

## ウシの卵円孔の早期狭窄

村上隆之\*・萩尾光美\*\*・浜名克己\*\*\*・森友靖生\*\*\*\*

### Premature Narrowing of the Foramen Ovale in Cattle

Takayuki MURAKAMI, Mitsuyoshi HAGIO, Katsumi HAMANA and Yasuo MORITOMO

(平成5年5月7日受理)

There was no heart with a premature closure of the foramen ovale (FO), but a premature narrowing of the FO was observed in 6 of 295 bovine hearts showing congenital cardiac anomalies. One of them was associated with aortic atresia with an intact ventricular septum, and the remaining 5 were associated with double outlet right ventricle with an intact ventricular septum. In all the hearts, FO was narrow and shallow continuation of the right atrial cavity between the septum primum and septum secundum. The cranial portion of FO communicated with the left atrial cavity through openings smaller than 6 mm in diameter. In 5 cases, the anomalous communications between the left ventricular cavity and coronary arteries were small and the hearts showed hypoplasia of their left side. Another heart had large anomalous communication and a well-developed left ventricle.

**Key words:** Bovine heart, Foramen ovale, Premature narrowing.

### 緒言

胎生期の哺乳類の心臓には卵円孔 (FO) と呼ばれる大きい心房間連絡路が存在し、後大静脈血は右心房からFOを介して左心房に流入している<sup>1,2)</sup>。このFOは動物の出生後に機能的閉鎖を経て恒久的な解剖学的閉鎖にいたるが<sup>2,3)</sup>、ウシではその時期は生後17日以後である<sup>4,5)</sup>。

ヒトでは稀に胎生期にFOが閉鎖、または狭窄することがあり、FOの早期閉鎖、または早期狭窄と呼ばれている<sup>6-9)</sup>。FOが胎生期に閉鎖、または狭窄した心臓では、胎生期の肺循環血流量が乏しいため、心室中隔欠損が存在しなければ左心への血流量が著しく減少し、左心形成不全を招くことがあるといわれている<sup>6,7)</sup>。ウシではFOの早期閉鎖や狭窄に関する報告は見られないので、その有無について検討することにした。

### 材料と方法

材料は宮崎大学に保存されているウシ (8か月齢胎子~6歳) の奇形心295例で、いずれもホルマリンで固定されたものを肉眼的に観察した。また、左心室腔と冠状動脈の異常連絡が疑われるものは左心室壁をパラフィン切片、アザン染色標本として顕微鏡的に観察した。

### 結果

ウシの奇形心295例中にFOの早期閉鎖は存在しなかったが、6例 (2%) に早期狭窄が認められた。これら6例中の1例 (No.1) は心室中隔欠損 (VSD) を伴わない大動脈閉鎖と、他の5例 (No.2~6) はVSDを伴わない兩大血管右室起始と、それぞれ合併したもので、他の心奇形を伴わないFOの早期狭窄は存在しな

Table 1. Data in six cases with premature narrowing of FO

Case number	Breeds*	Age	Sex	Cardiac malformations	Left ventricle	Anomalous communications between left ventricular cavity and coronary arteries
1	JB	3 days	♂	aortic atresia	hypoplastic	a few microscopical
2	JB	stillborn	?	double outlet right ventricle coarctation of aorta	hypoplastic	a few microscopical
3	JB	4 days	♀	double outlet right ventricle coarctation of aorta double anterior venae cavae	hypoplastic	a few microscopical
4	JB	4 days	♂	double outlet right ventricle bicuspid pulmonary valves	hypoplastic	a few microscopical
5	Hol	5 days	♀	double outlet right ventricle coarctation of aorta	hypoplastic	a few microscopical
6	Hol	5 days	♂	double outlet right ventricle	well developed	many small macroscopical

\* JB: Japanese Black, Hol: Holstein.

かった (Table 1).

FOの早期狭窄を示した心臓では、いずれも心房中隔の一次中隔は肥厚し、右心房側へ膨隆していた。二次中隔は低いながらも右心房側に明瞭に存在していた (Fig. 1, A)。FOは右心房腔が一次中隔と二次中隔の間に浅く進入した狭い腔として認められ、その腔の前部は直径6mm以下の1~数個の小口で左心房腔に連絡していた (Fig. 1, C)。

大静脈は全例とも右心房に流入し、右心房は拡張、肥厚を呈していた。右心室も拡張、肥厚を示し、No.1-5の心尖は右心室のみで形成されていた。肺静脈はいずれも左心房に流入し、左心房は拡張するもの (No.1, 2)、ほぼ正常大のもの (No.5, 6)、やや低形成で小さいもの (No.3, 4) など区々であったが、左心房壁はいずれも肥厚していた。

No.1-5の心臓では、左房室口は狭く、左房室弁は二枚づつ存在していた。これらの左房室弁はいずれも低形成で小さく、腱索も短かったが、弁に肥厚や噴流障害は認められなかった。左心室は小さく、心室塊の左上部に位置していた (Fig. 2)。左心室壁は肥厚して左心室腔は狭く、No.3と4では乳頭筋を欠如していた。心内膜は乳白色を呈して肥厚し、その表面には針尖大の陥凹が数個づつ散在し、その陥凹が左心室壁内の冠状動脈枝と連絡しているのが顕微鏡的に認められた。

No.6では左房室口はやや狭く、二枚の左房室弁もや

や小さい程度で、明らかな低形成は示していなかった。左心室はほぼ正常大で心尖に達し、心尖は左右の心室で形成されていた (Fig. 3)。左心室壁は肥厚し、心内膜も肥厚していた。心内膜面には直径11mm以下の孔が多数存在し、その孔は心内膜下や心筋浅層で迷路状に複雑に吻合し、そこに冠状動脈枝が開口しているのが肉眼でも認められた。この心臓の右冠状動脈に拡張や肥厚は認められなかったが、左冠状動脈は起始部より拡張、蛇行を示し、左心室壁内の冠状動脈枝も拡張していた。

## 考 察

FOの早期閉鎖、または狭窄はヒトでは非常に稀な心奇形で、奇形心の1%以下にしか認められないといわれている<sup>7)</sup>。ウシでは本異常に関する報告はなく、今回の観察例でも奇形心295例中の6例(2%)にFOの早期狭窄を認めたのみで、ウシでもFOの早期閉鎖や狭窄は少いものと考えられる。

FOは胎生期の心臓で、心房中隔の一次中隔前部に二次口が形成され、さらに一次中隔右方の心房背壁から生じる二次中隔が完全な隔壁を形成しないうちに発育を停止することによって形成された心房間連絡路であるが<sup>8,11)</sup>、その早期閉鎖は心房中隔における三種の発育異常で生ずると考えられている<sup>6)</sup>。すなわち、(1)心房中隔形成の早い時期に、一次中隔に二次口が形成

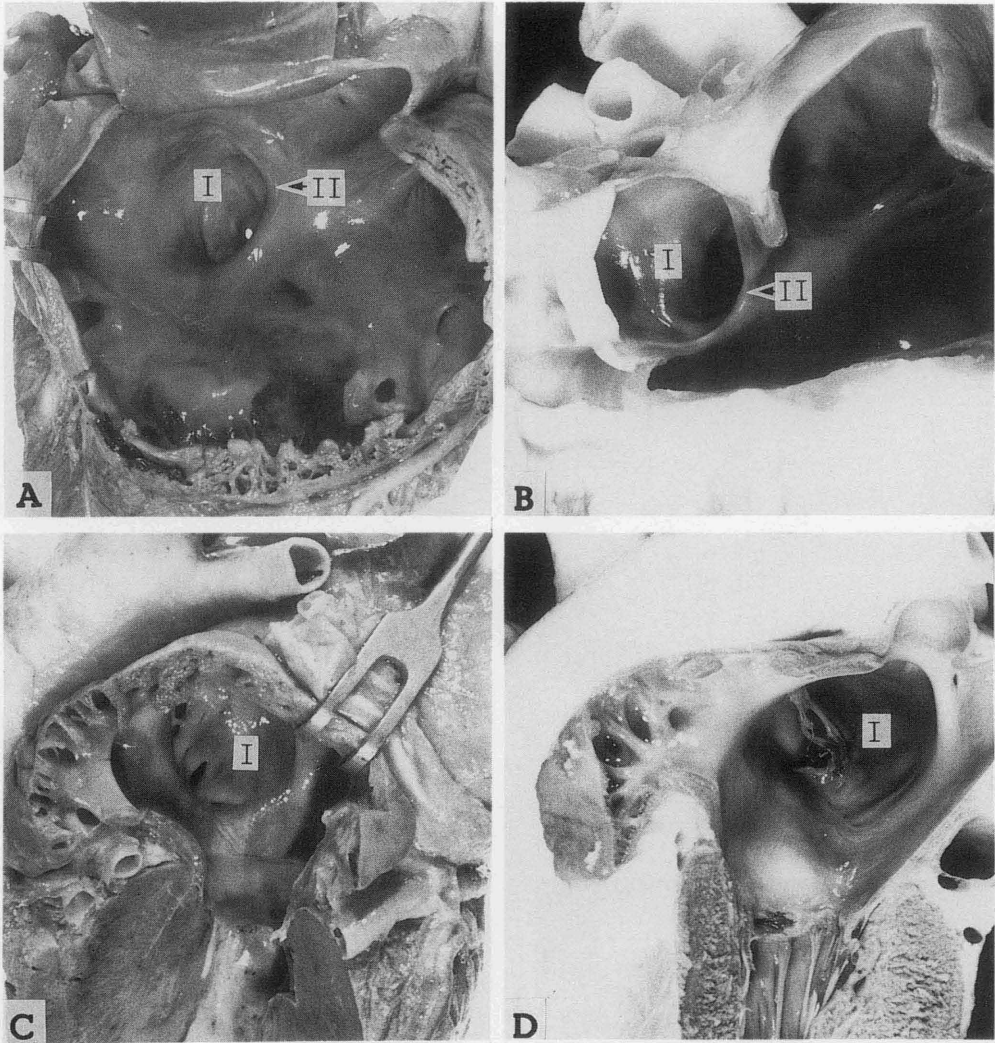


Fig. 1. Premature narrowing of FO in case 5 (A, C) and normal FO in 6-day-old calf (B, D). A and B showed right atrial side and C and D showed left atrial side. I = septum primum, II = septum secundum.

されないか、(2) 二次口は形成されたが、二次中隔が二次口を被った位置で発育を停止せず、さらに発育を続けて二次中隔が単独で完全な心房中隔を形成するか、(3) 二次口と二次中隔は正常に形成されたが、それらに出生後に現われる閉鎖過程と同様の変化が胎生期に生じるため、と考えられている。今回の観察例では、いずれも右心房側に低い二次中隔が存在しており、これら6例の早期狭窄は二次中隔の過剰発育によって生じたものではなかった。ヒトの場合も二次中隔

の過剰発育によるものは少いようである<sup>6)</sup>。今回の観察例は二次口の低形成、または一次中隔の胎生期における肥厚によって生じたものと考えられた。

ヒトではFOの早期閉鎖や狭窄は左心形成不全の原因になることがあるといわれ<sup>6,7)</sup>、今回観察したウシの6例中5例 (No.1-5) も左心形成不全を呈していた。しかし、No.6の1例はFOが明らかに早期狭窄を示していたが、左心はほぼ正常大に発達していた。ヒトでは左心形成不全を伴わないFOの早期閉鎖も多く、そ

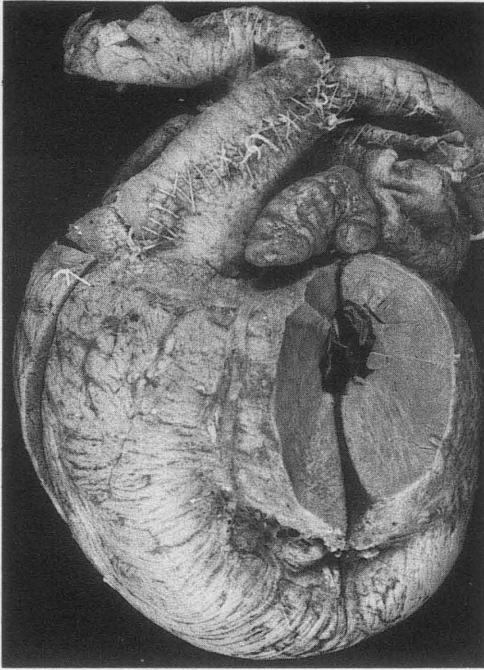


Fig. 2. Hypoplasia of left side of heart in case 3, left lateral view.

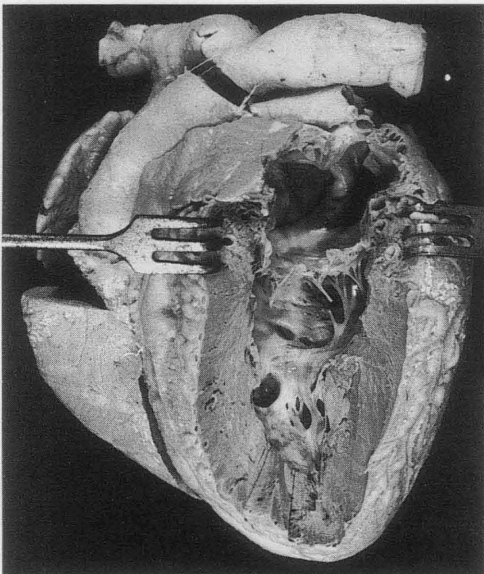


Fig. 3. Heart in case 6 showing well-developed left ventricle, left lateral view.

のような場合のFOの閉鎖は左心が発育した後の胎生後期に生じたものと理解されている<sup>8,12)</sup>。また、左心形成不全の発生原因として、FOの早期閉鎖以外に左房室弁閉鎖や大動脈弁閉鎖が考えられている<sup>12)</sup>。今回観察したウシの奇形心の中に左房室弁閉鎖が3例含まれていたが、それらはいずれもVSDを伴っており、左心形成不全は示していなかった。No.1の心臓はVSDを伴わない大動脈弁閉鎖、No.2-5はVSDを伴わない両大血管右室起始で、大動脈弁閉鎖心と同様に左心室の流出路が存在しない心臓であった。さらに、これら5例の左心室腔と冠状動脈の異常連絡は小さく、少なかった。No.6はVSDの存在しない両大血管右室起始であったが、左心室腔と左冠状動脈の間に大きい多数の異常連絡が存在し、左冠状動脈は拡張していた。これらのことは、本心臓では左心室腔から左冠状動脈、さらに大動脈へ、かなり多量の逆行性の血流が存在していたことを示唆している。本例の心臓は左心が発育した後の胎生後期に二次口が狭窄したものではなく、胎生期の早い時期に二次口が低形成であったが、その二次口を介して右心房から左心房、左心室へと流入した血液が左冠状動脈を介して大動脈へ逆流し、左心の発育に必要な血流量が維持されたものと考えられた。VSDを伴わない大動脈弁閉鎖<sup>15,16)</sup>や両大血管右室起始の心臓<sup>16)</sup>では、左心室腔と冠状動脈が異常連絡を示すのが一般的である。左心形成不全の発生原因として、従来より考えられていたFOの早期閉鎖や狭窄<sup>6,7)</sup>、左房室弁閉鎖や大動脈弁閉鎖<sup>12)</sup>に加え、VSDを伴わない大動脈弁閉鎖や両大血管右室起始の場合は左心室腔と冠状動脈の異常連絡の大きさも関与していると考えられた。

## 要 約

ウシの奇形心295例の中にFOの早期閉鎖は存在しなかったが、6例に早期狭窄が認められた。FOの早期狭窄を示したもののうち1例はVSDを伴わない大動脈閉鎖と、他の5例はVSDを伴わない両大血管右室起始と、それぞれ合併していた。全例の心臓のFOは一次中隔と二次中隔の間に右心房腔が狭く、浅く進入したもので、その前部は直径6mm以下の口で左心房腔に連絡していた。5例では左心室腔と冠状動脈の異常連絡は小さく、心臓は左心低形成を示していた。他の1例の心臓は異常連絡が大きく、左心室はよく発達していた。

## 文 献

- 1) BARCLEY, A. E., BARCROFT, J., BARRON, D. H., FRANKLIN, K. J. and PRICHARD, M. M. L.: Studies of the foetal circulation and of certain changes that take place after birth. *Am. J. Anat.*, **69**, 383-406 (1941).
- 2) LIND, J. and WEGELIUS, C.: Human fetal circulation. *Cold. Spr. Harb. Symp. Quant. Biol.*, **19**, 109-125 (1954).
- 3) DAWES, G. S., MOTT, J. C. and WIDDICOMBE, J. G.: Closure of the foramen ovale in newborn lamb. *J. Physiol.*, **128**, 384-395 (1955).
- 4) OTTAWAY, C. W.: The anatomical closure of the foramen ovale in the equine and bovine heart. *Vet. J.*, **100**, 130-134 (1944).
- 5) 村上隆之, 萩尾光美, 中井雅晶: ウシの卵円孔の解剖学的閉鎖. *動物の循環器*, **23**, 23-28 (1990).
- 6) WILSON, J. G., LYON, R. A. and TERRY, R.: Prenatal closure of the interatrial foramen. *Am. J. Dis. Child.*, **85**, 285-294 (1953).
- 7) LEV, M., ARCILLA, R., RIMOLDI, H. J. A. and GASUL, B. M.: Premature narrowing or closure of the foramen ovale. *Am. Heart J.*, **65**, 638-647 (1963).
- 8) NAEYE, R. L. and BLANC, W. A.: Prenatal narrowing or closure of the foramen ovale. *Circulation*, **30**, 736-742 (1964).
- 9) SHORTLAND-WEBB, W. R., TOZER, R. A. and CAMERON, A. H.: Intra-uterine closure of the atrial septum. *J. Clin. Path.*, **19**, 549-554 (1966).
- 10) PATTEN, B. M.: Developmental defects at the foramen ovale. *Am. J. Path.*, **14**, 135-162 (1938).
- 11) WRIGHT, R. R., ANSON, B. J. and CLEVELAND, H. C.: The vestigial valves and interatrial foramen of the adult human heart. *Anat. Rec.*, **100**, 331-355 (1948).
- 12) 中野博行, 齊藤彰博, 上田 憲, 松田博雄, 井上孝夫, 志村浩二, 馬場 清, 神谷哲郎: 卵円孔の胎生期早期閉鎖を伴う左室低形成症候群. *心臓*, **11**, 41-47 (1979).
- 13) SISSMAN, N. J. and ABRAMS, H. L.: Bidirectional shunting in a coronary artery-right ventricular fistula associated with pulmonary atresia and an intact ventricular septum. *Circulation*, **32**, 582-588 (1965).
- 14) FREEDOM, R. M. and HARRINGTON, D. P.: Contributions of intramyocardial sinusoids in pulmonary atresia and intact ventricular septum to a right-sided circular shunt. *Br. Heart J.*, **36**, 1061-1065 (1974).
- 15) O'CONNOR, W. N., CASH, J. B., COTTRYLL, C. M., JOHNSON, G. L. and NOONAN, J. A.: Ventriculocoronary connections in hypoplastic left heart. *Circulation*, **66**, 1078-1086 (1982).
- 16) 山下経子, 村上隆之, 萩尾光美, 浜名克己, 森友靖生: ウシの心室中隔欠損を伴わない両大血管右室起始および大動脈閉鎖の左心室腔と冠状動脈の異常連絡. *宮崎大農報*, **38**, 113-117 (1992).