

妊娠に合併した脳卒中に対する脳血管内手術

—人体ファントムを用いた下腹部被曝量測定からの考察—

田中鉄兵¹⁾ 定藤章代¹⁾ 早川基治¹⁾ 安達一英¹⁾
 石原興平¹⁾ 大枝基樹¹⁾ 山城 慧¹⁾ 立山慎一郎¹⁾
 伊藤勝祥²⁾ 稲俣丈司¹⁾ 加藤庸子¹⁾ 廣瀬雄一¹⁾

Endovascular treatment of stroke during pregnancy: Measuring the radiation exposure dose of lower abdomen using the human body phantom

Tepei TANAKA¹⁾ Akiyo SADATOH¹⁾ Motoharu HAYAKAWA¹⁾ Kazuhide ADACHI¹⁾
 Kohei ISHIHARA¹⁾ Motoki OOEDA¹⁾ Satoshi YAMASHIRO¹⁾ Shinichiro TATEYAMA¹⁾
 Katsuyoshi ITO²⁾ Joji INAMASU¹⁾ Yoko KATO¹⁾ Yuichi HIROSE¹⁾

1) Department of Neurosurgery, Fujita health University School of Medicine

2) Department of Radiology, Fujita health University School of Medicine

●Abstract●

Objective: Exposure to radiation, contrast medium, and antithrombotic agents is problematic in endovascular treatment of stroke during pregnancy. Here, we report the possible effect of radiation exposure on fetal gonadal tissue during radiological examinations.

Methods: We measured the amount of radiation exposure to the lower abdomen by transbrachial cerebral angiography using the RANDO[®] Phantom system and thermoluminescence dosimetry.

Results: The head (external occipital protuberance) was exposed to a maximum radiation dose of approximately 800 mGy, and the gonad was exposed to a mean radiation dose of approximately 0.05 mGy. Radiation exposure to the fetus was exceptionally low.

Conclusions: Radiation exposure to the fetus, and therefore its influence on the fetus, is exceedingly low in endovascular treatment of stroke during pregnancy.

●Key Words●

contrast medium, endovascular treatment, pregnancy, radiation exposure, stroke

1) 藤田保健衛生大学 脳神経外科

2) 藤田保健衛生大学 放射線部

<連絡先: 田中鉄兵 〒470-1192 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪1-98 E-mail: brondy@jd5.so-net.ne.jp>

(Received April 6, 2013 : Accepted September 15, 2013)

緒 言

妊娠に合併した脳卒中は、頻度は1万分娩あたり約2～8例と少ないものの、発症した場合の死亡率は約3～38%と重症例が多く最も重篤な妊娠合併症の一つである^{11,14,16)}。近年、脳神経外科領域における血管内治療の果たす役割は増し、すでに標準的な手術となりつつあるが、妊婦に対しては放射線被曝や造影剤、抗凝固・抗血小板療法などさまざまな問題が存在する。今回、人体ファントムを用いて下腹部被曝線量を測定し胎児に与える

影響につき検討した。さらに妊娠に合併した脳卒中に対し脳血管内治療を行った自験2症例について報告する。

方 法

人骨の内蔵された人体に極めて近い人体ファントム(ランドファントム[®])と熱蛍光線量計素子(TLD)200本を使用し、右上腕動脈からのアプローチによる脳血管造影検査と脳血管内治療に準じた透視・撮影条件下で下腹部被曝線量の検討を行った(Fig. 1)。TLDはトレーサビリティを有するものを用い、各測定地点に3本ずつ



Fig. 1 Phantom Laboratory RANDO® Dosimetric Phantoms

Table 1 Image acquisition conditions and fluoroscopic exposure time.

position	II size (inch)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Time (sec)	Fluoroscopic condition	
					Cumulative time	etc
arm	12	57	0.7	60		
upper arm	12	63	1.8	60	2 "18	
chest	12	67	2.5	600	12 "18	
neck (A-P)	12	65	2.2	300	17 "23	SID F 99 cm
neck (lateral)	12	59	0.9	300	22 "19	SID L108 cm
head (A-P)	9	77	4.0	300	27 "29	SID F 99 cm
head (lateral)	12	67	2.4	300	32 "19	SID L108 cm

A-P: anteroposterior view

position	II size (inch)	Tube voltage (kV)	Tube current (mA)	Time (msec)	Photographic condition (CLA24, 7.5f/S, above 6 times, below 9 times)	
					Exposure time (sec)	etc
Head (A-P)	9	62	400	5.0	14.993	SID F 90 cm
Head (lateral)	12	60	400	5.0	14.993	SID L 97 cm
Head (A-P)	6	72	400	5.0	14.993	
Head (lateral)	6	70	400	5.0	14.993	

I. I: image intensifier, SID: source image receptor distance

配置し測定した。使用機材は以下の通りとし、延べ透視時間は32分19秒、撮影は弱拡大で6回、強拡大で9回行った (Table 1)。

高電圧発生装置：島津 AUD1500G

X線管：島津 CIRCLEX 0.2T/0.8JG346C-270AH
SER.No 03193 MAX125 kV

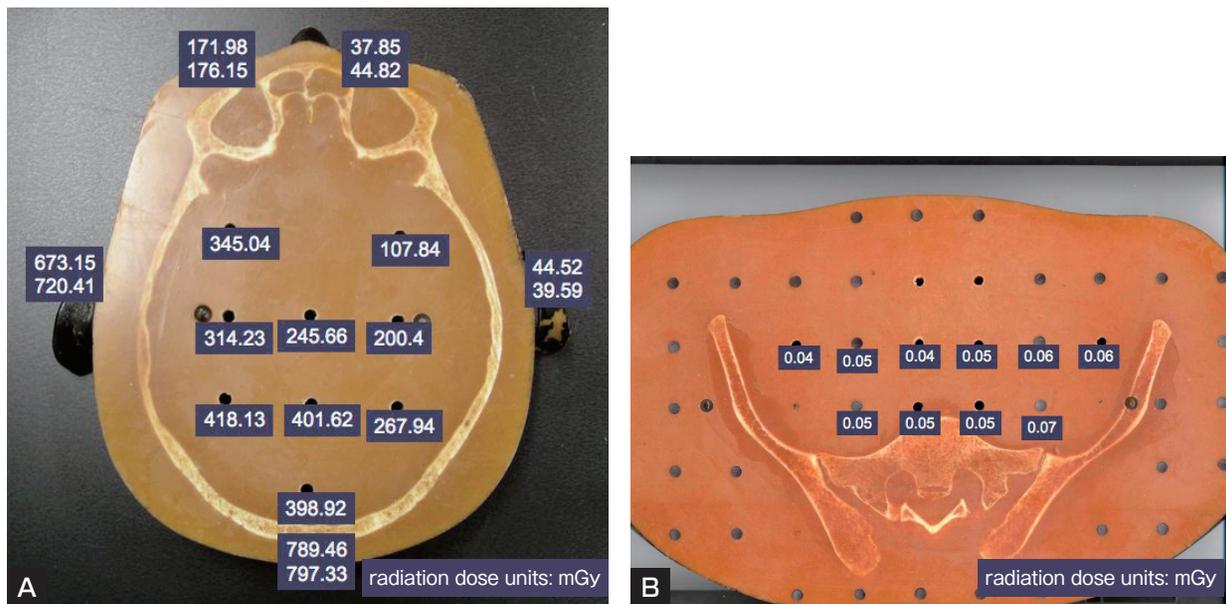


Fig. 2 Measuring the radiation exposure doses.
A : Cranial phantom
B : Lower abdominal phantom

FOCUS 0.2/0.2/0.8 mm

MANUFACTURED OCTOBER 2003

Permanent Filtration 2.0 mmAl at 70 kV

Image intensifier : 島津 IA-12LM21R IA-12LM

822461 TH-1204 DC24 V 3.2 A

人体ファントム : The Phantom Laboratory RANDO
Dosimetric Phantoms

熱蛍光線量計素子 (TLD) : KYOKKO MSO-S

熱蛍光線量計リーダー : KYOKKO 2500

なお、このファントムにおいて腹部に放射線防護のためのプロテクターは使用していない。

結果

人体ファントムの頭部における入射表面線量の最大値は、外後頭隆起周辺の約 800 mGy であった (Fig. 2A)。一方で、人体ファントムの下腹部被曝線量 (妊婦生殖腺被曝線量) は平均 0.05 mGy、最大でも 0.07 mGy と極めて低い値であった (Fig. 2B)。これらの結果から脳血管内治療において 5000 mGy 程度の頭部被曝があると仮定した場合に、生殖腺は 0.5 mGy 程度 (頭部最大線量の 0.01%) の被曝があると推測された。この値は、ICRP の勧告基準となる 100 mGy には遠く及ばなかった。

症例呈示

以下に当院にて妊娠に合併した脳卒中に対し経上腕アプローチにて脳血管内治療を施行した 2 症例を呈示する。

1. 症例 1

35 歳、女性 (妊娠 22 週、3 経妊 1 経産)。頭痛を主訴に他院を受診し脳動静脈奇形 (cerebral arteriovenous malformation ; AVM) に伴う右視床出血と診断された。保存的療法を施行するも 5 日後に再出血し当院転院となった (Fig. 3A)。脳血管造影では右 posterior choroidal artery (Pchor) を feeder とする Spetzler-Martin grade 3 の AVM を認めた。左側脳室に突出したナイダスを認め再々出血のリスクが高いと考えられ、一方で妊娠週数からは胎児の母体外生存は可能ではあるものの妊娠の継続が望ましいと判断し妊娠継続下で局所麻酔下にて血管内治療を行った。血管内治療は直接被曝を避けるため右上腕穿刺からのアプローチとし腹部は前後からプロテクターを着用して行った (造影剤イオパミロン[®]300 134 mL、管球に設置してある面積線量計での線量 2183 mGy 透視時間 39.1 分)。ヘパリン 3000 単位を静注し Magic1.2 (Balt, Montmorency, France) /Mirage (ev3 Neurovascular, Irvine, CA, USA) にて Pchor を選択した。

誘発テスト（イソゾール 25 mg）が陰性であることを確認し、22%n-ブチルシアノアクリレート（NBCA）・リピオドール混合液 0.45 mL を用いて経動脈的塞栓術を施行した（ヘパリンは合計 4000 単位使用した）（Fig. 3B）。後方の feeder は選択が困難であったが、脳室に突出したナイダスは閉塞したため再々出血のリスクは低くなったと判断し治療を終了した（Fig. 3C）。術後経過は良好で妊娠 36 週 4 日に帝王切開で出産した（体重 2760g, Apgar score 8/9, major anomaly なし）。母児ともに健康で modified Rankin Scale (mRS) 1 にて退院した。残存する AVM に対しては出産後 γ ナイフを施行し現在外来通院中である。

2. 症例 2

38 歳、女性（妊娠 29 週 1 日、3 経妊 1 経産）。くも膜下出血 World Federation of Neurological Surgeons (WFNS) grade III で当院入院となった（Fig. 4A）。精査の結果左 anterior inferior cerebellar artery (AICA) に最大径 5.5 mm 程の紡錘型に拡張した解離性脳動脈瘤を認め緊急血管内手術（コイルによる動脈瘤および母血管閉塞術）を施行した（Fig. 4B）。症例 1 同様に局所麻酔下にて右経上腕動脈アプローチとし、腹部は前後からプロテクターを着用したうえで治療を行った（造影剤イオパミロン[®] 300 105 mL。管球に設置してある面積線量計での線量 1823 mGy。透視時間 36 分）。ヘパリンは 3000 単位使用し 5Fr ガイディングカテーテルを右椎骨動脈に留置し、Excelsior SL-10 (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) を瘤内に誘導した。瘤内から手前の母血管にかけて Matrix 2 360 (Stryker), ED coil (カネカメディックス, 大阪) などを使用して瘤内および母血管閉塞術を施行した。術後、transabdominal ultrasonography (TAUS) で胎児心拍と胎盤剥離のないことを確認した。その後も特に変わりなく経過したが、術後の経過中に静脈洞血栓症を合併し低分子ヘパリン（フラグミン[®] 5000 単位/日）の持続投薬を要した。妊娠 40 週 6 日に経膈分娩にて出産した（体重 3105 g, Apgar score 9/10）。mRS 1 で退院となった。

上記 2 症例はいずれも放射線防御のためのプロテクターを腹部の前後から着用し、局所麻酔下で経上腕動脈アプローチにて行った。胎児に明らかな異常は認めず発育異常も認めていない。

考 察

妊婦に対する脳血管内手術では、胎児の放射線被曝や種々の薬剤の影響が危惧される。以下に当施設での人体ファントムによる下腹部被曝線量計測の結果も鑑みて、脳血管内治療の安全性について考察する。

1. 放射線被曝

放射線被曝による胎芽、胎児への影響は、その放射線線量と照射される時期によって影響が大きく異なる（Table 2）。胎芽、胎児は子供や成人に比し放射線の感受性は大きく、特に器官形成期の妊娠 8 週までは放射線感受性が高いが、それ以降であれば胎児への放射線の影響は低いと考えられ、過度に心配する必要はないとされている^{8,13}。また、器官形成期であっても、2004 年の The American college of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) のガイドライン¹⁾、本邦の 2011 年産婦人科診療ガイドライン（産科編）¹⁸⁾ で『受精後 11 日～妊娠 10 週での胎児被曝は奇形を発生する可能性はあるが、50 mGy 未満では奇形発生率を増加させない』と明記してある。一般に脳卒中の原因となる動脈瘤破裂や AVM からの出血は母体の心拍出量が急激に増え、ホルモンの影響を受けやすい third trimester, すなわち器官形成期以降に発症することが多いとされている^{3,17,21)}。このため妊娠中に発症した脳卒中の多くは、胎児に対する放射線被曝の影響が比較的低い時期であると考えられる。

International Commission on Radiological Protection (ICRP) の勧告¹⁰⁾によると子宮内被曝による胎児の影響において奇形の確定的影響の限界線量であるしきい値は 100 mGy, 精神運動発達遅延は 100～200 mGy とされ、100 mGy 未満の胎児被曝を妊娠中絶の理由にしてはならないとしている。今回の実験結果から、経上腕動脈からのアプローチによる脳血管内治療においても、下腹部被曝線量は上記 ICRP の勧告や ACOG のガイドラインよりも極めて低い被曝線量が想定された。本検討において経大腿動脈からの実験は行っていないため直接比較することはできないが、腹部への直接被曝を避けるための経上腕動脈アプローチは、放射線被曝の低減に少しでも貢献できると考えている。

2. 造影剤

ヨード造影剤の胎盤通過性や胎児への移行性は確認されているものの、どの程度の期間で胎児から排泄されるのかなどのデータはないため胎児への安全性は明らかで

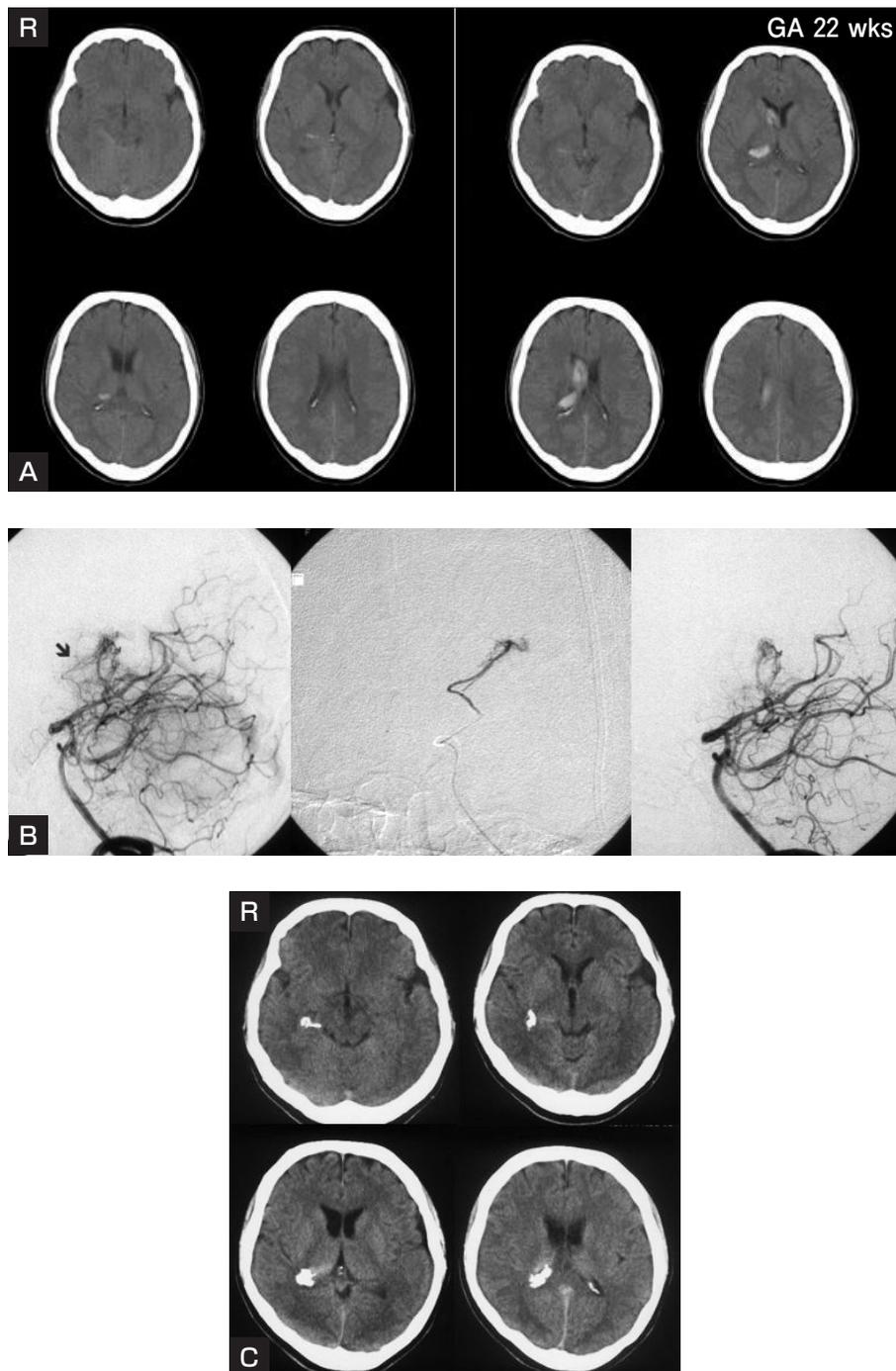


Fig. 3

- A : (Left) Plain CT showing right thalamic hemorrhage.
 (Right) Plain CT showing re-bleeding with intraventricular hemorrhage.
 GA: gestational age, wks: weeks
- B : DSAs acquired during embolization of the arteriovenous malformation.
 (Left) Lateral view of the left vertebral angiogram (VAG). The malformation is fed by branches of the posterior choroidal arteries (Pchor, arrow).
 (Center) Superselective angiogram of the Pchor. This feeding artery was embolized using 0.45 mL amount of volume of 22% n-butyl-cyanoacrylate (NBCA).
 (Right) Lateral view of the post operative right VAG showing partial occlusion of the feeder.
- C : Post-operative CT showing the NBCA cast in the nidus and protruding into the left lateral ventricle.

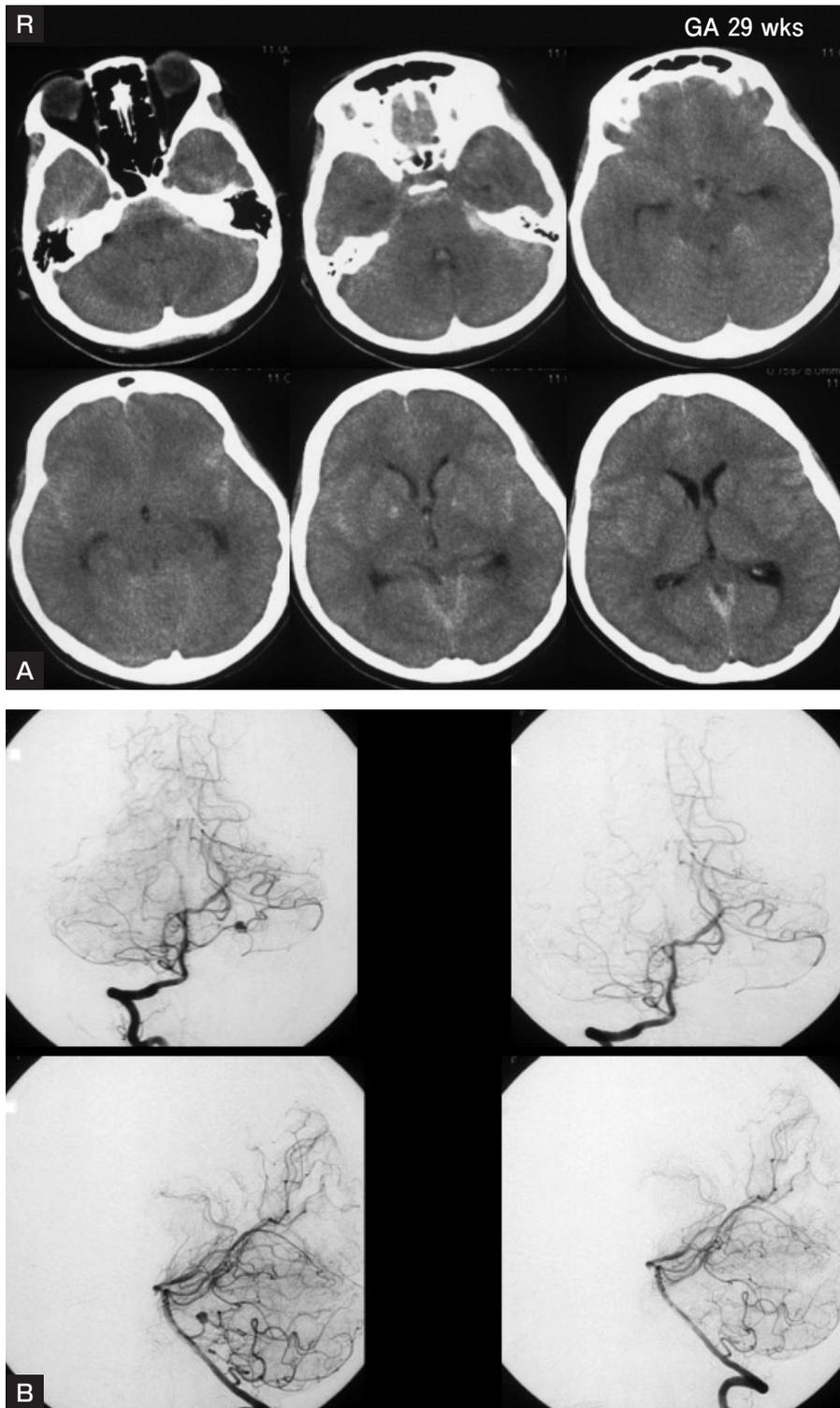


Fig. 4

A : Plain CT on admission shows a subarachnoid hemorrhage predominantly localized in the left posterior cranial fossa.

B : Preoperative (left) and postoperative (right) DSA of the right vertebral artery.

(Left) Anteroposterior (AP) and lateral views show a dissecting aneurysm at the left distal anterior inferior cerebellar artery (AICA).

(Right) AP and lateral views show obliteration of the AICA, and aneurysm.

Table 2 Influence of radiation exposure on the fetus.¹⁵⁾

	Preimplantation phase	Organogenic period	Organogenic Period	Fetal Period	Fetal Period	
After comception	0~8 days	2~8 wks	8~15 wks	15~25 wks	25 wks~	threshold (mGy)
abortion (embryo/fetus death)	+++	+	-	-	-	100~
malformation	-	+++	-	-	-	100~200
Development delay	-	+	+	+	+	100~ (animal experiment)
Mental retardation	-	-	+++	+	-	120
Malignant neoplasm	-	+	+	+	+	50~
Genetic effect	-	-	-	-	-	1000~1500

wks: weeks

ない²⁾。一方でEuropean Society of Urogenital Radiology (ESUR) ガイドライン²⁷⁾によると、『造影剤による催奇形性作用の報告は今までにない』とされている。したがって臨床判断によって使用せざるを得ない場合には造影剤の胎児に対する安全性の評価がどのように位置づけられているかを知っておく必要がある。米国食品医薬品局 (Food and Drug Administration ; FDA) による薬剤胎児危険度分類基準²⁸⁾では造影剤はカテゴリーB (ヒトでの対照試験はないものの、動物実験では胎児への危険性が否定されているもの。または、動物実験で胎児への有害な作用がみられるもの、妊婦で胎児への危険性が否定されているもの) に分類されている。また、オーストラリアでも同様のリスク分類基準²⁹⁾が存在し、FDAと同様の評価がある。

よって、造影剤の使用は原則として妊婦に対して控えるべきであるが、その必要性があれば過度にその影響を心配し躊躇する必要はないと考えられる。本報告では症例1で134 mL、症例2で105 mLのヨード造影剤を使用したのが特に問題は生じていない。また過去の報告では220 mL使用したが問題なかったという報告がある²³⁾。

3. 抗血栓薬

ヘパリンは分子量が5000~20000と大きく、また陰性荷電を持っているので胎盤通過性がなく⁴⁾ 催奇形性はないとされているが、長期投与では脱灰化促進による母体の骨折の危険性などが指摘されている。しかし臨床的に有益性があれば使用を考慮すべきである。2011年産婦人科診療ガイドライン産科編にも、血栓症のリスクが高い妊婦に対してのヘパリンの使用は2004年肺血栓塞

栓症 / 深部静脈血栓症予防ガイドラインに準拠し、非妊婦と同様に対処するとある。低分子ヘパリンについては、海外では積極的に使用されているが、日本では妊婦への使用は添付文書上禁忌とされている^{7,22)}。FDAではヘパリンはカテゴリーC (動物試験で催奇形性や胎仔毒性が認められているが、ヒトでの対照試験はないもの。また、ヒト、動物のいずれの試験も参考とできるデータのないもの)、低分子ヘパリンはBと位置づけられており、母体の状況を十分に考慮した上でヘパリンを使用することは容認できると考えられる。なお、ワーファリンは催奇形性の問題から原則禁忌とされている。

一方、抗血小板薬は日本の添付文書上は概ね禁忌であるが、FDAではアスピリンはC、チクロピジンB、シロスタゾールはCと分類されている。アスピリンの安全性については、海外のメタアナリシスの報告¹⁵⁾において、腸管破裂に関しては有意なリスク上昇が認められたが、先天異常の発生率に関してはコントロール群との間に有意差は認められなかったと報告している。また、本邦でも妊娠末期までアスピリンを服用した場合の安全性は、新生児経過において出血傾向、頭血腫、過度の体重減少などは認められなかったと報告¹⁹⁾されている。習慣性流産の予防にアスピリンが一般的に使用されている現状²⁴⁾からは、若干のリスクは存在するものの妊婦に対する低用量アスピリンの服用は許容されていると考えられる。

4. 妊娠中の脳卒中

1) 動脈瘤

妊娠期間中の動脈瘤破裂の時期はthird trimester

55%, second trimester 31%と報告されており, 血行力学的な変化と内分泌的变化が動脈瘤の発育や破裂に重大な役割を果たしていると考えられている³²⁾. 妊娠期間中の動脈瘤破裂は, 再出血 31~50%, 死亡率 50~68%とされ保存的療法群の予後は極めて不良である²⁵⁾. よって再破裂のリスクを考えると可及的早期の治療が望まれる. 2000年頃より妊娠中のコイル塞栓術の報告が散見されるが, 胎児の予後を含めその治療成績は比較的良好である²⁰⁾.

2) AVM

妊娠中のAVMによる出血率は非妊婦と比較してそのリスクは一定の見解は得られていない. Hortonら⁹⁾はAVMを有する451人の女性, 540回の妊娠でのstudyにおいて妊娠中の出血率は3.5%としており, 従来の報告⁵⁾とさほど変わらないとしている一方で, Grossら⁶⁾によると再出血率は8.1%と従来の報告より少し高くなるとしている. いずれにしてもAVMからの出血のリスクは比較的 low, 妊娠中の未破裂AVMは原則保存的療法が望ましい. しかし一方で出血した場合の再出血率は妊婦では27~30%と通常よりも高く, その死亡率も10~40%と高い¹²⁾. 出血発症のAVMに対し急性期に血管内手術を施行し, 再出血を予防できたとする報告もある²⁶⁾ので, 症例1のように再出血のリスクが高いと考えられる場合は根治に至らなくても血管内手術で出血点の処置を行うことは有用と考えられる. なお, 妊婦に対するOnyx (ev3 Neurovascular)の使用については添付文書上原則禁忌とされている.

結 語

人体ファントムとTLDを用いて下腹部被曝線量を測定し, 胎児に与える放射線被曝の影響について検討した. 経上腕動脈アプローチによる脳血管内治療が胎児に与える被曝の影響は極めて低いものと考えられた. また, 妊娠中に発症した脳卒中に対し血管内治療を施行した2症例は, 妊娠継続下で治療を行い良好な結果を得ることができた. 妊婦に対する脳血管内治療は放射線や造影剤, 抗血栓療法など, さまざまな問題はあるものの安全かつ有効に治療を行う事が可能であり, 母体の救命のみならず妊娠を継続するうえで有用と考えられる.

本論文に関して, 開示すべき利益相反状態は存在しない.

文 献

- 1) ACOG Committee on Obstetric Paractice: ACOG Committee Option. Number299, September 2004 (replaces No.158, September 1995). Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy. *Obstet Gynecol* **104**:647-651, 2004.
- 2) ACR (American College of Radiology) Manual on contrast media version 5, 2004.
- 3) Dias MS, Sekhar LN: Intracranial hemorrhage from aneurysms and arteriovenous malformations during pregnancy and the puerperium. *Neurosurgery* **27**:855-865, 1990.
- 4) Flessa HC, Kapstrom AB, Glueck HI, et al: Placental transport of heparin. *Am J Obstet Gynecol* **93**:570-573, 1965.
- 5) Graf CJ, Perret GE, Torner JC: Bleeding from cerebral arteriovenous malformations as part of their natural history. *J Neurosurg* **58**:331-337, 1983.
- 6) Gross BA, Du R: Hemorrhage from arteriovenous malformations during Pregnancy. *Neurosurgery* **71**:349-356, 2012.
- 7) Guideline for management of anticoagulant and antiplatelet therapy in cardiovascular disease. *Circulation Journal* **68**(supply 4):1197-1199, 2004.
- 8) 長谷川浩一, 深見真二郎, 松邨宏之, 他: 妊娠中の破裂脳動脈瘤の治療. *脳卒中の外科* **31**:187-190, 2003.
- 9) Horton JC, Chambers WA, Lyons SL, et al: Pregnancy and the Risk of Hemorrhage from Cerebral Arteriovenous Malformations. *Neurosurg* **27-6**:867-872, 1990.
- 10) International Commission on Radiological Protection: The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Oxford (UK), Pergamon Press, 2007.
- 11) Jaigobin C, Silver FL: Stroke and pregnancy. *Stroke* **31**:2948-2951, 2000.
- 12) Jermakowics WJ, Tomycz LD, Ghiassi M, et al: Use of endovascular embolization to treat a ruptured arteriovenous malformation in a pregnant woman: a case report. *J Med Case Rep* **23**:113, 2012.
- 13) Kasama T, Ota K: Radiological protection for diagnostic examination of pregnant women. *Congenital Anomalies* **42**:10-14, 2002.
- 14) Kittner SJ, Stern BJ, Feeser BR, et al: Pregnancy and the risk of stroke. *N Engl J Med* **335**:768-774, 1996.
- 15) Kozer E, Nikfar S, Costei A, et al: Aspirin consumption during the first trimester of pregnancy and congenital anomalies: a meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol* **187**:1623-1630, 2002.
- 16) Liang CC, Chang SD, Lai SL, et al: Stroke complicating pregnancy and the puerperium. *Eur J Neurol* **13**:1256-1260, 2006.
- 17) Marshman LA, Aspoas AR, Rai MS, et al: The implications of ISAT and ISUIA for the management of cerebral aneurysms during pregnancy. *Neurosurg Rev* **30**:177-180, 2007.
- 18) 水上尚典, 是澤光彦, 平松裕司, 他: 産婦人科診療ガイドライン-産科編 2011. 日本産婦人科学会, 日本産婦人科医

- 会 編集・監修. 東京, 日本産婦人科学会, 2011, 44-47.
- 19) 望月昭彦, 渡辺典芳, 鈴木啓太郎, 他: 低容量アスピリンを妊娠末期まで内服した場合の母児への安全性に関する臨床的検討. 日本産科婦人科学会雑誌 **57**:735, 2005.
 - 20) Pumar JM, Pardo MI, Carreira JM, et al: Endovascular treatment of an acutely ruptured intracranial aneurysm in pregnancy: report of eight cases. *Emerg Radiol* **17**:205-207, 2010.
 - 21) Stoodley MA, Macdonald RL, Weir BK: Pregnancy and intracranial aneurysms. *Neurosurg Clin N Am* **9**:549-556, 1998.
 - 22) 杉浦 基: 産科領域における抗血栓療法の特異性 (産婦人科の立場より). 日本血栓止血学会誌 **19**:745-749, 2008.
 - 23) 武智昭彦, 佐々木潮, 武田哲二, 他: 妊婦の破裂脳動脈瘤に対する血管内治療. *Jpn J Neurosurg* **13**:533-538, 2004.
 - 24) 竹下俊行, 峯克也, 平原史樹: 不育症治療による低用量アスピリン療法の安全性に関する検討 (分担課題). 平成 22 年度厚生労働科学研究費補助金分担研究報告書 2010, 113-115.
 - 25) Tarnaris A, Haliasos N, Watkins LD: Endovascular treatment of ruptured intracranial aneurysms during pregnancy: is this the best way forward? Case report and review of the literature. *Clin Neurol Neurosurg* **114**:703-706, 2012.
 - 26) van Rooji WJ, Jacobs S, Sluzewski M, et al: Endovascular treatment of ruptured brain AVMs in the acute phase of hemorrhage. *AJNR* **33**:1162-1166, 2012.
 - 27) Webb JA, Thomsen HS, Morcos SK: The use of iodinated and gadolinium contrast media during pregnancy and lactation. *Eur Radiol* **15**:1234-1240, 2005.
 - 28) Summary of proposed rule on pregnancy and lactation labeling. U.S. Food and Drug Administration. [cited 11 Dec 2009]. Available from: <http://www.fda.gov/Drugs/DevelopmentApprovalProcess/DevelopmentResources/Labeling/ucm093310.htm>
 - 29) Australian categorization system for prescribing medicine in pregnancy. Department of Health and Aging Therapeutic Goods Administration. Australian Government [cited 4 May 2011]. Available from: <http://www.tga.gov.au/hp/medicines-pregnancy-categorisation.htm>

要 旨

JNET 7:243-251, 2013

【目的】 妊婦に対する脳血管内治療には、放射線被曝や造影剤、抗血栓療法など、さまざまな問題が存在する。今回、人体ファントム（ランドファントム[®]）を用いて下腹部被曝線量を測定し、胎児に与える放射線被曝の影響につき検討したので、自験例 2 例とともに報告する。**【方法】** ランドファントム[®] と熱蛍光線量計素子を用いて、頭部血管造影（右上腕穿刺）・脳血管内治療に準じた透視・撮影を行い、生殖腺に相当する部位における被曝線量を計測した。**【結果】** 頭部（外後頭隆起周辺）で最大約 800 mGy 程度の被曝線量に対し、生殖腺相当部位の下腹部における被曝線量は平均 0.05 mGy 程度であり、妊娠中であっても胎児に与える影響は極めて低いことが予想される結果であった。**【結論】** 妊婦に対する脳血管内治療に対して胎児に生じる被曝の影響は極めて低いと考えられた。妊娠中の脳血管内治療には、被曝以外にもさまざまな問題はあるものの、諸注意点に留意すれば安全かつ有効に治療を行うことが可能と考えられる。