

ウシにおける動脈管の解剖学的閉鎖と動脈管開存

村上隆之*・萩尾光美**・後藤高義***
那須哲夫*・斎藤勇夫*

Anatomical Closure of the Ductus Arteriosus and Patent Ductus Arteriosus in Cattle

Takayuki MURAKAMI, Mitsuyoshi HAGIO, Takayoshi GOTO,
Tetsuo NASU and Isao SAITO

(昭和61年8月1日受理)

緒 言

哺乳類の動脈管（以下 DA）は胎生初期に左第6鰓弓動脈から發育し、肺動脈幹と大動脈弓を結ぶ血管で^{20,44}、胎子循環の基本的な構成要素をなしている¹⁴。肺呼吸を行わない胎生期には肺循環は必要でなく、妊娠末期のヒツジ胎子では右心室から肺動脈幹へ拍出された血液の60%⁵ または90%³⁵ が DA を通って下行大動脈へ流れている。このように DA は肺循環血を大循環へ短絡させる太い血行路であり、さらに大動脈圧と肺動脈圧を平衡に保っている³⁵。

出生によって血管抵抗の低い胎盤循環を離れると大動脈圧は上昇し^{5,17,35}、また肺呼吸の開始によって肺の血管抵抗が低下して肺動脈圧が下降するため^{5,14,17,35}、DA 内の血流方向は大動脈側から肺動脈側へ変る^{17,34}。しかし、間もなく DA は閉鎖して大循環と肺循環は独立する。この DA の閉鎖は三段階で完成するといわれている。先ず呼吸開始によって血中の酸素分圧の上昇、その他で DA 壁が収縮^{4,8,9,48,59,68,74}、酸素分圧の低下で弛緩する^{17,23,45,46,59,78} 可逆的な機能的閉鎖、次いで低酸素に反応しない機能的閉鎖¹⁷ を経たのち、DA 腔が血栓⁴² や増殖した内膜^{33,36}、結合組織^{13,32,42} 等で閉塞する恒久的な解剖学的閉鎖で完成する。

このような DA の閉鎖に要する時間は動物種によって異なり^{12,14,35,36}、マウス³⁶、ラット^{14,37,43}、モルモット^{12,23,32,36,72}、ウサギ^{12,36,92} などは早く、生後1週以内に解剖学的に閉鎖する。イヌ^{22,31,38,69,77} はやや遅く、ブタ^{21,36,85}、ヒツジ^{6,10,18}、ウマ^{53,76,84}、ヒト^{13,15,42,52,58,77,82} ではさらに遅く、ヒトでは解剖学的に閉鎖するには約3か月を要するといわれている²⁷。ウシの DA 閉鎖に関する報告は少なく、体表から心雑音の聴取できるような DA 内の血流は生後12時間で半数の子ウシで消失し³、解剖学的閉鎖は8週以内という報告³³ があるが、ウシの DA の閉鎖時期は明確にはされていない。

DA が前記の一定期間後も閉鎖しない場合は動脈管開存症（以下 PDA）と呼ばれ、大動脈血がその DA を介して肺動脈へ短絡し続け、肺血流量の増加、左心房と左心室の拡大、さらに肺高血圧を招く⁴¹。この PDA はイヌでは心奇形の中で最も多く^{60,71}、ヒトでもかなり多い奇形^{55,79,80} といわれているが、ウシでは少なく^{28,54,86}、詳細な報告⁹¹ は乏しい。

* 家畜解剖学研究室

** 家畜外科学研究室

*** 現 大分県日田保健所

そこで、著者らは子ウシにおける DA の解剖学的閉鎖の時期を明らかにするとともに、ウシの PDA について観察することにした。

材 料 と 方 法

DA の解剖学的閉鎖の観察に用いた材料は難産で死亡した妊娠満期胎子と生後1~270日齢の子ウシの心臓70例で、いずれも解剖学的な異常の認められなかったものである。各心臓は大静脈より10%ホルマリンを注入、心房、心室、大血管を拡張された状態で固定の後、DA を肉眼的に観察した。DA 腔の大きさはホルスタイン種と黒毛和種各35例について、DA ほぼ中央の最大内径をノギスで計測した。

PDA の観察に用いた材料は死亡または淘汰された子ウシを主とする剖検例中に認められた奇形心105例と、寄贈されたウシの奇形心11例、合計116例の心臓で、いずれもホルマリン固定のものを肉眼的に観察した。

結 果 と 考 察

妊娠満期のウシの胎子では DA の外径は肺動脈幹や上行大動脈、下行大動脈などよりかなり小さく、大動脈弓(大動脈峡部)とほぼ同大、またはそれよりやや小さく、内径は大動脈弓よりやや小さかった(Figs. 1, 2)。ラットやモルモットの妊娠末期胎子では DA の太さは肺動脈幹^{45,56)}や上行大動脈⁴³⁾とほぼ等しいが、ヒト胎児では肺動脈幹より著しく細く、大動脈弓よりやや細いといわれている⁴⁰⁾。

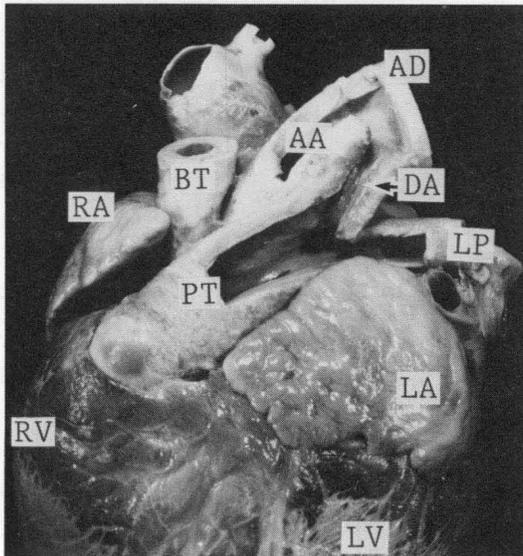


Fig. 1 Heart in stillborn full-term fetus, left lateral view

AA: aortic arch AD: descending aorta BT: brachiocephalic trunk
 DA: ductus arteriosus LA: left atrium LP: left pulmonary artery
 LV: left ventricle PT: pulmonary trunk RA: right atrium
 RV: right ventricle

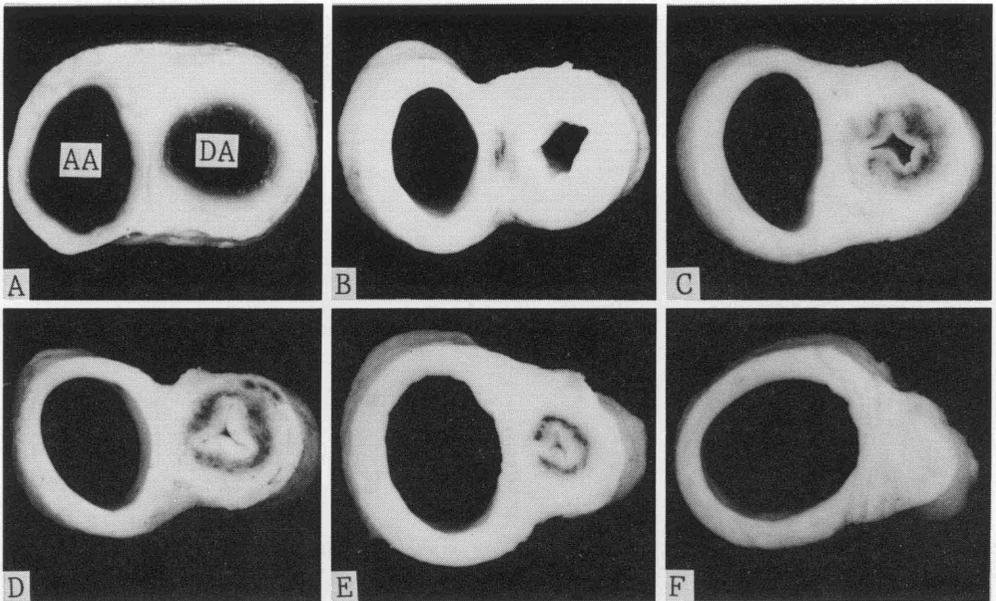


Fig. 2 Photographs of ductus arteriosus (DA) and aortic arch (AA) cut transversely from normal hearts

A: stillborn full-term B: 1-day-old C: 2-day-old D: 4-day-old E: 16-day-old
E: 121-day-old

ウシ胎子の DA 壁の厚さは大動脈弓にはほぼ等しいか、やや厚く、内膜面は平滑または縦ヒダ状の低い隆起が存在していたが、DA 腔の横断面はほぼ卵円形を呈していた。

生後1～5日齢の DA は収縮して壁は大動脈弓、下行大動脈および肺動脈幹のものより厚く、腔には縦ヒダ状の突出を形成していた。DA 腔の横断面は辺縁が不規則な卵円形、やや扁平な卵円形、多角形などを呈していたが、かなり大きく開口しているものが多かった。4および5日齢のものには腔が裂隙状になっているものも認められたが、DA の外径は大動脈弓よりかなり細かった。

6日齢以後の DA は収縮が著しく、腔は星状、Y字状、扁平、など種々であったが、いずれも裂隙状で狭く、外径も年齢とともに次第に小さくなっていった。

ヒトの胎児および新生児の25%⁶⁷⁾、または99%⁷³⁾の DA 腔内には横走する隆起が存在し、それが内腔を狭窄⁶⁷⁾または弁として働き⁷³⁾、DA 腔内の血流を妨げていると考えられているが、ウシではそのような構造物は認められなかった。またウサギの胎子^{30,31)}や新生子^{24,31)}、ヒト胎児²⁴⁾では大動脈への DA 開口部にはヒダまたは弁状構造物があり、それによって大動脈から DA への血流が遮断されるという報告がある³⁰⁾。ウシでも DA と大動脈の結合部には両者の共通壁(隔壁)の一部が大動脈腔へ突出していた(Fig. 3)。しかし、その突出物は硬く、大動脈側から圧迫しても DA 腔は閉鎖できなかった。また大部分が収縮した DA を大動脈側から観察すると DA 口は漏斗状を呈し、その突出物が弁機能を備えているとは考えられなかった。

妊娠満期胎子～生後270日齢子ウシの DA 腔の最大径を計測して Table 1 に示した。ホルスタイン種で98日齢、黒毛和種では121日齢以後の DA には腔は認められず、解剖学的に閉鎖していた。

ウシでは生後8週以内に DA 腔は消失するという報告があるが³³⁾、個体差が著しいともいわれている¹²⁾。ヒトでも生後4週で56%、8週で88%、9か月で98%¹⁵⁾、あるいは3か月で75%、1年で95%

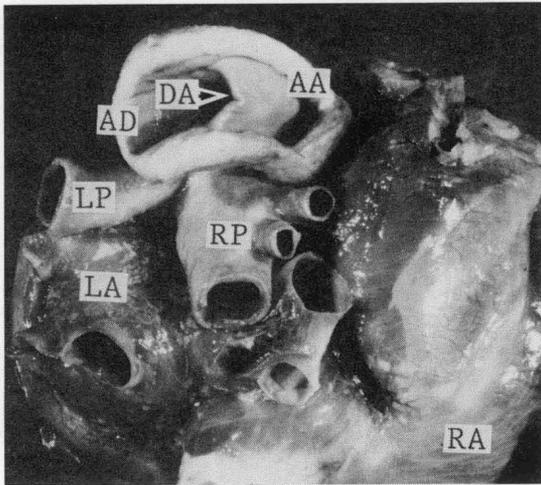


Fig. 3 Interior of the aorta in 20-day-old calf
 AA: aortic arch AD: descending aorta
 DA: ostium of ductus arteriosus LA: left atrium LP: left pulmonary artery
 RA: right atrium RP: right pulmonary artery

%⁸²⁾ の DA が閉鎖するといわれている。今回の観察から、ウシの DA は3か月ではほぼ閉鎖するといえそうである。

生後4か月齢以上で DA 腔の開存するもの、および3か月齢以下では前記した DA 腔より大きいものを PDA と判定し、ウシの奇形心を観察した。奇形心 116 例中 3 例 (2.58%) に PDA 単独奇形, 16 例 (13.79%) には他の心奇形と合併した PDA が認められ、奇形心中に検出された PDA の割合は 16.37% であった。

PDA はイヌでは心奇形の中で最も多く^{60,71)}、奇形心の 28.27%⁷¹⁾ または 39.25%⁶⁰⁾ に認められ、それらの大多数は PDA 単独奇形である。ヒトの PDA は心奇形の中で二⁸⁰⁾ または三番目^{55,79)} に多いといわれ、剖検例では奇形心の 2.2% に PDA 単独奇形, 他の心奇形に合併するものも合わせると 21.21% に PDA が存在し⁸⁰⁾、臨床例では奇形心の 5.13%⁵⁵⁾ または

9.80%⁷⁹⁾ に PDA 単独奇形, 合併例を合わせると 9.24%⁵⁵⁾ または 10.08%⁷⁹⁾ に PDA が認められている。ウシでは剖検例の奇形心 50 例中 2 例 (4%) に PDA が認められ⁵⁴⁾、と畜場材料では奇形心 88 例中 9 例 (10.22%) に PDA およびその合併奇形が認められている⁸⁶⁾。これらの報告や今回の観

Table 1 Inner diameter of the ductus arteriosus of normal hearts in calves

Holstein		Japanese black	
age (days)	diameter (mm)	age (days)	diameter (mm)
*	9.7	*	7.5
*	7.7	*	6.6
1	9.3	1	4.2
2	5.4	2	5.0
3	4.5	3	3.5
4	5.5	4	4.6
5	4.0	5	3.2
6	2.0	6	3.8
7	4.5	7	3.8
11	4.9	8	4.5
12	2.4	9	3.2
13	2.5	10	2.7
14	3.5	11	2.6
15	1.7	12	2.0
16	3.0	13	3.2
17	2.1	16	1.5
19	2.1	17	1.8
20	3.4	20	1.6
21	1.7	21	2.4
22	2.9	22	1.0
23	0.9	23	1.2
24	2.0	25	2.9
28	1.3	26	1.5
30	2.6	27	1.4
34	1.7	34	2.5
35	3.0	40	—
44	2.4	44	1.5
46	0.8	47	0.1
52	0.5	52	2.6
78	0.4	53	1.2
98	—	59	1.0
110	—	76	—
193	—	94	0.3
210	—	121	—
240	—	270	—

* : stillborn full-term fetus

— : closed

Table 2 Patent ductus arteriosus and associations of cardiac malformations in cattle

case no.	age	associated cardiac malformations	references
1	23D	none	
2	70D	none	
★	70D	none	91
3	109D	none	
4	3D	aortic atresia	
5	5D	aortic atresia	
★	5D	aortic atresia, hypoplastic left ventricle	64
6	5D	aortic atresia, rupture of aortic sinus, coronary artery fistula	
7	7M	aortic atresia, hypoplastic left ventricle, coronary artery fistula	
★	38D	interruption of aortic arch, VSD, DOLV	64
8	3D	aortic stenosis, rupture of aortic sinus	
9	3D	coarctation of aorta, VSD, DORV, ASD	
10	5D	coarctation of aorta, DORV	
11	6D	coarctation of aorta, VSD, DORV	
12	6D	coarctation of aorta, hypoplastic left ventricle, VSD, DORV	62
★	6D	coarctation of aorta, VSD	64
★	7D	coarctation of aorta, hypoplastic left ventricle, VSD	16
★	6W	coarctation of aorta, VSD, DORV	87
★	17W	coarctation of aorta, VSD	29
★	calf	coarctation of aorta, VSD, ASD, anomalous drainage of vena cava	83
★	calf	coarctation of aorta, VSD, dextraposition of aorta, PFO	83
★	calf	coarctation of aorta, VSD, dextraposition of aorta, PFO	83
★	4M	pulmonary atresia (Fallot)	49
★	5M	pulmonary atresia, VSD, DORV, PFO	89
★	8M	pulmonary atresia, VSD	63
13	14M	pulmonary atresia (Fallot), PFO	
14	13D	pulmonary stenosis (Fallot)	
★	3M	pulmonary stenosis (Fallot)	50
★	3M	pulmonary stenosis (Fallot), PFO, aberrant origin of coronary artery from pulmonary trunk	26
★	165D	pulmonary stenosis (Fallot), PFO	19
★	7M	pulmonary stenosis (Fallot)	51
★	8M	pulmonary stenosis (Fallot), PFO	26
★	8M	pulmonary stenosis (Fallot), PFO	16
★	19M	pulmonary stenosis (Fallot), PFO	25
15	5M	pulmonary stenosis, VSD, DOLV, PFO	
★	29M	pulmonary stenosis, VSD, overriding of aorta, aberrant origin of pulmonary trunk from left ventricle, PFO	57
★	7M	pulmonary stenosis, VSD, TGA, PFO	65
★	calf	pulmonary stenosis, VSD, PFO	83
16	5D	DORV, hypoplastic left ventricle	
17	4D	TGA	
18	22D	ASD, coronary artery fistula	61
★	15D	single ventricle	66
★	37D	VSD	7
19	4M	PFO	
★	calf	TGA, hypoplastic left ventricle, PFO	83
★	calf	VSD, levoposition of pulmonary trunk, PFO	83
★	312D	ectopia cordis, double anterior vena cava	1
★	23D	ectopia cordis, double anterior vena cava	11
★	2.5Y	ectopia cordis, PFO	88
★	5Y	right aortic arch	75

ASD : atrial septal defect D : days DOLV : double outlet left ventricle DORV : double outlet right ventricle M : months PFO : patent foramen ovale TGA : transposition of great arteries VSD : ventricular septal defect W : weeks Y : years

察結果から、ウシでは心室中隔欠損や卵円孔開存に比べ²⁸⁾、PDA の単独奇形は非常に少ないが、他の心奇形に合併するものはかなり多いといえる。

今回の観察例および過去の PDA の報告例における合併心奇形の有無と合併心奇形の種類を Table 2 に示した。DA の開存性に関与する因子として、DA 壁自体の解剖学的異常^{14,27,39,40)} や機能的収縮異常^{14,47)} のほか、DA の血流増加をもたらす大動脈や肺動脈の閉鎖または狭窄、その他、の心奇形^{2,14,30,70)} が考えられている。ウシの PDA 50例のうち34例(68%)は大動脈や肺動脈の閉鎖性の奇形に合併していた。

著者らの観察した PDA 単独奇形 3例の DA は肺動脈幹や大動脈弓より細いが、内腔は直径 3.0~8.5mm の円筒状または肺動脈側がやや細い漏斗状を呈して開存していた。これら 3例の心臓は23日齢のものが肺動脈幹の拡張と肥厚、70日齢のものが肺動脈幹と右心房、右心室の拡張、109日齢のものが肺動脈幹と両心房、両心室の拡張を呈していた。また後二者では肺動脈幹の DA 口に面する部には内膜が白く肥厚した噴流障害が認められ (Fig. 4)、DA を介する左右短絡がうかがわれた。23日齢の心臓では肺動脈幹の内腔面のほぼ全域に黄白色の血栓が付着し、動脈内膜炎の像を呈していた (Fig. 5)。本例は生前に食欲不振、軽度の発熱と肺炎、などのため抗生物質の投与を受け、剖検で臍動脈腔内にチーズ様の膿を満しているのが認められた。ヒトの場合^{41,81)} と同じく、本例も PDA に基づく大動脈からの短絡血流によって傷害された肺動脈幹に感染性動脈内膜炎が併発したものと考えられた。

大動脈閉鎖に伴う PDA 4例の DA はいずれも著しく太く、直径 11~14mm の短い円筒状の腔で

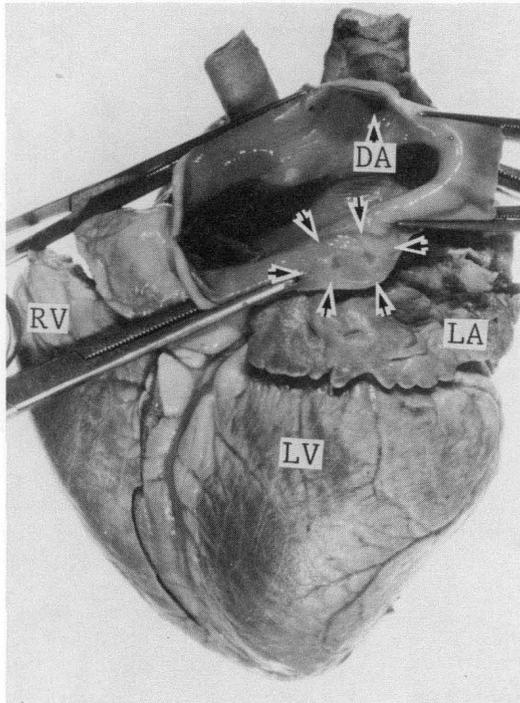


Fig. 4 Jet lesion (arrows) in the pulmonary trunk of isolated patent ductus arteriosus, case 2
DA: ostium of ductus arteriosus LA: left atrium LV: left ventricle RV: right ventricle

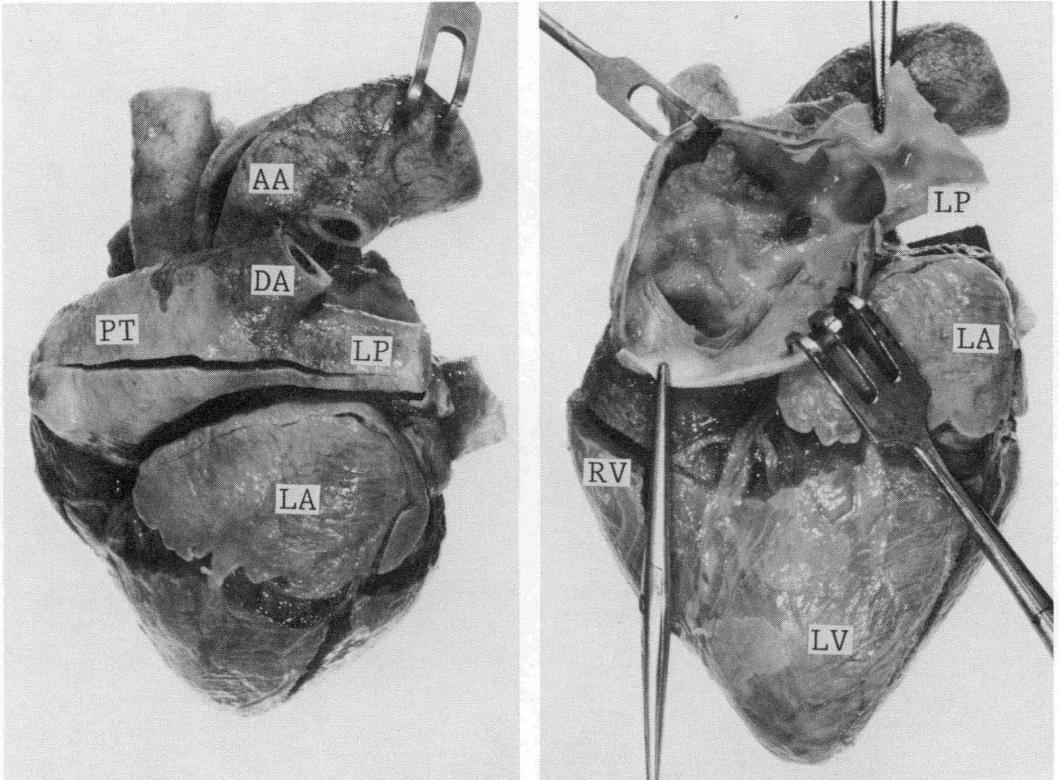


Fig.5 Patent ductus arteriosus (left) and endarteritis of pulmonary trunk (right) in 23-day-old calf, case 1

AA:aortic arch DA:ductus arteriosus LA:left atrium LP:left pulmonary artery LV:left ventricle PT:pulmonary trunk RV:right ventricle

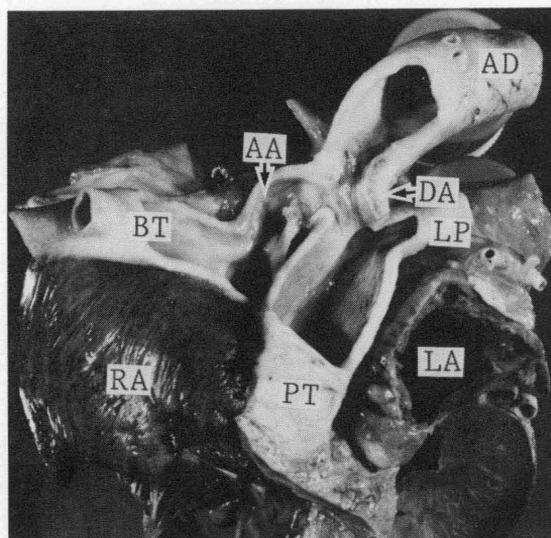


Fig.6 Patent ductus arteriosus associated with coarctation of aorta, case 10

AA:aortic arch AD:descending aorta BT:brachiocephalic trunk DA: ductus arteriosus LA:left atrium LP:left pulmonary artery PT:pulmonary trunk RA:right atrium

開存し、動脈幹の主幹をなしているように観察された。大動脈縮窄に伴う PDA 4 例の DA も直径 7~11mm の短い円筒状の腔として開存し、いずれも狭窄した大動脈弓より太いものであった (Fig. 6)。これら大動脈閉鎖および大動脈縮窄に伴う PDA では DA を介する右左または左右短絡血流が存在していたはずであるが、大動脈や肺動脈幹に噴流障害は認められなかった。

肺動脈閉鎖に伴う PDA の 1 例は、肺動脈円錐が盲端に終り、肺動脈幹は著しく細く、直径 1mm 以下の内腔は右心室と連絡していなかった。DA は内径 9mm で大きく開存し、左・右肺動脈と大動脈を連絡していた (Fig. 7)。DA 口に面する左・右肺動脈分岐部には噴流障害を示す内膜の軽度の肥

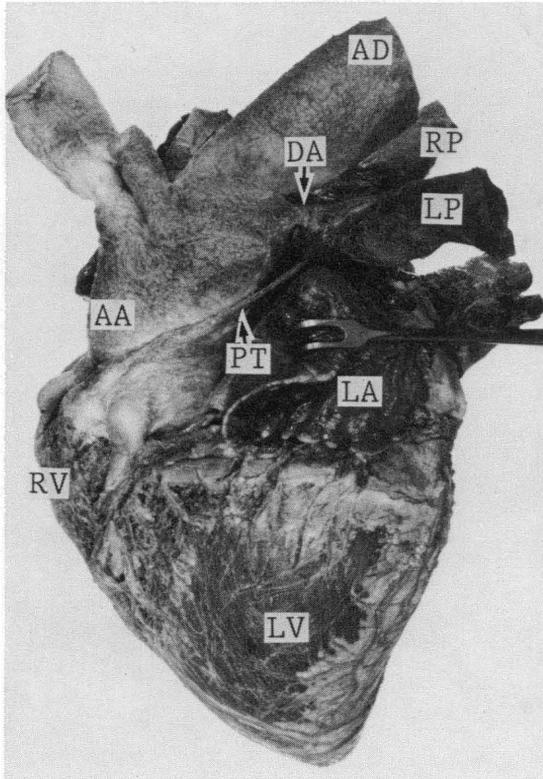


Fig.7 Patent ductus arteriosus associated with pulmonary atresia (infundibular atresia), case 13

AA:ascending aorta AD:descending aorta DA:ductus arteriosus LA:left atrium LP:left pulmonary artery LV:left ventricle PT:pulmonary trunk RP:right pulmonary artery RV:right ventricle

厚が認められ、この DA が肺動脈への主要な血行路をなし、本例が29か月齢まで生存するための命綱となっていたものと考えられた。肺動脈幹の狭窄に伴う PDA 2 例も肺動脈幹または左肺動脈の DA 口に面する部分が外側に軽度膨隆しており、これらの DA も大動脈から肺動脈への短絡路をなしていたものと考えられた。

要 約

ウシの正常な動脈管 (DA) と動脈管開存症 (PDA) の心臓を肉眼的に観察した。

妊娠満期胎子の DA は広く開存し、その内径は大動脈弓よりやや狭かった。DA の大動脈端に弁はなく、DA 腔内に突出する横走隆起も存在しなかった。生後 DA は収縮し、6 日齢以後の DA 腔は裂隙状で、約 3 か月で DA 腔は消失していた。

ウシの奇形心 116 例中 19 例 (16.37%) に PDA が認められた。今回の観察例と過去の報告例の合計 50 例のうち、PDA の単独奇形はわずか 4 例 (8%) で、34 例 (68%) は大動脈や肺動脈の閉鎖性奇形に合併していた。著者らの観察した 3 例の PDA 単独奇形のうち、2 例には拡張した肺動脈幹に噴流障害が、1 例には動脈内膜炎が認められた。肺動脈の閉鎖や狭窄に伴う PDA でも DA を介する大動脈から肺動脈への短絡が示唆された。

文 献

- 1) 阿部光雄：臨床獣医，**4**(3)，83-88 (1986)。
- 2) Abrams, F. L.: *Circulation*, **18**, 206-226 (1958)。
- 3) Amoroso, E. C., Dawes, G. S. and Mott, J. C.: *Br. Heart J.*, **20**, 92-96 (1958)。
- 4) Assali, N. S., Morris, J. A., Smith, R. W. and Manson, W. A.: *Circul. Res.*, **13**, 478-489 (1963)。
- 5) Assali, N. S., Sehgal, N. and Marable, S.: *Am. J. Physiol.*, **202**, 536-540 (1962)。
- 6) Barclay, A. E., Barcroft, S. J., Barron, D. H. and Franklin, K. J.: *Am. J. Roentgenol.*, **47**, 678-690 (1942)。
- 7) Blood, D. C. and Steel, J. D.: *Austral. Vet. J.*, **22**, 22-27 (1946)。
- 8) Bor, I. and Guntheroth, W. G.: *Canad. J. Physiol. Pharmacol.*, **48**, 500-502 (1970)。
- 9) Born, G. V., Dawes, G. S., Mott, J. C. and Rennick, B. R.: *J. Physiol.*, **132**, 304-342 (1956)。
- 10) Born, G. V. R., Dawes, G. S., Mott, J. C. and Widdicombe, J. G.: *Cold. Spr. Harb. Symp. Quant. Biol.*, **19**, 102-108 (1954)。
- 11) Bowen, J. M. and Adrian, R. W.: *J. Am. Vet. Med. Ass.*, **141**, 1162-1167 (1962)。
- 12) Broccoli, F. and Carinci, P.: *Acta Anat.*, **85**, 69-83 (1973)。
- 13) Burnard, E. D.: *Proc. Roy. Soc. Med.*, **52**, 77-78 (1959)。
- 14) Cassels, D. E., Bharati, S. and Lev, M.: *Perspect. Biol. Med.*, **18**, 541-572 (1975)。
- 15) Christie, A.: *Am. J. Dis. Child.*, **40**, 323-326 (1930)。
- 16) Cordy, D. R. and Ribelin, W. E.: *Cornell Vet.*, **40**, 249-256 (1950)。
- 17) Dawes, G. S.: *Br. Med. Bull.*, **17**, 148-153 (1961)。
- 18) Dawes, G. S., Milne, E. D. F., Mott, J. C. and Widdicombe, J. G.: *J. Physiol.*, **122**, 37-38 (1953)。
- 19) 堂田勲臣, 姨嶋福雄, 左古康男: *日獣会誌*, **20** (増刊), 548 (1967)。
- 20) 江口保暢: *家畜発生学*, 文永堂, 東京, pp. 80-84 (1985)。
- 21) Evans, J. R., Rowe, R. D., Downie, H. G. and Rowsell, H. C.: *Circul. Res.*, **12**, 85-93 (1963)。
- 22) Everett, N. B. and Johnson, R.: *Anat. Rec.*, **110**, 103-111 (1951)。
- 23) Fay, F. S. and Cooke, P. H.: *Am. J. Physiol.*, **222**, 841-849 (1972)。
- 24) Fay, F. S. and Travill, A.: *Canad. Med. Ass. J.*, **97**, 78-80 (1967)。
- 25) Fisher, E. W. and Pirie, H. M.: *Br. Heart J.*, **26**, 97-104 (1964)。
- 26) Fisher, E. W. and Pirie, H. M.: *Br. Vet. J.*, **120**, 235-272 (1964)。
- 27) Gittenberger-de Groot, A. C.: *Br. Heart J.*, **39**, 610-618 (1977)。
- 28) 萩尾光美, 村上隆之, 立山 晋, 大塚宏光, 浜名克己, 下別府 功: *宮崎大農報*, **32**, 233-249 (1985)。
- 29) Halnan, C. R. E.: *Austral. Vet. J.*, **46**, 549-551 (1970)。
- 30) Hamilton, W. F., Woodbury, R. A. and Woods, E. B.: *Am. J. Physiol.*, **119**, 206-212 (1937)。
- 31) Handler, J. J.: *J. Physiol.*, **133**, 202-212 (1956)。
- 32) Harman, M. T.: *Trans. Kansas Acad. Sci.*, **41**, 369-377 (1937)。
- 33) Harms, D.: *Zeit. Zellforsch.*, **72**, 344-363 (1966)。

- 34) Harned, H. S., Wolkoff, A. S., Pickrell, J. and Mackinney, L. G.: *Am. J. Dis. Child.*, **102**, 180-189 (1961).
- 35) Heymann, M. A. and Rudolph, A. M.: *Physiol. Rev.*, **55**, 62-78 (1975).
- 36) Hörnblad, P. Y.: *Cardiologia*, **51**, 262-282 (1967).
- 37) Hörnblad, P. Y. and Larsson, K. S.: *ibid.*, **51**, 242-252 (1967).
- 38) House, E. W. and Ederstrom, H. E.: *Anat. Rec.*, **160**, 289-296 (1968).
- 39) Imamura, H. and Okamoto, N.: *Hiroshima J. Med. Sci.*, **30**, 35-42 (1981).
- 40) Imamura, H., Okamoto, N., Satow, Y., Hidaka, N. and Akimoto, N.: *ibid.*, **27**, 47-59 (1978).
- 41) 石川恭三:新心臓病学, 医学書院, 東京, pp. 400-405 (1979).
- 42) Jager, B. V. and Wollenman, O. J.: *Am. J. Pathol.*, **18**, 595-613 (1942).
- 43) Jones, M., Barrow, M. V. and Wheat, M. W.: *Surgery*, **66**, 891-898 (1969).
- 44) 加藤嘉太郎:家畜比較発生学, 養賢堂, 東京, pp. 122-124 (1979).
- 45) Kennedy, J. A. and Clark, S. L.: *Anat. Rec.*, **79**, 349-371 (1941).
- 46) Kennedy, J. A. and Clark, S. L.: *Am. J. Physiol.*, **136**, 140-147 (1942).
- 47) Knight, D. H., Patterson, D. F. and Melbin, S.: *Circulation*, **47**, 127-132 (1973).
- 48) Kovalcik, V.: *J. Physiol.*, **169**, 185-197 (1963).
- 49) 小山秀一, 左向敏紀, 三谷節生, 内野富弥, 本好茂一, 中野和光, 佐藤 彪, 大橋文人, 佐々木仲雄, 田浦保浦, 大石明広, 唐木克弘, 竹内 啓:第95回日獣学会要旨, 228 (1983).
- 50) 小山秀一, 左向敏紀, 三谷節生, 内野富弥, 本好茂一, 若尾義人, 武藤 真, 石川亮吉, 高橋 貢, 大橋文人, 佐々木仲雄, 田浦保浦, 竹内 啓, 長嶋通隆, 可世木蔵人:第39回家畜心電図研究会要旨, 23-25 (1983).
- 51) Lane, V. M., Anderson, B. C. and Bulgin, M. S.: *J. Am. Vet. Med. Ass.*, **183**, 460-461 (1983).
- 52) Lind, J. and Wegelius, C.: *Cold. Spr. Harb. Quant. Biol.*, **19**, 109-125 (1954).
- 53) Mahaffy, L. W. and Rossale, P. D.: *Vet. Rec.*, **69**, 1277-1289 (1957).
- 54) 松川 清:家畜病理学各論, 藤本 胖, 藤原公策, 田島正典編, 朝倉書店, 東京, pp. 1-4 (1984).
- 55) 松尾準雄, 永沼万寿喜, 山本 勇, 石沢 瞭, 秦 順一:小児科診療, **37**, 375-382 (1974).
- 56) 門間和夫, 小西貴幸, 高尾篤良:医学のあゆみ, **134**, 397-402 (1985).
- 57) 森田平治郎, 岡 武哲:大阪府大紀(農・生物), **5**, 127-145 (1955).
- 58) Moss, A. J.: *Pediatrics*, **32**, 25-30 (1963).
- 59) Moss, A. J., Emmanouilides, G. C., Adams, F. H. and Chuang, K.: *ibid.*, **33**, 937-944 (1964).
- 60) Mulvihill, J. J. and Priester, W. A.: *Teratology*, **7**, 73-78 (1973).
- 61) 村上隆之, 湯浅明美, 斎藤勇夫, 野坂 大, 立山 晋, 坂東恵三, 浜名克己, 萩尾光美:日獣会誌, **34**, 71-73 (1981).
- 62) 村上隆之, 築瀬 純, 斎藤勇夫, 萩尾光美, 野坂 大, 立山 晋, 河野 宏, 東山祐啓, 黒木啓光, 浜名克己:宮崎大農報, **29**, 105-115 (1982).
- 63) Muylle, E., De Roose, P., Oyaert, W. and Van Den Hende, C.: *Zbl. Vet. Med. A*, **22**, 81-86 (1975).
- 64) 長嶋通隆, 平山広之, 斎藤孝雄, 本間三夫, 相子正隆, 可世木蔵人:家畜診療, **243**, 8-10 (1983).
- 65) 中出哲也, 其田三夫, 高橋清志, 黒沢 隆, 松川 清, 滝口滋良:第95回日獣学会要旨, 228 (1983).
- 66) 新岡琴瀬:臨床獣医, **4**(3), 78-82 (1986).
- 67) Noback, G. J. and Rehman, I.: *Anat. Rec.*, **81**, 505-527 (1941).
- 68) Oberhansli-Weiss, I., Heymann, M. A., Rudolph, A. M. and Melmon, K. L.: *Pediat. Res.*, **6**, 693-700 (1972).
- 69) Oliveira, M. C., Pinto e Silva, P., Orsi, A. M. and Mello Dias, S.: *Acta Anat.*, **104**, 319-322 (1979).
- 70) Patten, B. M.: *Am Heart J.*, **6**, 192-205 (1930).
- 71) Patterson, D. F.: *J. Small Anim. Pract.*, **12**, 263-287 (1971).
- 72) Record, R. G. and McKeown, T.: *Clin. Sci.*, **14**, 213-223 (1955).
- 73) Rehman, I.: *Anat. Rec.*, **76** (Suppl.), 47 (1940).
- 74) Reis, R. L. and Anderson, R. P.: *J. Surg. Res.*, **4**, 356-359 (1964).
- 75) Roberts, S. J., Kennedy, P. C. and Delehanty, D. D.: *Cornell Vet.*, **43**, 537-542 (1953).
- 76) Rossdal, P. D.: *Br. Vet. J.*, **123**, 521-532 (1967).
- 77) Rowe, R. D. and James, L. S.: *J. Pediat.*, **51**, 1-4 (1957).
- 78) Rowe, R. D., Sinclair, J. D., Kerr, A. R. and Grage, P. W.: *J. Appl. Physiol.*, **19**, 1157-1163 (1964).
- 79) 坂本二哉, 竹中 克:日本臨床, **41** (春季増刊) 286-294 (1983).
- 80) Samanek, M., Goetzova, J. and Benesova, D.: *Intern. J. Cardiol.*, **8**, 235-248 (1985).
- 81) 佐野豊美:循環器病学, 文光堂, 東京, pp. 521-533 (1978).
- 82) Scammon, R. E. and Norris, E. H.: *Anat. Rec.*, **15**, 165-180 (1918).

- 83) Schmidt, P. und Mickwitz, C.-U.: *Monatsh. Veterinaermed.*, **19**, 541-546 (1964).
- 84) Scott, E. A., Kneller, S. K. and Witherspoon, D. M.: *Am. J. Vet. Res.*, **36**, 1021-1023 (1975).
- 85) Toda, T., Leszezynski, D. E. and Kummerow, F. A.: *Am. J. Anat.*, **160**, 37-49 (1981).
- 86) Van Nie, C. J.: *Acta Morph. Neerl.-Scand.*, **6**, 387-393 (1966).
- 87) Van Nie, C. J.: *Pathol. Vet.*, **5**, 313-326 (1968).
- 88) Vitums, A.: *Anat. Anz.*, **114**, 48-61 (1964).
- 89) Walvoort, H. C., Van Der Linde-Sipmar, J. S. and Kroneman, J.: *Zbl. Vet. Med. A*, **27**, 813-818 (1980).
- 90) Wilcox, B. R., Roberts, W. C. and Carney, E. K.: *J. Surg. Res.*, **2**, 312-316 (1962).
- 91) Wiseman, A. and Murray, M.: *Vet. Rec.*, **94**, 16-18 (1974).
- 92) Yoder, M. J., Baumann, F. G., Gover-Johnson, N. M., Brick, I. and Imperato, A. M.: *Anat. Rec.*, **192**, 19-40 (1978).

Summary

The ductus arteriosus (DA) of normal hearts and hearts with patent ductus arteriosus (PDA) in cattle were macroscopically observed.

The DA of stillborn full-term fetuses was widely open and its diameter was somewhat narrower than that of the aortic arch. The DA had neither a transverse ridge projecting into its lumen nor a valve at its aortic end. The DA was constricted after birth, the ductus in calves older than 6 days of age having a slit-like lumen, and which became obliterated after about 3 months.

PDA was observed in 19 (16.37%) of 116 bovine hearts showing congenital cardiac anomalies. Of 50 hearts comprised of our cases and other reported instances of PDA, uncomplicated PDA was observed in only 4 (8%) cases, and 34 (68%) cases of PDA were associated with obstructive anomalies of the aorta or pulmonary artery. Of the 3 cases of uncomplicated PDA that we observed, two had jet lesions and one had endarteritis in the dilated pulmonary trunk. A shunt through the DA from the aorta to the pulmonary artery was suggested in PDA associated with pulmonary atresia or stenosis.