

佐藤 浩一¹⁾ 花岡 真実¹⁾ 手島奈津美²⁾
 倉敷 佳孝²⁾ 松崎 和仁²⁾ 仁木 均³⁾

1) 徳島赤十字病院 脳神経血管内治療科

2) 徳島赤十字病院 脳神経外科

3) 徳島赤十字病院 脳神経内科

要 旨

未破裂脳動脈瘤のインフォームドコンセントにおいて未破裂脳動脈瘤の自然経過は非常に重要である。我が国ではUCAS Japan のデータを用いることになるが，このデータの問題点はサイズ10mm～24mmの（グループ最小と最大では，直径2倍以上の差がある）動脈瘤を一つのサイズの動脈瘤として取り扱っていることである。この部分に関する，合理的な破裂率早見表作成を試みた。動脈瘤サイズと年間破裂率には指数関数的近似曲線が当てはまるので，中大脳動脈瘤では， $y=0.6548e^{0.1082x}$ ($R^2=1$) であり，前交通動脈瘤では， $y=0.5924e^{0.138x}$ ($R^2=0.9912$) であり，内頸動脈後交通動脈動脈瘤では， $y=0.5768e^{0.1721x}$ ($R^2=0.9376$) であり，脳底動脈瘤では， $y=0.1697e^{0.2181x}$ ($R^2=1$) 中であつた。動脈瘤全体では， $y=0.5079e^{0.1371x}$ ($R^2=0.9896$) で算出した。

キーワード：未破裂脳動脈瘤，年間破裂率，自然経過，指数関数，早見表

はじめに

未破裂脳動脈瘤の外科的治療介入（血管内・開頭術）や，経過観察には，自然経過での破裂率（くも膜下出血発生率）が非常に重要となる。インフォームドコンセントにおいて，対象となる動脈瘤における治療リスクと経過観察のリスクが，治療適応に直接関わるからである。我々日本人において報告されたUCAS Japanの脳動脈瘤年間破裂率表¹⁾（筆者改変した簡易版）を，表1に示した。実際に自然経過を説明する場合に，最も問題を感じるのは，10～24mmサイズの動脈瘤破裂率である。たとえば，我々脳神経血管内治療医がよく取り扱う，脳底動脈瘤において，7～9mmの動脈瘤の年間破裂率は0.97%で，10～24mmの動脈瘤で6.94%，25mmを超えると117.82%である。そのままでは，それぞれのサイズのグループ間格差が大きすぎることによる。これは最小径と最大径に2倍以上の差がある10mm～24mmサイズの動脈瘤年間破裂率を，単一の数値で表現する不合理性にある。そこで，この10mm～24mmサイズの動脈瘤年間破裂率を，サイズに合わせて表示する簡易早見表が作成できないか検討した。

方法・結果

まず，表1の年間破裂率表の動脈瘤サイズの記載を，データの中央値で表現する表2を作成した。この際に25mm以上の動脈瘤の中央値は便宜上30mmとした。これは実際に40mmを超える動脈瘤が経験は少なく，25mm以上の脳動脈瘤とは25mmから35mm程度のサイズに分布していると推測されたからである。脳底動脈瘤のサイズ中央値と年間破裂率をグラフ散布図として入力し，折れ線グラフ表示すると図1となる。このままでは関数を推測困難であるが，年間破裂率を対数目盛とし，エクセル・パワーポイントで近似曲線（y軸を年間破裂率，x軸を動脈瘤サイズとした，指数関数）を計算すると $y=0.1274e^{0.2302x}$ が得られ， R^2 （decision coefficient：1に近いほど確からしいとされる決定係数）は0.9963と非常に良い相関があった（図2）。同様に前交通動脈瘤（図3）でも $y=0.4682e^{0.1472x}$ ($R^2=0.9801$) 良好な指数関数相関を示し，中大脳動脈瘤（図4）でも $y=0.2026e^{0.1567x}$ ($R^2=0.9079$) とある程度良好な指数関数相関を示した。また，内頸動脈後交通動脈・分岐部動脈瘤

表1 各脳動脈瘤, 部位サイズ別, 年間破裂率 (%)

サイズ (mm)	3-4	5-6	7-9	10-24	25 <
前交通動脈瘤	0.90	0.75	1.97	5.24	39.77
中大脳動脈瘤	0.23	0.31	1.56	4.11	16.87
内頸動脈・後交通動脈分岐部動脈瘤	0.41	1.00	3.19	6.12	126.97
その他・内頸動脈瘤	0.14	0	1.19	1.07	10.61
脳底動脈先端部および, 上小脳動脈分岐部動脈瘤	0.23	0.46	0.97	6.94	117.82
全動脈瘤	0.36	0.50	1.69	4.37	33.4

表2 脳動脈瘤サイズ中央値と破裂率

サイズ 中央値 (mm)	3.5	5.5	8	17	30
前交通動脈瘤	0.90	0.75	1.97	5.24	39.77
中大脳動脈瘤	0.23	0.31	1.56	4.11	16.87
内頸動脈・後交通動脈分岐部動脈瘤	0.41	1.00	3.19	6.12	126.97
その他・内頸動脈瘤	0.14	0	1.19	1.07	10.61
脳底動脈先端部および, 上小脳動脈分岐部動脈瘤	0.23	0.46	0.97	6.94	117.82
全動脈瘤	0.36	0.50	1.69	4.37	33.4

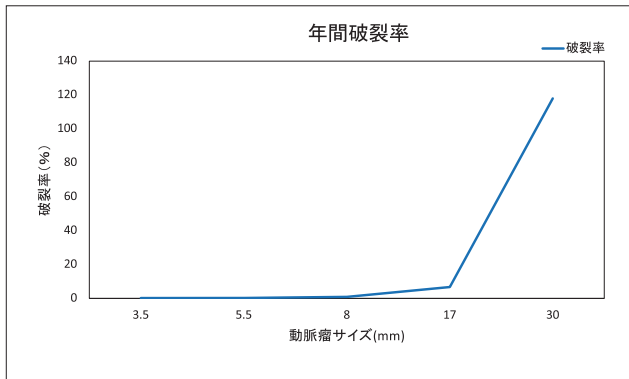


図1 脳底動脈瘤サイズと年間破裂率

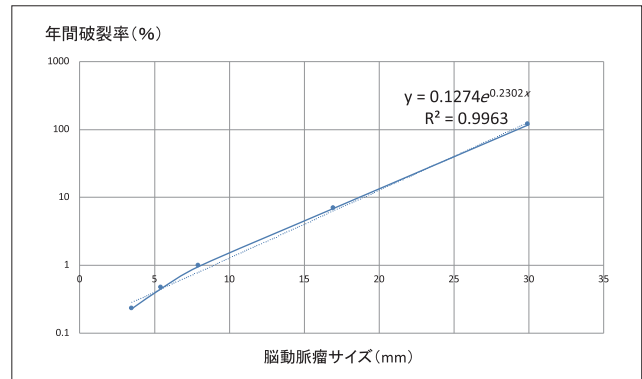


図2 脳底動脈瘤年間破裂率 指数関数近似曲線

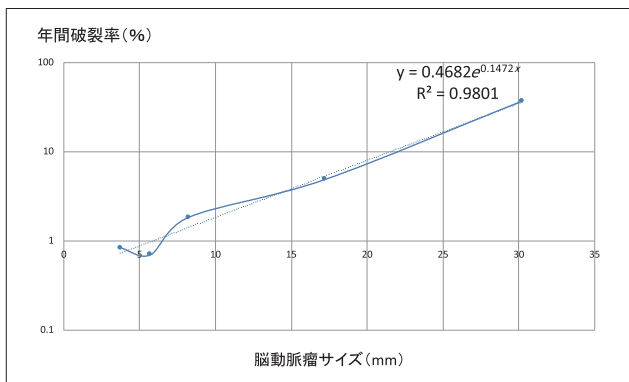


図3 前交通動脈瘤年間破裂率 指数関数近似曲線

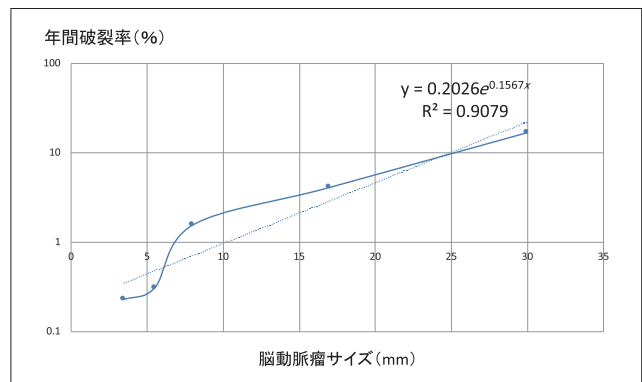


図4 中大脳動脈瘤年間破裂率 指数関数近似曲線

(図5)でも $y = 0.3224e^{0.1966x}$ ($R^2 = 0.9541$) と比較的良好な指数関数相関を示し、脳動脈瘤全体(図6)でも $y = 0.2584e^{0.165x}$ ($R^2 = 0.9671$) と良好な指数関数相関を示した。しかしながら内頸動脈後交通動脈・分岐部以外の内頸動脈瘤(図7)では近似指数関数が表示されず、指数関数を断念し、多項式近似

曲線とすると、 $y = 0.0227x^2 - 0.362x + 1.6711$ ($R^2 = 0.9759$) となったが、実際の破裂率とはかけ離れている印象もあり、この部位の動脈瘤は早見表の作成を断念した。

脳底動脈瘤、前交通動脈瘤、中大脳動脈瘤、内頸動脈・後交通動脈分岐部動脈瘤および動脈瘤全体では、

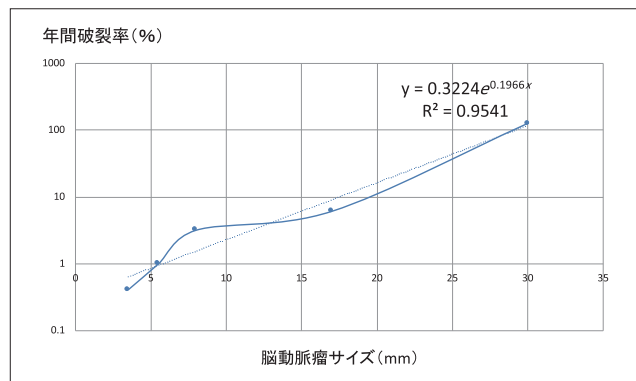


図5 内頸動脈後交通動脈・分岐部動脈瘤年間破裂率, 指数関数近似曲線

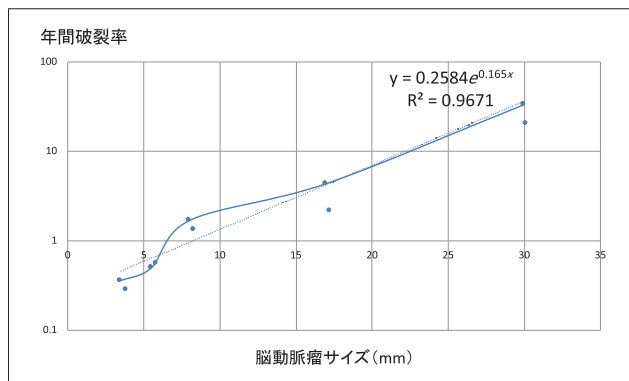


図6 脳動脈瘤全体年間破裂率 指数関数近似曲線

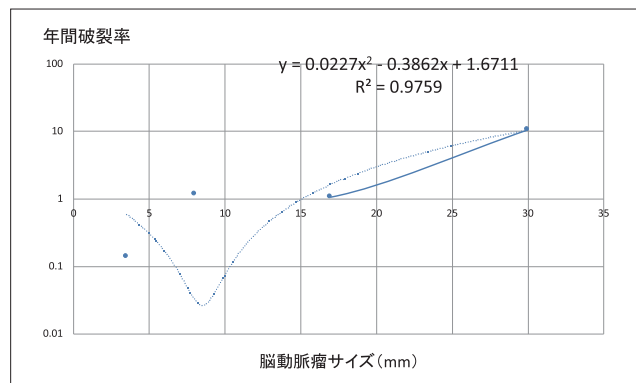


図7 その他の内頸動脈瘤年間破裂率, 指数関数近似曲線

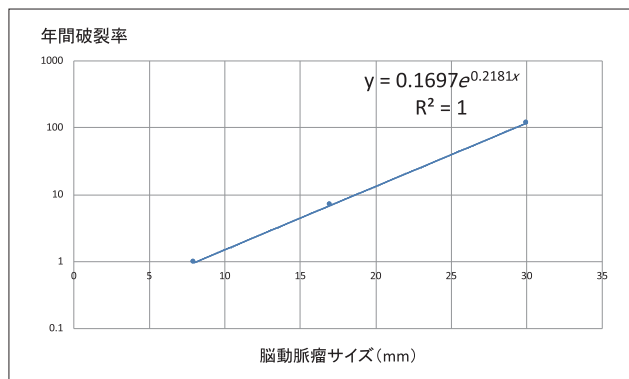


図8 (7 mm 以上) 脳底動脈瘤年間破裂率, 指数関数近似曲線

表3 Cerebral aneurysm, annual rupture rate by size

size (mm)	3-4	5-6	7-9	11	13	15	17	20	23	25<
A com A	0.90	0.75	1.97	2.70	3.56	4.69	6.18	9.36	14.1	39.8
MCA	0.23	0.31	1.56	2.15	2.67	3.32	3.73	5.70	7.89	16.9
IC-PC	0.41	1.00	3.19	3.82	4.3	5.40	10.8	18.0	30.2	127
BA	0.23	0.46	0.97	1.86	2.89	4.47	6.94	13.3	25.6	118
total	0.36	0.50	1.69	2.29	3.02	3.97	5.22	7.8	11.8	33.4

指数関数による破裂率推測値の計算が可能と考えられた。ただ、前記（全サイズを含めた）指数関数では7mm～9mmの動脈瘤破裂率と、10mm～24mmサイズの破裂率の移行部分で、連続性が損なわれるので、あえて、3mm～4mmと5mm～6mmサイズのデータを削除し、サイズ中央値8mm, 17mm, 30mmで再計算した。脳底動脈瘤（図8）では指数関数近似曲線は $y = 0.1697e^{0.2181x}$ ($R^2 = 1$)、前交通動脈瘤（図9）では $y = 0.5924e^{0.138x}$ ($R^2 = 0.9912$)、中大脳動脈瘤（図10）では $y = 0.6548e^{0.1082x}$ ($R^2 = 1$)、内頸動脈・後交通動脈分岐部動脈（図11）では $y = 0.5768e^{0.1721x}$ ($R^2 = 0.9376$)、脳動脈瘤全体（図12）では $y = 0.5079e^{0.1371x}$ ($R^2 = 0.9896$) で10mm～24mmサイズの動脈瘤の年間破裂率を計算した。この方法で算出した、11～23mmサイズの脳動脈瘤年間破裂率

を、他のサイズの動脈瘤と共に一覧表として、表3に提示した。

考 察

大型の未破裂脳動脈瘤は症例数そのものも少なく、保存的経過観察される割合も少ないと考えられる。今後多数例での自然歴調査がなされることは期待できず、既に報告されたUCAS Japan のデータを有効に活用することが重要である。今回の指数関数による、10～24mmサイズの動脈瘤の年間破裂率表は、比較的違和感のないものとなった。10mm～24mmサイズではサイズ領域では無く特定の数字（11, 13, 15, 17, 20, 23mmの数値）で表記した。当然、完全に正確な破裂率ではないが、それぞれの

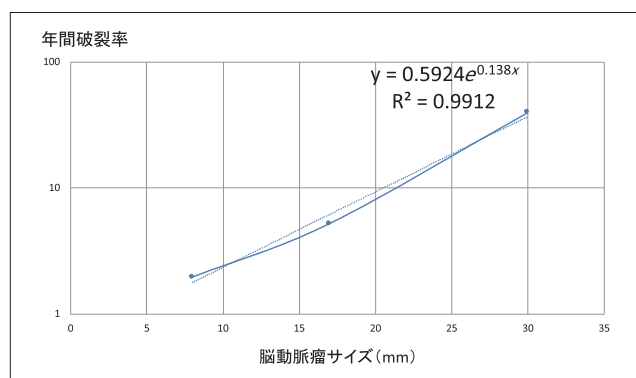


図9 (7mm以上) 前交通動脈瘤年間破裂率, 指数関数近似曲線

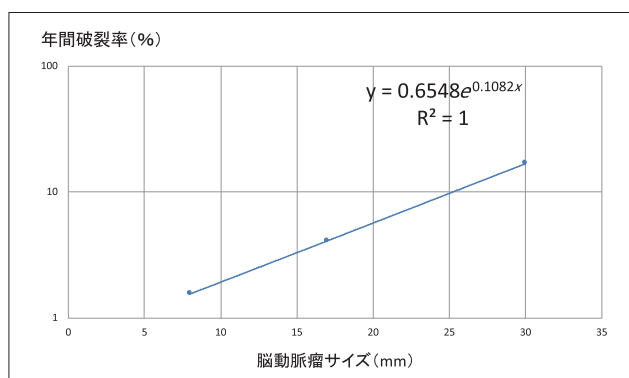


図10 (7mm以上) 中大脳動脈瘤年間破裂率, 指数関数近似曲線

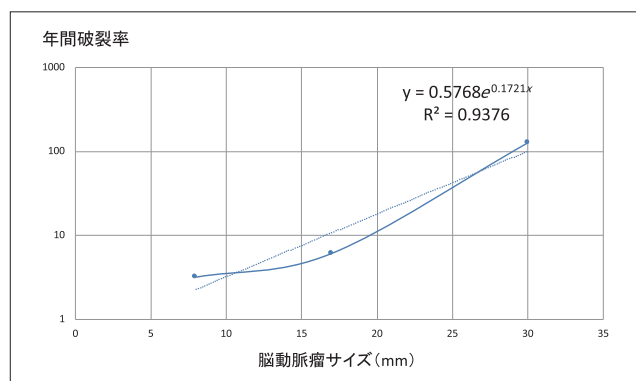


図11 (7mm以上) 内頸動脈後交通動脈・分岐部動脈瘤年間破裂率, 指数関数近似曲線

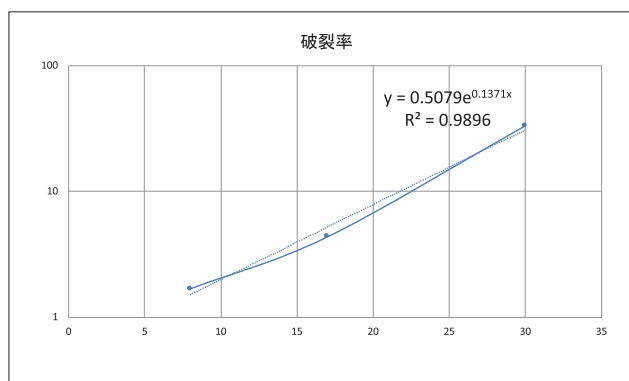


図12 (7mm以上) 脳動脈瘤全体, 年間破裂率, 指数関数近似曲線

サイズでの年間リスクを理解することには役立つと思われる。さらに外来での説明用に背景色・文字色を段階変化させた年間破裂率表も作成した（表4）。

利益相反

本論文に関して、開示すべき利益相反なし。

結 語

UCAS Japan のデータを基に指数関数を用いた脳動脈瘤年間破裂率表を、動脈瘤発生部位・サイズ別に作成した。大型動脈瘤の破裂率の理解に役立てば幸いである。

文 献

- 1) UCAS Japan Investigators, Morita A, Kirino T, Hashi K, et al: The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. N Engl J Med 2012; 366: 2474-82

表4 脳動脈瘤サイズと年間破裂率 (%)

サイズ (mm) 部位	3-4	5-6	7-9	11	13	15	17	20	23	25<
前交通 動脈瘤	0.90	0.75	1.97	2.70	3.56	4.69	6.18	9.36	14.1	39.8
中大脳 動脈瘤	0.23	0.31	1.56	2.15	2.67	3.32	3.73	5.70	7.89	16.9
内頸動脈・ 後交通動脈瘤	0.41	1.00	3.19	3.82	4.30	5.40	10.8	18.0	30.2	127
脳底 動脈瘤	0.23	0.46	0.97	1.86	2.89	4.47	6.94	13.3	25.6	118
動脈瘤 全体	0.36	0.50	1.69	2.29	3.02	3.97	5.22	7.80	11.8	33.4

Preparation of annual rupture rate table for unruptured cerebral aneurysms using the exponential function

Koichi SATOH¹⁾, Mami HANAOKA¹⁾, Natsumi TESHIMA²⁾,
Yoshitaka KURASHIKI²⁾, Kazuhito MATSUZAKI²⁾, Hitoshi NIKI³⁾

- 1) Division of Neuro-Endovascular Surgery, Tokushima Red Cross Hospital
- 2) Division of Neurosurgery, Tokushima Red Cross Hospital
- 3) Division of Neurology, Tokushima Red Cross Hospital

Information regarding the natural course of unruptured cerebral aneurysms is very important from the perspective of informed consent. In Japan, data from the Unruptured Cerebral Aneurysm Study of Japan is widely used, but the problem with this data is that an aneurysm with a diameter between 10 to 24 mm (where the difference between the minima and maxima of the group is more than twice the radius) is handled collectively as an aneurysm. An attempt was made to create a reasonable chart for the annual rupture rate of aneurysms in this size range. An exponential approximation curve fits the aneurysm size and annual rupture rate, and the equation was determined as $y=0.6548e^{0.1082x}$ ($R^2 = 1$) for middle cerebral artery aneurysms, $y=0.5924e^{0.138x}$ ($R^2 = 0.9912$) for anterior communicating artery aneurysms, $y=0.5768e^{0.1721x}$ ($R^2 = 0.9376$) for internal carotid artery-posterior communicating artery aneurysms, and $y=0.1697e^{0.2181x}$ ($R^2 = 1$) for basilar artery aneurysms. The consolidated equation for all aneurysms was $y=0.5079e^{0.1371x}$ ($R^2 = 0.9896$).

Key words: unruptured cerebral aneurysms, annual rupture rate, natural course, exponential function, simplified chart

Tokushima Red Cross Hospital Medical Journal 25 : 1 - 6 , 2020
