	(2.5+15+4000) ×	1.0648386
	S, D	0.00923495	(2.5+15) ×	0.1616117
	S, RT ₁ , M	0.00009600	(2.5+270+4000) ×	0.4101579
	S, RT ₂ , Mb	0.00005760	(2.5+540+2000) ×	0.1464473
	S, RT ₃	0.00008640	(2.5+180) ×	0.0157679
	S, M	0.00006305	(2.5+4000) ×	0.2523724
	S	0.00219694	2.5 ×	0.0054923
	S, M	0.02623995	(2.5+4000) ×	105.0254010
	S	0.91426006	2.5 ×	2.2856502
合計				¥1,201,550 (98.7%)

検診非受診群

検診非受診群	損失項目(A)	確率(B)	期待損失(A×B)	(万円)
	RT ₁ , M	0.00192000	(270+4000) ×	8.1984
	RT ₂ , Mb	0.00115200	(540+2000) ×	2.9261
	RT ₃	0.00172800	180 ×	0.3110
	M	0.00126108	4000 ×	5.0443
	/	0.04393892	0 ×	0
	M	0.02650500	4000 ×	106.02
	/	0.92349500	0 ×	0
合計				¥1,224,998

3. 結果

1) ハイリスクでない(一般の)場合

上記の確率的数値と最終確率及び費用(損失コスト)の内容を判断樹に当てはめたのが図3である。U-AN検診におけるMRアンギオの感度と特異度については、これ迄の報告の内最も良い成績であるRossら⁸⁾及び佐々木ら⁹⁾の報告を採用し、感度を95%、特異度を99%としたが、これは現存の最高に良い装置で行い、しかもANが3ミリ以上のものに限れば、この程度に良いと考えられるからである。AN保有率が5%で、これを感度95%、特異度99%の数値により計算すると図1、2のように検査陽性率が0.057、陽性適中率0.833、陰性適中率0.997となる。

最終確率とは各分岐点における確率の全てを掛け合わせたものである。それぞれの結果に辿り着くことによる費用の期待値は、それぞれの結果に必要とする費用項目の和に最終確率を掛けることで算出される。全ての結果

表4 要素別数値

	一般の人	高血圧症	家族性発生など
保有率	5%		25%
破裂率(年)	2%	6%	
手術予後(未破裂例) 重度障害	4%		
死亡	0%		
破裂例の予後 重度障害	24%		
死亡	40%		
脳動脈瘤破裂以外の死亡(対10万/年)	564人	846人	

に対して上に述べた方法によって計算した期待損失を、検診を受診する群と受診しない群との群別に合計した値が、検診を受診する場合と受診しない場合の期待損失になる。表3に示したように検診受診群と検診非受診群との損失の合計(約120.0万円と122.4万円)を比較すると、検診受診群の方が金額が小さい(98.1%)なのでこの条件下では検診を行う意義があると判断されるが、差が少ないので検診の有用性はそれほど高くないと考えられる。

2) ハイリスクの場合

(1)高血圧症など

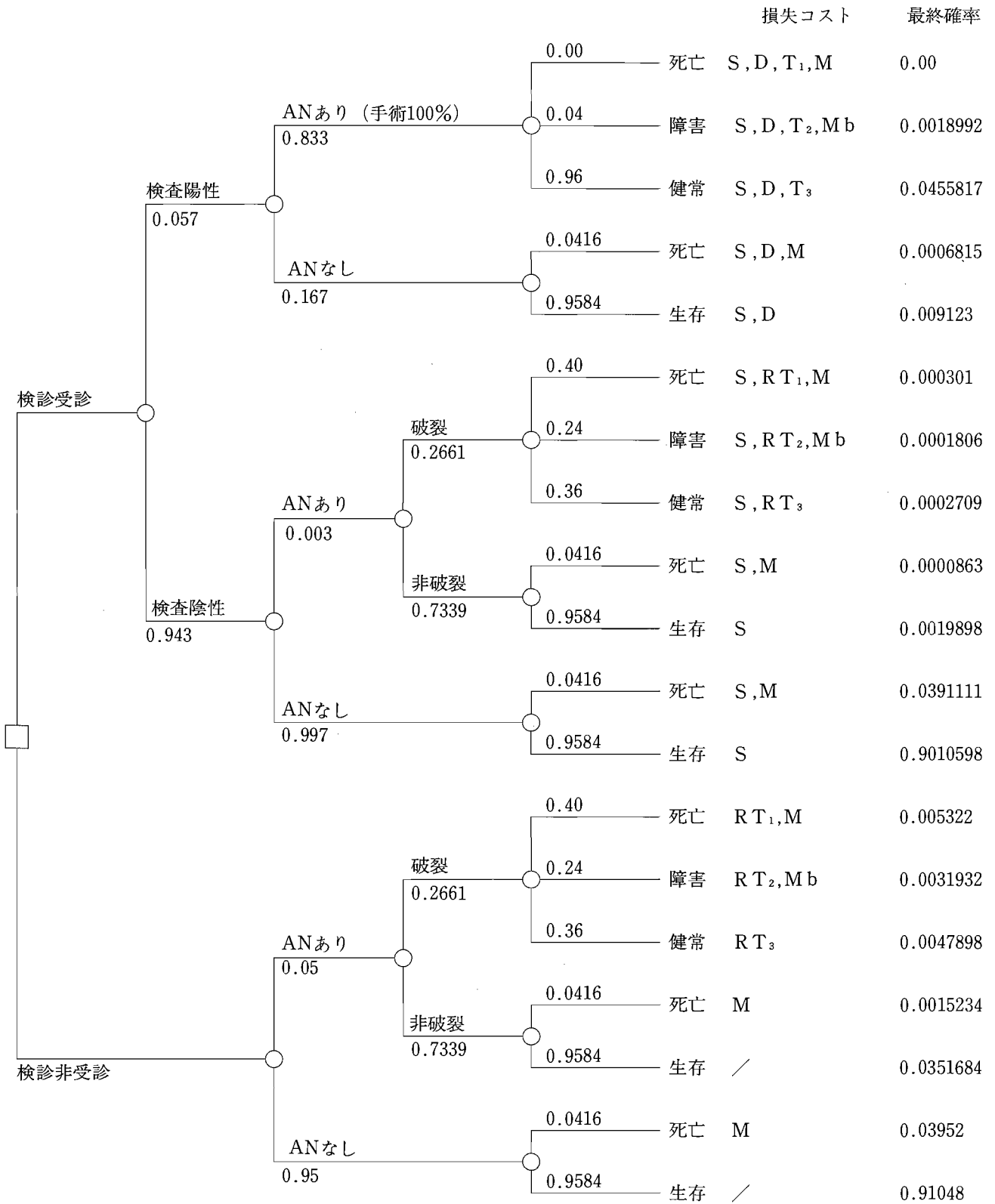
次に好発状態である高血圧症について分析する。高血圧症における脳動脈瘤破裂のrelative riskは2倍から5.6倍^{4),6),7)}である。高血圧症の場合破裂が高率であるのは保有率が高いためか、もしくは破裂率が高いためか諸説あるが、今回は保有率は同様で破裂率が高率であると考えた。そこで破裂率が一般の人の3倍とすると年間破裂率は6%となる。また、高血圧症の年間死亡率については、多数の文献があるものの定まった値は見当たらない。しかし、高血圧症の場合くも膜下出血以外にも脳内出血、心筋梗塞、その他の血管性疾患、さらに他にも死亡率がかなり高くなるのが考えられる。そこでNIHの報告³⁾から1.5倍を採用した(表4)。

1) におけると同じ方法で5年分の率を計算した。これらの数値を判断樹に当てはめて計算し(図4)、高血圧症における検診受診群と検診非受診群との損失の合計を比較すると、検診受診群では約173.5万円(非受診群の88.5%)。又、非受診群では195.9万円であり、2)で述べたハイリスクでない場合の期待損失の差よりも更に差は大きく、高血圧者における検診の有用性が高いことになる。

(2)家族性発生など

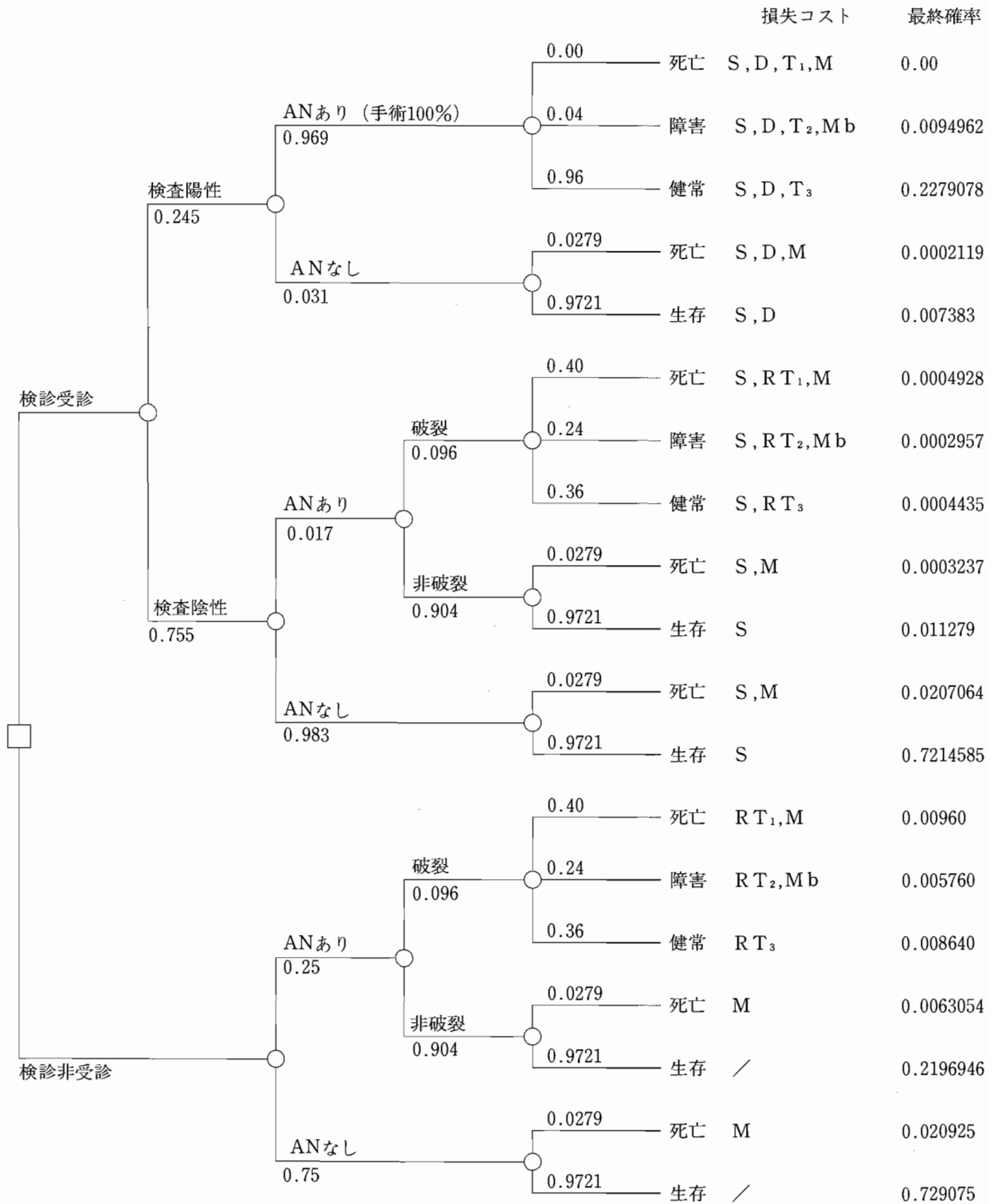
U-ANの保有率は多発性嚢胞腎では25%¹⁾、家族性発生では親子例、同胞例ともに約40%²⁾と極めて高率であること、中川ら⁵⁾の脳の間人ドックで家族歴にくも膜下出血のある群ではその21%にU-ANが検出されたとの報告など極めて高率である。そこでU-ANの保有率をこの検討では25%(一般の5倍)とした(表4)。

図4 高血圧症の場合の判断樹(確率)



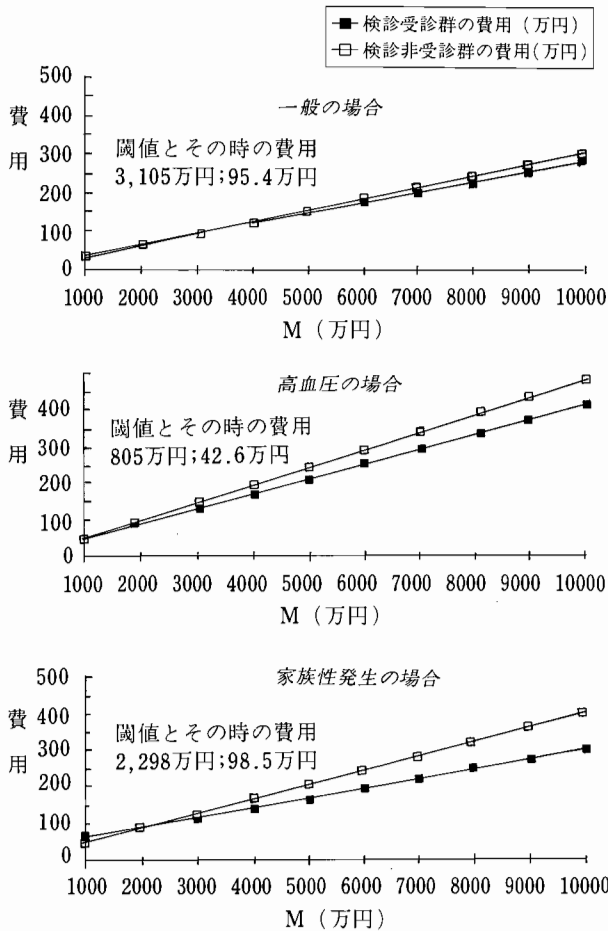
S : 検診費用、D : 診断費用 (精密検査)、T : 治療費 (T₁死亡例、T₂障害例、T₃健常例)
 M_b : 障害による損失費、M : 死亡による損失費

図5 家族性発生などの場合の判断樹(確率)



S : 検診費用、D : 診断費用 (精密検査)、T : 治療費 (T₁死亡例、T₂障害例、T₃健常例)
 Mb : 障害による損失費、M : 死亡による損失費

図6 平均期待損失費用



これで計算すると検査陽性率が0.245、陽性適中率0.969、陰性適中率0.983となる。このグループの破裂率、脳動脈瘤破裂以外での死亡の率に関するデータは見当たらないが、これらは一般の人と変わらないと考えられるので2)のハイリスクでない場合と同じとした。

これらの数値を判断樹(図5)にあてはめて計算された両群の期待損失は、家族性発生などのグループでは検診受診群143.8万円(非受診群の86.6%)、又非受診群では166.1万円となり、高血圧症の場合と同様に、これらのグループでの検診の有用性が極めて高いということになる。

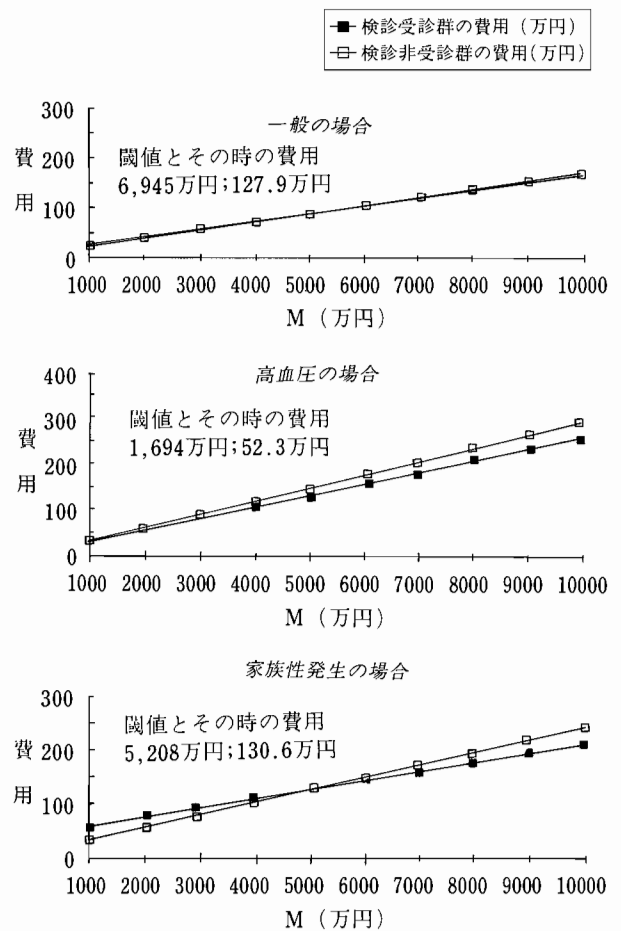
4. 感度及び閾値分析

判断樹各分岐点における確率値や価値の評価の中で、その算定上推定や仮定した値を変化させることで結果がどう変わるかを調べることは、意志決定を行なう上で重要なことである。そこで以下の各項目について検討した。

1) 死亡・障害損失費用を変えて

死亡損失費用(障害損失費用はその1/2)を1000万円から10000万円迄変えてみた。死亡損失費用を変えたと

図7 平均期待損失費用(3年毎)



きの検診受診群と検診非受診群の費用の合計との関係及び、それぞれの場合の閾値即ち、損失費用の合計が両群で同一になるときの死亡損失費用を示した(図6)。図のように一般の場合では閾値が3105万円とハイリスクの場合よりも高いだけでなく、死亡損失費が閾値より高い場合も、損失費用の合計は検診受診群と検診非受診群の比率にそれほど差がなかった。しかしハイリスクの場合では閾値も低く(高血圧症の場合805万円、家族性発生2298万円)、検診受診群と検診非受診群の差は死亡損失費が大きい場合ほどその差は大きくなり、これによってもハイリスクの場合における検診がハイリスクでない場合における検診よりも意義が大きいと判断される。

2) 検診の間隔を短くした場合

検診を3年に1回とした場合の計算結果を図7に示した。この場合、3年分の破裂率と脳動脈瘤以外の死亡の率は、 $1 - (1 - R)^3$ により計算したものを挿入してある。結果としては、1年当りの平均期待損失費用は5年毎の場合より少し高額な程度であるものの、死亡損失費の閾値は3つの場合ともに5年毎の場合よりも約2.2倍高くなる(一般の場合6945万円、高血圧症1694万円、家族性発生5208万円)ので、死亡損失費が高いグループが対象

表5 未破裂脳動脈瘤保有率、及び死亡損失費を変化させた平均期待損失(万円)の感度分析

保有率 (%)	死亡損失費(万円)									
	2000		3000		4000		6000		8000	
	検診		検診		検診		検診		検診	
	受診	非受診	受診	非受診	受診	非受診	受診	非受診	受診	非受診
1	59.7	57.0	87.6	85.4	115.4	113.8	171.1	170.5	226.8	227.3
2	61.0	58.3	88.8	87.1	116.6	116.0	172.2	173.6	227.8	231.3
3	62.3	59.5	90.0	88.8	117.8	118.1	173.3	176.8	228.8	235.4
5	64.9	62.0	92.5	92.2	120.2	122.5	175.4	183.0	230.7	243.5
10	71.3	68.2	98.7	100.8	126.1	133.4	180.8	198.6	235.6	263.9
20	84.1	80.5	111.0	117.9	137.9	155.2	191.6	229.9	245.4	304.6

でない釣り合わないことになる。又、その時の費用も年当りで換算すると5年毎よりもかなり割高になった。即ち3年毎に検診を行うことは費用対便益の面で意義が少ないこととなる。

検診を毎年1回とした場合も計算したが、一般の人並びに家族性発生の場合は、死亡による損失費用(M)を100兆円に上げて検診受診群の方の損失の合計が検診非受診群よりも高く、閾値がなかった。即ち、毎年検診を行うことは意義がないことになる。ハイリスクグループの内、高血圧症の場合も閾値は7874万円と極めて高くなる。

3) 保有率と死亡の期待損失費との関係

保有率を1%から20%、死亡損失費を2000万円から8000万円に変えて両者の関係を調べた(表5)。

死亡損失費が小さいと検診受診群の期待損失費の方が非受診群のそれよりも大きいが、死亡損失費が大きくなると、ある所でその大小関係が逆転することが見られる。又、保有率が小さいと大きい死亡損失費で逆転するが、保有率が大きいと、より小さい死亡損失費で逆転する。即ち保有率が小さい場合は死亡損失費が大きくないと、検診が経済の面からは見合わないことになる。

4) 検診の感度、特異度を変えて

表6にあるように、一般の場合(ハイリスクでない場合)の条件で、感度を95%から74%、特異度を99%から76%に変えてみた(この数値の根拠は考察で示した)。結果は感度85%で特異度90%の場合よりもそれらが良い場合は検診受診の方が期待損失費が少ないが、感度80%と特異度85%よりも悪いとこれが逆転した。即ち経済面から見れば検診には感度85%以上で、特異度90%以上が要求されていると判断される。

5) ハイリスクの場合の高血圧症などにおける年間

破裂率、家族性発生などにおける保有率を変えて高血圧症などの場合の年間破裂率を1%から8%迄8

表6 未破裂脳動脈瘤検診の感度・特異度と平均期待損失(万円)

感度(%)	特異度(%)	検診受診群	検診非受診群
95	99	120.2	122.5
90	95	121.0	122.5
85	90	122.0	122.5
80	85	122.9	122.5
78	80	123.8	122.5
74	76	124.5	122.5

表7 年間破裂率と平均期待損失(万円)(高血圧症などの場合)

年間破裂率(%)	検診受診群	検診非受診群
1	172.1	171.8
2	172.4	177.0
3	172.7	182.1
4	173.0	186.9
5	173.2	191.5
6	173.5	195.9
7	173.7	200.1
8	173.9	204.2

表8 未破裂脳動脈瘤の保有率と平均期待損失(万円)

保有率(%)	検診受診群	検診非受診群
3	117.8	118.1
5	120.2	122.5
10	126.1	133.4
15	132.0	144.3
20	137.9	155.2
25	143.8	166.1
30	149.7	177.0

段階で変化させた場合の平均期待損失を表7に示した。年間破裂率が1%では検診受診群の方が僅かに高くつくが、それ以上の破裂率では逆転し、検診受診群の金額はそれほど大きくならないのに対し、非受診群の方は大きく増大するので年間破裂率が高い（高血圧症などのハイリスク）場合ほど検診の有用性が高くなった。

次に家族性発生などの場合の未破裂脳動脈瘤の保有率を3%から30%に7段階に変化させた場合（表8）には、その全ての場合で検診受診群の方が非受診群よりも低額であり、保有率が高くなる程その差が大きいのので高率U-A N保有群（家族性発生など）の検診の有用性が高いことになった。

これらの感度分析でもやはりハイリスクにおける検診の意義が高いことがわかった。

5. 考 察

まず判断樹の精度について考えてみる。今回はMRアンギオで陽性例のすべてが精密検査を受けること、又、精密検査を受けU-A Nが確定したもののすべてが手術を受けるものとして作られているが、実際には低率ながら受けない場合もあり得るし、手術が困難な部位や巨大な場合には手術をしない場合もある。手術を受けない部分については分岐をもうけることは可能である。実際に9割の人が脳アンギオを受け、それによる重大な障害、死亡を0.0001とし、脳アンギオでANありの人の8割が手術を受けるとした場合を計算したが、この場合の費用は検診受診群で1%増加する程度であったので、今回はこれらを見捨てたが、今後 randomized controlled study をデザインするときには当然検討項目に入れる必要があるだろう。

もう一つの問題としては、検査間隔を5年とした場合、検査陽性群でANありで手術を受けたものがその後5年間におけるAN破裂以外における死亡をどう考えるかであろう。これはAN保有率が大巾に大きい場合はかなり影響するであろうが、5%前後ではこれを見捨てても許容される範囲かと考えられる。

次に分析対象年齢を35歳から75歳とした点である。もっと細かく5歳区分の年齢層別の分析も可能であるが、U-A N保有率と年間破裂率の年齢層別の値は判っていない。又、同一人を何年か後に検査する場合、次の検査陽性の率は初回にU-A Nが検出された人たちが抜けるとすると、これが低下することであろう。これは検診の間隔期間において極めて小さかったU-A Nが増大したため、もしくはその間に新しく発生したものが検出されるわけで、これはかなり低率と考えられるが、現時点

でこの数値（年間発生率）に関する資料はない。

今回は評価の価値の内、死亡又は障害による損失費用として生命保険の支払い金額レベルの金額を想定しているが、生命の価値をお金のみで決めることは問題であろう。

分析結果に述べたようにハイリスクでない（一般の）人々を対象とする検診は意義が少ないこと、高血圧者や同胞、親子に脳動脈瘤を持つ家族性発生に対する検診の意義が大きくなった。このことは検診を進める上で極めて重要なことであり、これらのハイリスク群を重点に検診をすべきことを示している。

分析結果の内、閾値分析で判明したように検診間隔が5年毎にくらべ3年毎になると、死亡による損失費用の閾値は各グループともに約2.2倍となること、更に毎年行うとすると、高血圧症の場合のみやっと高い値で閾値があるが、その他のグループでは全く閾値がないことから、毎年1回行うことは医療費の面から意義がないと考えられる。

検診に用いるMRアンギオの感度と特異度はそれらが高いほど良いのは当然のことであるが、この最小限必要な値も感度分析でわかった。分析結果においては今迄発表されたものの内最も良いもの^{8,9)}（感度95%、特異度99%）により計算したが、感度74%特異度76%であったとの専門医5名で読影した。日本磁気共鳴医学会の頭部MRAスクリーニング検討委員会報告¹⁰⁾（但しこれに用いたMR装置は1.5テスラーではあるが、比較的初期のものでソフトが古いことが原因か）もあるように、中にはかなり検査成績が悪い施設もあるものと考えられる。今後の実際の検診には感度分析の4)の結果が示すように、感度85%特異度90%以上に良いことが望まれている。

この分析に用いた情報については、かなり大量の文献を整理して得られた値¹⁾（平均値や中央値）を用いているので、その結果の確度はかなり高いものと考えたいが、今後行なわれるであろう大規模なデータ収集とその分析による確率的数値を用いて再分析をすることが必要であろう。

いずれにしても、最近急速に普及しつつある脳ドックや脳の検診が効率良く実行されるためには、このような分析を出来るだけ実際に近い判断樹と、今後の無作為臨床試験の実施による精度の高い確率的数値を用いて行ない、その結果を検診の指針とすることが望まれる。これ迄の胃、大腸などの検診では、臨床判断分析が検診の実施後かなり後年になってはじめて開始されておりよくなかった。本論文のような分析が脳検診の本格的開始以前から行なわれることが極めて重要であり、このような努力が脳動脈瘤の検診の将来にとって良い影響を及ぼすことは間違いないものと確信する。

6. おわりに

未破裂脳動脈瘤の検診における医療費が効率的であるか否かについて検討を行なった。今回の判断樹を用いた臨床判断学的な検討では、一定の条件下でこれに意義があるということになった。しかし細部については考察に述べたような種々の問題点が残されており、今後も検討を要する。

又、検診の間隔と検診対象についての分析から、一般人全体を対象とするよりも高血圧症や家族性発生などのハイリスクグループを主たる対象とすることと、検診間隔も3年毎に行なうと5年毎の2.2倍、毎年行なうと極めて費用が高くなることから、毎年行なうのではなく3～5年毎、出来れば5年毎にする検診が医療費の面からみて特に有意義であると考えられた。

又、検診に用いるMRアンギオの感度、特異度も十分に高い値が必要であることも判明した。

引用文献

1. 藤田稔清：未破裂脳動脈瘤とその管理，にゅーろん社，東京 1992.
2. 府川修，相原坦道：家族性脳動脈瘤—自験例8家系，20症例の報告と文献的検討，*脳神経外科*15：911-919，1987.
3. Hypertension Detection and Follow-up Program Cooperative Group：Five-Year findings of the hypertension detection and follow-up program. III. Reduction in stroke incidence among persons with high blood pressure.
4. Knekt P, Reunanen A, Aho K, et al. :Risk factors for subarachnoid hemorrhage in a longitudinal population study. *J Clin Epidemiol* 44:933-939, 1991.
5. 中川俊男，八巻稔明，南田善弘，ほか：「脳の人間ドック」によるクモ膜下出血の予防—その有用性と未破裂脳動脈瘤の発見率に影響する諸因子の検

討—.

第17回日本脳卒中学会総会（名古屋），1992.3.5.

6. Omae T, Takeshita M, Hirota Y: The Hisayama Study and Joint Study on cerebrovascular diseases in Japan. In Scheinberg, ed : *Cerebrovascular Diseases*. New York : Raven Press, pp 255-265, 1976.
7. Petitti DB, Wingerd J : Use of oral contraceptives, cigarette smoking, and risk of subarachnoid hemorrhage. *Lancet* 2 : 234-236, 1978.
8. Ross JS, Masaryk TJ, Modic Mt, et al. : Intracranial aneurysms : Evaluation by MR angiography. *AJNR* 11 : 449-456, 1990.
9. 佐々木庸，下道正幸，片岡丈人，ほか：MR angiography 300例の検討，*第15回日本脳神経CT研究会*，1992.1.24
10. 興梠征典，高橋睦正，大内敏宏，ほか：日本磁気共鳴医学会・頭部MRAスクリーニング検討委員会報告(3)，脳動脈瘤と閉塞性脳血管病変のスクリーニングにおける頭部MRAの有用性の検討，*日磁医誌*第14巻1号，pp 98-103, 1994.

参考文献

1. 久道 茂：医学判断学入門—われわれの判断や解釈はまちがっていないか—，南江堂，1990.
2. Weinstein MC, Fineberg HV, Elstein AS, Frazier HS, Neuhauserd Neutra RR, McNeil BJ: *Clinical Decision Analysis*. WB Saunders Company, 1980.
3. 久繁哲徳：臨床判断学—臨床行為の科学的な選択と評価—，篠原出版，東京，1989.
4. 久繁哲徳，西村周三監訳：臨床経済学—医療・保健の経済的評価とその方法—，篠原出版，東京，1990.

Cost-benefit analysis on medical checkup of unruptured cerebral aneurysms

Shigekiyo Fujita, Tetsuro Kawaguchi, Yoshiteru Shose,
Seiji Hamano, Koukichi Hosoda

(Hyogo Brain and Heart Center at Himeji)

and Toshimitsu Wakabayashi
(Wakabayashi clinic)

We evaluated the economic aspects of the treatment of unruptured cerebral aneurysms (U-AN) using clinical decision analytical approach. Firstly, a decision tree suitable to the situation is determined, then, the probable values determined from literatures, that is, prevalence of U-AN 5% (25% in familial cases), annual risk of rupture 2% (6% in hypertension), operative morbidity 4% and mortality 0% of U-AN, over-all morbidity 24% and mortality 40% of ruptured aneurysm, are put into each branches of the tree. Age 35 to 74 is included in the object of the study. As the losing benefit, cost of examination (MR angiography and conventional angiography) and treatment of unruptured or ruptured aneurysms, and loss of money due to be deficits (20 million yen) or death (40 million yen) are put into account.

The results show average total cost is less (98.1%) in medical checkup group than in non medical checkup group, and it was much less in high risk group such as hypertension (88.5%) or familial cases (86.6%). And, the total cost is very expensive at every year or every two years medical checkup than at every five years. From the analysis, it is concluded that every three to five years medical checkup on high risk group is recommended.

Key words: unruptured cerebral aneurysm, medical checkup, clinical decision analysis, cost-benefit analysis, clinical economics