Comparative Anatomy of the Hearts of Bovine* and Water Buffalo

Nit Comburi, Rabin Ruttanaphani, Somboon Khunnoiy,

Chuanpis Soponhirunrux

Department of Anatomy Faculty of Veterinary Science

Abstract:

The hearts of bovine and water buffalo were studied comparatively. We concentrated our studies on the detailed anatomy of atria and ventricles including size of fossa ovalis, number of moderator band number of papillary muscle, cardiac valves. ossa cordis, (part of cardiac skeleton), and the coronary arterial system. We have found the differences not prodigious. Coronary arterial system showed that the right descending branch which courses the right interventricular groove or right longitudinal groove is a continuation of circumflex branch of the left coronary artery in bovine whereas it is a terminal continuation of the right coronary artery in the case of water buffalo. The differences accompany the variation of over-all size of these two species. We have no answer whether the differences are along with the physiological requirements of the two species. The general anatomy of the hearts of these two species is alike

Introduction

The heart is one of the most important organ in the body. A number of investigators searched for truths of this organ in many aspects of anatomy, development, malformation, atrio-ventricular conducting system and many others. This muscular organ functions early in the course of development, e.g., in the chick embryo it begins to pulsate at the 9-somite stage or about 29 hrs. of incubation (Patten, 1957). This occurs long before the actual circulation of blood commences. Whenever the heart begins functioning it never stops until the life

* เคยเสนอที่การประชุมทางวิชาการสาขาสัตว์ ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อวันที่ ๔ กุมภาพันธ ๒๕๑๐

ends, or other words it determines the life span. We are puzzled by this vital long and effective activity especially in lhe aspect of anatomy. Laboratory facilities and availability of literature limited the scope of our study. No anatomical literature concerning water buffalo is available in Thailand. We dealt principally with the coronary arterial system which we hope to provide information leading to the full description of the heart anatomy in future.

Material and Method

Seven pairs of the hearts were used to study dimension, weight, size of fossa ovalis, number of moderator band, number of papillary muscle. cardiac valves and ossa cordis.

Three pairs of the hearts were used to study coronary anterial system. We prepared the specimens as follow-individual heart was cleaned. removing connective tissue and fat around the great vessels so that they were indentifrable (Fig 1-4). We injected the right and left coronary arteries with a mixture of Soln I เสน 64.7 gm. dissolved in 370 cc. of water and soln II starch 37.5 gm. in 260 cc. of water mixed throughly and boil for 10 minutes.

Each specimen was dissected carefully.

Table 1 Weight & Circumference at the base

	Bovine		Water Buffalo		
Specimen No.	Weight in Kg.	Circumfernce at the base	specimen No.	Weight in Kg.	Circumference at the base
1.	2 Kg.	42 cm.	1.	3.6 Kg.	54 cm.
2.	1.8 Kg.	39 cm.	2.	3.4 Kg.	53 cm.
3.	1.6 Kg.	38 cm.	3.	3.2 Kg.	52 cm.
4.	1.4 Kg.	37 cm.	4.	2.8 Kg.	50 cm.
5.	1.4 Kg.	35 cm.	5.	2.7 Kg.	48 cm.
.6	1.2 Kg.	33.5 cm.	6.	2.7 Kg.	47 cm.
7.	1.2 Kg.	35 cm.	7.	2.2 Kg.	46 cm.
Average	1.2 Kg.	37.07 cm.		2.9 Kg	50 cm.

Table II Dimension from the base to the apex

	Bovine	Water Buffalo	
Specimen No.	Dimension from the base to the apex	Specimen No.	Dimension from the base to the apex
1.	15.5 cm.	1.	17.5 cm
2.	15.0 cm.	2.	17.0 cm
3.	13.5 cm.	3.	16.5 cm
4.	13.5 cm.	4.	16.0 cm
5.	13.5 cm.	5.	16.0 cm
6.	13.0 cm.	6.	16.0 cm
7.	13.0 cm.	7.	16.0 cm
average	13.0 cm.		16.5 cm.

Atria and Ventricles

We found that pectinate muscle in the auricular wall of the heart of bovine are thinner and weaker in architecture than that of the auricle of the heart of water buffalo. The fossa ovalis of water buffalo is more prominent with well-defined limbus ovalis. The diameter of the fossa ovalis of bovine and water buffalo measure 2 cm. and 4 cm. respectivcly. Average number of chordae tendineae of the right ventricle is 12 in bovine and 10 in water buffalo. The chordae tendineae of water buffalo are proportionately longer and more powerful than that of bovine. The number of moderator band varies from 3 to 5 in bovine, from I to 3 in water buffalo. Thickness of the right ventricular wall is 1 cm. in bovine and 1.5 cm. in water buffalo. Papillary muscles in the right ventricle are two in number in both species. This is in agreement with Mcleod, 1958. In the right ventricle of bovine we noticed that number of moderator band varies from 3 to 5 while it varies from 1 to 3 in the right ventricle of water buffalo. Fibrous nodules (nodule according to Woodburne) which are in the middle of the pulmonary s·milunar valve are noticed in bovine but they are not well developed in water buffalo.

Chordae tendineae of the left A–V. valve of bovine counted 13 and of water buffalo 12. Since the papillary muscle functions in pulling the cusp of cusp A–V valve back against blood pressure in the ventricle, its number, therefore corresponds to the number of cusp.

There are only 2-4 moderator bands in the left ventricle of bovine but we found 1-3 bands in water buffalo. The left ventricular wall of bovine is 1.9 cm. in thickness, and of water buffalo is 2.7 cm. We noticed that the nodule of aortic semilunar value of bovine is better developed than that of water buffalo

The cardiac skeleton of other mammals is made up of fibrous connec. tive tissue. It serves as a framework for orifices of the heart, origin, & insertion of myocardium. It is well developed in bovine and water buffalo so that semi-osseous structure (ossa cordis) takes place part of the cardiac skeleton. They are two irregular structure in the aortic ring and adjacent part of the ventricular wall. The right bone is larger and is related to the right posterior cusp of the aortic value. The left bone is at the junction of the anterior and left posterior cusps. The ossa cordis appear to be entirely cartilaginous in young animal (Mcleod, 1958)

Coronary Arterial System

There are normally two coronary arteries supplying the substance of thc heart and to a small extent the origins of the large trunks (Raghavan D; Kachroo. P. 1964). Variation was also reported that three independent coronary arteries, one right and two left, have been observed. The right on originates from the aortic sinus opposite the anterior cusp of aortic valve. The two left ones originate from the aortic sinus oppostite the left cusp of aortic valve (I.C.A.R. sci. Monongr. 13, 1939).

The right coronary artery (Fig VIII) originates from the aortic sinus opposite the anterior cusp of the aortic semilunar valve (Fig VII). The origin observed in this study is in agreement with Mcleod, 1958. Raghavan & Kachroo 1964 We do not agree with Fleming (1891) on the origin of this artery. It arises at a right angle and proceeds forwards between the right surface of pulmonary artery and the right auricle somewhat beneath thc appendix of this auricle; then to the right and backwards to reach the coronary groove. In this groove about the middle of the lower border of the right wall of the right atrium it devides into two branches.

a. *Circumflex branch* (Fig VI & IX), or horizontal branch of Fleming 1891. or superior branch of Raghavan & Kachroo, 1964, continues its course backwards in the coronary groove. At the area above the upper part of the right longitudinal groove it sends branches to anastomose with similar branches from the circumflex branch of the left coronary artery. This is true in bovine.

This circumflex branch in water buffalo turns down into the right longitudinal groove as *a right descending branch* running towards the apex (Fig. IX)

A branch from the right descending branch anastomoses with a branch from the descending branch of the left cononary artery near apex (Fig. VI)

b. Descending branch (Fig. VI & IX) or the inferior branch of Raghavan & Kachroo, 1964, runs down obliquely on the surface of the right ventricle towards the apex.

A number of small twigs to the right atrium and the right ventricle come off at intervals. Many of them penetrate the substance of myocardium.

The left ceronary artery

It is larger than the right one which is true in both animals. The origins of both species are common. i.c., from the aortic sinus opposite the left cusp (Fig VII & VIII). It passes to the left between the origin of the pulmonary artery and the lower the part of the right auricular appendix. As it reaches the coronary groove it devides into two branches.

a *Descending branch* (Fig VII & VIII) or vertical branch of Raghavan & Kachroo and Fleming, descends in the left interventricular groove (left longitudinal groove). It gives off large branches to the left ventricle and small branches to both ventricles. Large branches to the left ventricle vary in number from 4-6. The first branch. *ramus ventricularis magna*, we named it for the convenience of description, is the largest branch of this artery. It takes off at 45° to the main trunk and runs obliquely towards the posterior border and disappears a short distance before reaching this border. The others are *ventricular branches*. Near the apex the descending branch sends branches to the apex then turns to the right across the anterior surface to meet a branch of the *right descending artery*.

b. Circumflex branch (Fig VII & VIII) courses the coronary groove backwards and to the right. Reaching the upper part of the right longitudinal or

right interventricular groove, it turns down and becomes the *right descending artery* lodging the right interventricular groove. This the case of bovine. This artery in water buffalo, however, ends by anastomosing with a similar branch of the right coronary artery in the coronary groove at the juuction of this groove with the right interventricular groove. Along its course the circumflex branch throws off many twigs, *auricular branches* to the auricle and *ventricular branches* to the ventricle.

A branch of considerable size was observed in this study. It arises from thc posterior surface of the circumflex branch of the left coronary artery only a short distance from the origin. We gave it the descriptive name *the atrial atrery* (Fig. VII). It runs backward and to the right, included in its course between the right side of rhe lower part of the left auricle and the aortic trunk. Giving branches to the left atrium, it proceeds to thc right on the aortic surface of the right atrium. It terminates in the wall of the anterior vena cava adjacent area of the right auricle. We noticed its presence in both animals as a constant branch.

Discussion

Data and information obtained from this study can not be completely reliable since the number of specimens studied were little. The observations, at least, might encourage the other workers to work on this subject. We are not certain if this has been done because we could not find such work from available literature.

Acknowledgement

We are indebted to the Veternary Division of Bangkok Staughterhouse for supplying the specimens. We sincerely thank Mr. Tweessak Sreethai, a senior student of Veterinary School for his industrious work on drawings.

Literature Cited

1. Fleming, 1891. Chauveau's Comparative Anatomy. J & A Churehill Comp. London.
2. Mcleod, 1958. Bovine Anatomy. Burgess Publishing Co., U.S.A.
3. Patten, B.M., 1957. Early Embryology of the Chick. McGraw-Hill Company, New York.
4. Raghavan, D.; Kachroo, P., 1964. Anatomy of the OX. Stee Sarrwaty Press Ltd. Calcutta, India.

5. Sisson & Grossman, 1953. Anatomy of Domestic Animal. Saunders Publishing Co., Philadelphia.
6. Woodburne, R.T., 1962.. Essentials of Human Anatomy. Oxford Univerity Press. Ine.

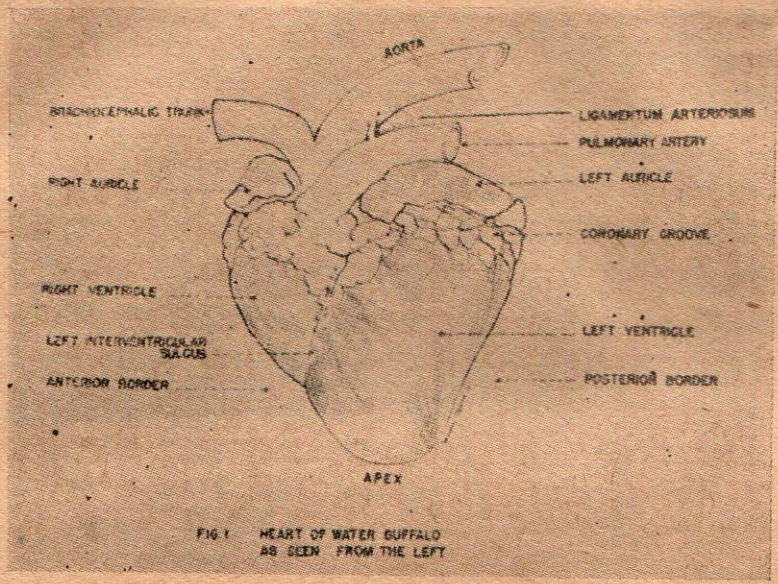

Fig. I

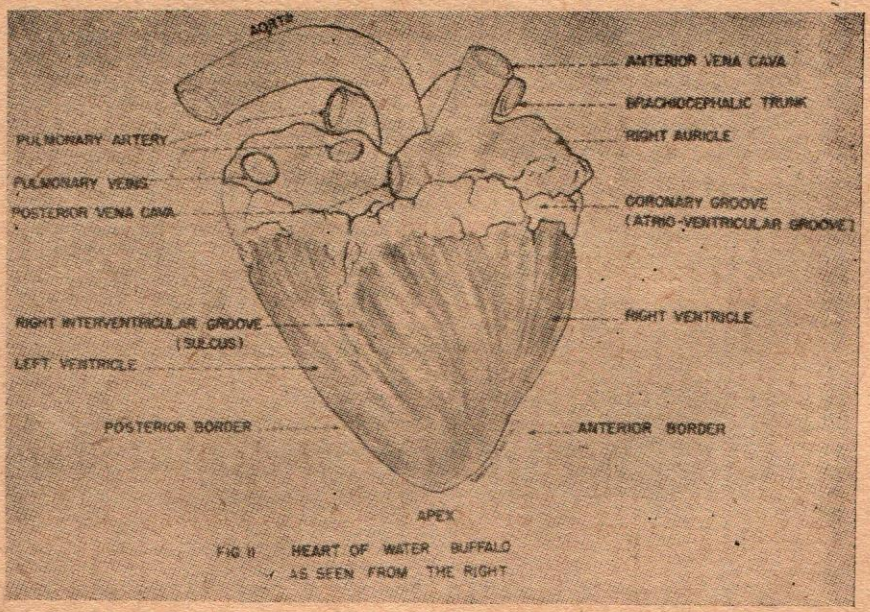

Fig II

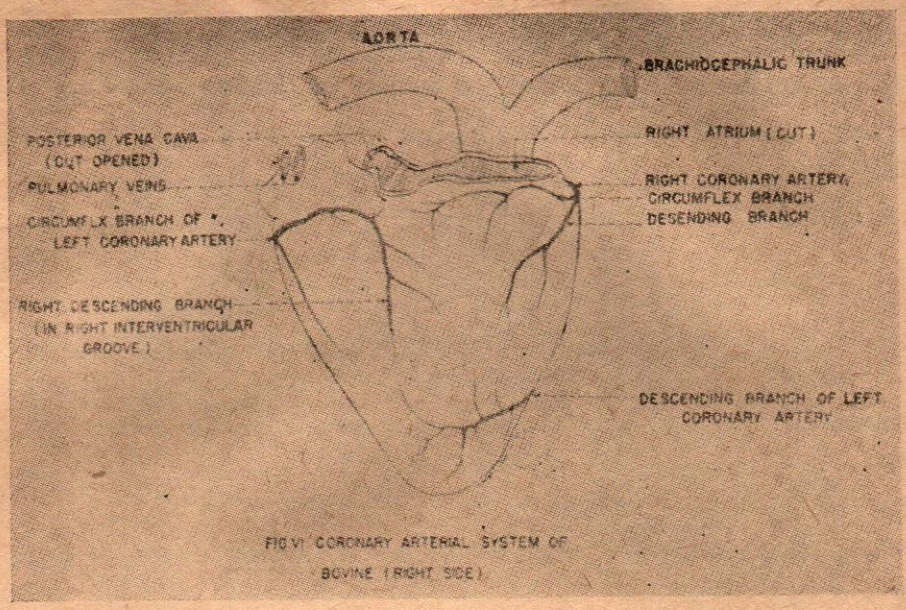
AORTA
BRACHIOCEPHALIC TRUNK
POSTERIOR VENA CAVA (CUT OPENED)
PULMONARY VEINS
CIRCUMFLX BRANCH OF LEFT CORONARY ARTERY
RIGHT DESCENDING BRANCH (IN RIGHT INTERVENTRICULAR GROOVE)
RIGHT ATRIUM (CUT)
RIGHT CORONARY ARTERY, CIRCUMFLEX BRANCH DESENDING BRANCH
DESCENDING BRANCH OF LEFT CORONARY ARTERY
FIG VI CORONARY ARTERIAL SYSTEM OF BOVINE (RIGHT SIDE)

Fig. VI

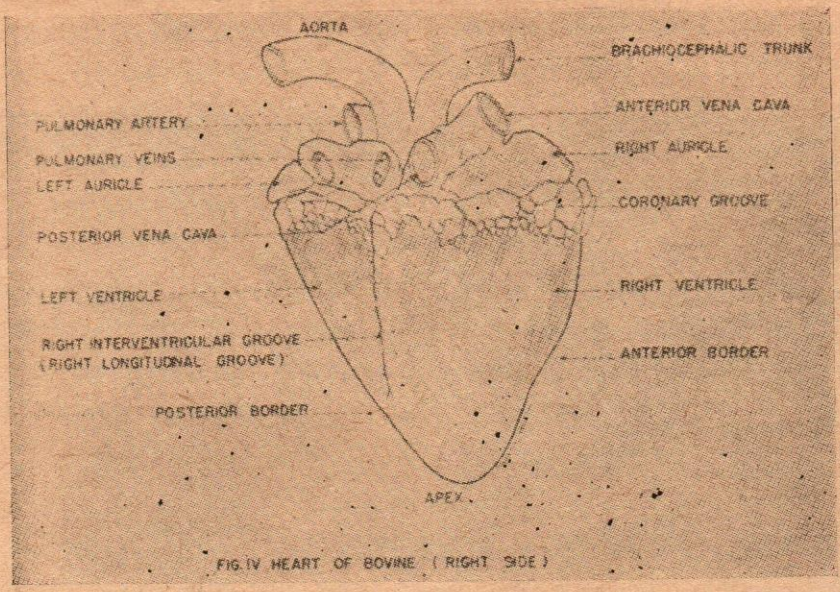
AORTA
BRACHIOCEPHALIC TRUNK
ANTERIOR VENA CAVA
PULMONARY ARTERY
PULMONARY VEINS
LEFT AURICLE
RIGHT AURICLE
CORONARY GROOVE
POSTERIOR VENA CAVA
LEFT VENTRICLE
RIGHT VENTRICLE
RIGHT INTERVENTRICULAR GROOVE (RIGHT LONGITUDINAL GROOVE)
ANTERIOR BORDER
POSTERIOR BORDER
APEX
FIG IV HEART OF BOVINE (RIGHT SIDE)

Fig. IV

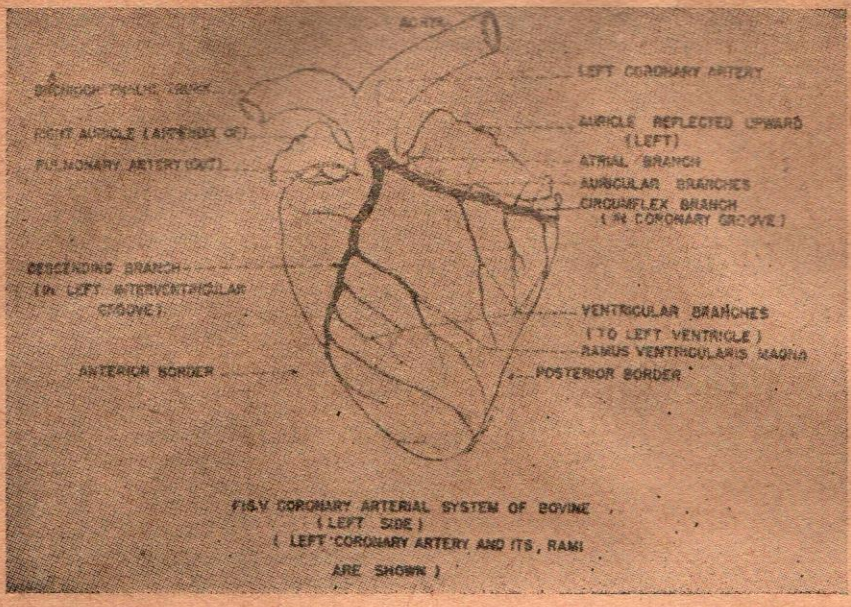

FIG.V CORONARY ARTERIAL SYSTEM OF BOVINE (LEFT SIDE) (LEFT CORONARY ARTERY AND ITS RAMI ARE SHOWN)

Fig. V

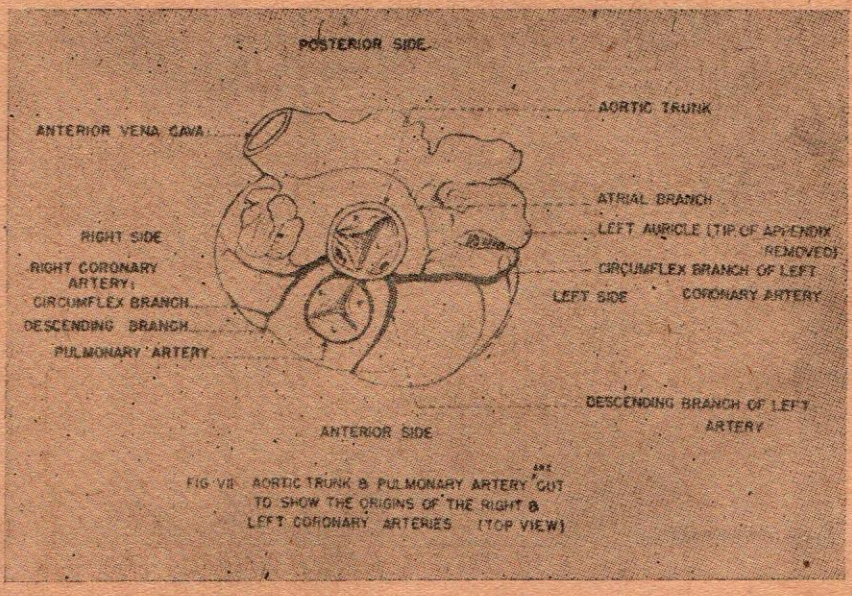

FIG VII AORTIC TRUNK & PULMONARY ARTERY CUT TO SHOW THE ORIGINS OF THE RIGHT & LEFT CORONARY ARTERIES (TOP VIEW)

Fig. VII

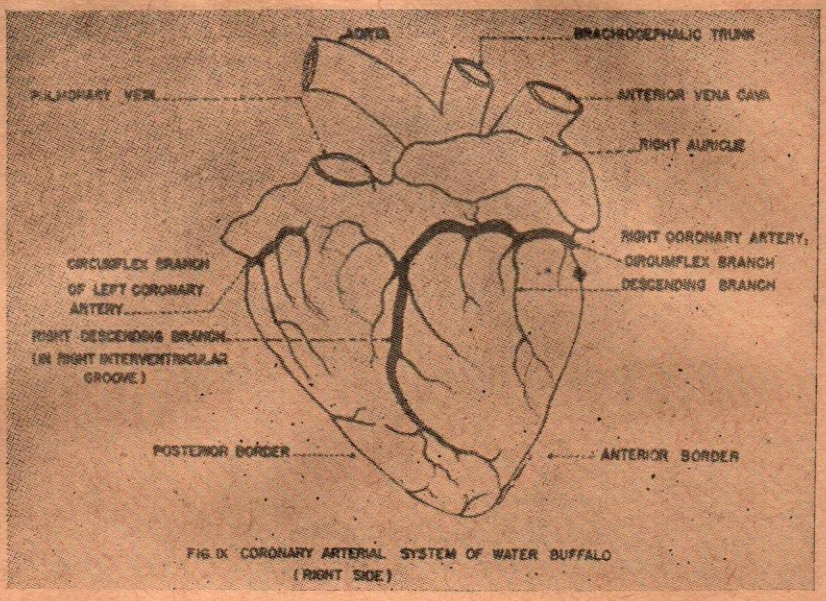

Fig. IX

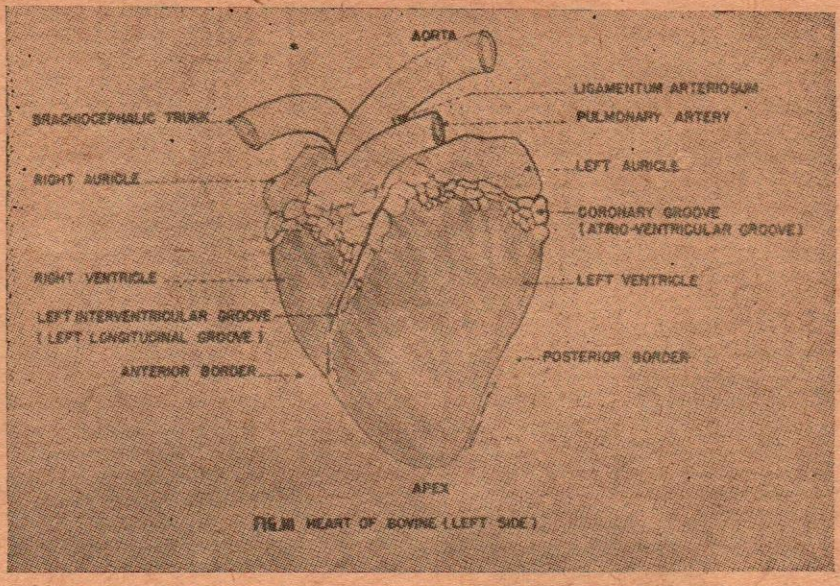

Fig. III

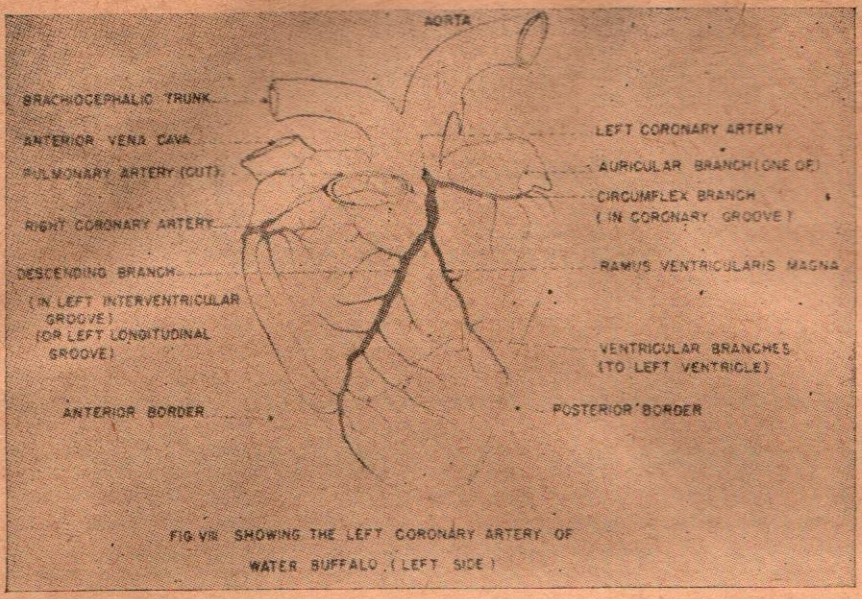

FIG VIII SHOWING THE LEFT CORONARY ARTERY OF WATER BUFFALO (LEFT SIDE)

Fig. VIII

การถ่ายทอดความคุ้มโรคนิวคาสเซิลจากแม่ไก่

มีอิทธิพลต่อการสร้างความคุ้มโรคของลูกไก่

จากกองวัคซีนและ เซรัม กรมปศุสัตว์

เจ้าหน้าที่ผลิตวัคซีนนิวคาสเซิลของกองวัคซีนและซีรัม ได้ทำการทดลองหาความคุ้มของวัคซีน นิวคาสเซิลสเตรน เอฟ. แก่ลูกไก่อายุต่าง ๆ โดยการที่ได้พักลูกไก่จากไข่ซึ่งได้จากแม่ไก่ ๒ พวก คือ

๑. ลูกไก่เกิดจากไข่ของแม่ไก่ที่มีความคุ้มโรค คือแม่ไก่ได้รับการหยอดวัคซีนนิวคาสเซิลสเตรน เอฟ. แล้วไม่เกิน ๖ เดือน พวกหนึ่ง

๒. ลูกไก่เกิดจากไข่ของแม่ไก่ที่ไม่มีความคุ้มโรค หรือไม่เคยให้วัคซีนนิวคาสเซิลชนิด ๆ มาก่อนเลยอีกพวกหนึ่ง

ซึ่งเมื่อนำผลการทดลองหาความคุ้มโรคของวัคซีนจากไก่มาเปรียบเทียบกันแล้ว มีความแตกต่างอันเป็นที่น่าสนใจมาก กองวัคซีนและเซรัมเห็นว่าหากได้จัดพิมพ์เผยแพร่ให้เจ้าหน้าที่สัตวแพทย์และผู้เลี้ยงไก่ได้ทราบก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จึงได้ขออนุมัติกรมส่งรายงานการทดลอง พิมพ์ในสัตวแพทยสารกับย่อรายงานการทดลอง ลงพิมพ์ในหนังสือข่าวปศุสัตว์ซึ่งได้รับอนุมัติจากกรมปศุสัตว์ให้ดำเนินการได้ กองวัคซีนและเซรัมจึงขอเสนอรายงานการทดลองดังต่อไปนี้

การทดลองครั้งที่ ๑

การทดลองหาความคุ้มโรคของวัคซีนนิวคาสเซิลเสตรน เอฟ. แก่ลูกไก่เกิดจากไข่ของแม่ไก่ที่มีความคุ้มโรค (แม่ไก่ได้รับวัคซีนนิวคาสเซิลสเตรน เอฟ. ไม่เกิน ๖ เดือน)

โดยการเก็บไข่ของแม่ไก่ที่มีความคุ้มโรคมาฟักแล้วนำลูกไก่มาหยอดวัคซีนนิวคาสเซิล เมื่อลูกไก่มีอายุต่าง ๆ กัน คือ ๑, ๗, ๑๔, ๒๑ และ ๒๘ วัน แล้วเลี้ยงแยกเป็นพวก ๆ

เมื่อครบ ๓๕ วัน หลังจากการหยอดวัคซีนของแต่ละพวก ก็นำมาทดลองฉีดเชื้อพิษทับหาความคุ้มโรค ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

พวกที่	อายุลูกไก่เมื่อหยอดวัคซีน วัน	ผลการทดลองหาความคุ้มโรค จำนวนลูกไก่ที่ฉีดพิษทับ ตัว	จำนวนลูกไก่ที่มีความคุ้มโรค ตัว	คิดเป็น เปอร์เซ็นต์	หมายเหตุ
๑	๑	๑๙	๑๑	๕๗.๘๙	
๒	๗	๑๗	๑๐	๕๘.๘๐	
๓	๑๔	๒๑	๑๖	๗๖.๑๙	
๔	๒๑	๑๙	๑๙	๑๐๐	
๕	๒๘	๑๙	๑๙	๑๐๐	

การทดลองครั้งที่ ๒

การทดลองหาความคุ้มโรคของวัคซีนนิวคาสเซิลสเตรน เอฟ. แก่ลูกไก่เกิดจากไข่ของแม่ไก่ที่ไม่มีความคุ้มโรค (แม่ไก่ไม่เคยได้รับวัคซีนนิวคาสเซิลชนิดใด ๆ มาก่อนเลย)

โดยการเก็บไข่ของแม่ไก่ที่ไม่เคยให้วัคซีนนิวคาสเซิลชนิดใด ๆ มาฟัก แล้วนำลูกไก่มาหยอดวัคซีนนิวคาสเซิลเมื่อลูกไก่อายุต่าง ๆ กัน คือ ๑, ๗, ๑๔ และ ๒๑ วัน หลังการหยอดวัคซีน ๑๕ วัน ของแต่ละพวกก็นำมาทดลองฉีดเชื้อพิษทับหาความคุ้มโรค ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

พวกที่	อายุลูกไก่เมื่อหยอดวัคซีน วัน	ผลการทดลองหาความคุ้มโรค จำนวนลูกไก่ที่ฉีดพิษทับ ตัว	จำนวนลูกไก่ที่มีความคุ้มโรค ตัว	คิดเป็น %	หมายเหตุ
๑	๑	๒๕	๒๕	๙๕.๘๓	
๒	๗	๒๕	๒๔	๙๕.๘๓	
๓	๑๔	๒๕	๒๔	๑๐๐	
๔	๒๑	๒๕	๒๕	๑๐๐	

ตารางเปรียบเทียบผลการทดลองความคุ้มโรคของการทดลองครั้งที่ ๑ และครั้งที่ ๒

อายุลูกไก่เมื่อหยอดวัคซีน	ผลความคุ้มโรคของลูกไก่ที่เกิดจากแม่ไก่ซึ่งมีความคุ้มโรคตามการทดลองครั้งที่ ๑	ผลความคุ้มโรคของลูกไก่ที่เกิดจากแม่ไก่ที่ไม่มีความคุ้มโรคตามการทดลองครั้งที่ ๒
๑ วัน	๕๗.๔๕ %	๑๓๐ %
๗ วัน	๕๔.๔๒ %	๙๕.๘๓ %
๑๔ วัน	๗๖.๑๙ %	๑๐๐ %
๒๑ วัน	๑๐๐ %	๑๐๐ %
๒๘ วัน	๑๐๐ %	ไม่ได้ทดลอง

จากการเปรียบเทียบผลการทดลอง หาความคุ้มโรคจะเห็นได้ว่า การหยอดวัคซีนนิวคาสเซิลแก่ลูกไก่ที่เกิดจากแม่ไก่ที่มีความคุ้มโรคเมื่อลูกไก่อายุ ๑–๑๔ วัน ลูกไก่สร้างความคุ้มโรคไม่ดี จะให้ความคุ้มโรคได้เพียง ๕๗–๗๖ % ของลูกไก่ที่ได้รับการหยอดวัคซีนทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับการหยอดวัคซีนนิวคาสเซิลแก่ลูกไก่ที่เกิดจากแม่ไก่ซึ่งไม่มีความคุ้มโรคเมื่อไก่อายุ ๑–๑๔ วัน ลูกไก่สร้างความคุ้มโรคได้ดีคือให้ความคุ้มโรคได้เกือบ ๑๐๐% ของลูกไก่ที่ได้รับการหยอดวัคซีนทั้งหมด

ส่วนการหยอดวัคซีนนิวคาสเซิลแก่ลูกไก่เมื่ออายุ ๒๑ วันขึ้นไป จะได้ผลทางความคุ้มโรคเกือบ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ ไม่ว่าลูกไก่นั้นจะเกิดจากไข่ของแม่ไก่ที่มีความคุ้มโรคนิวคาสเซิลหรือไม่ก็ตาม

จากการทดลองที่กล่าวแล้ว แสดงว่าอิทธิพลของความคุ้มโรคจากแม่ไก่ส่งมายังลูกมีผลให้การสร้างความคุ้มโรคจากวัคซีนนิวคาสเซิลในลูกไก่ไม่ดีเท่าที่ควรไปชั่วระยะหนึ่ง คือตั้งแต่ลูกไก่เกิดถึงเมื่อลูกไก่อายุ ๑๔ วัน แต่อย่างไรก็ดี ยังจำเป็นต้องหยอดวัคซีนนิวคาสเซิลแก่ลูกไก่ที่เกิดจากไข่ของแม่ไก่ที่มีความคุ้มโรคเมื่ออายุ ๑ วันขึ้นไป เพราะการถ่ายทอดความคุ้มโรคจากแม่ไก่ไปยังลูกไก่ไม่สูงพอที่จะทำให้มีความคุ้มโรคระบาดโดยไม่หยอดวัคซีน

จากการทดลองยังแสดงว่า อิทธิพลของความคุ้มโรคจากแม่ไก่ส่งมายังลูกจะหมดไปเมื่อลูกไก่อายุ ๒๑ วัน จึงทำให้ลูกสามารถสร้างความคุ้มโรคได้ดีเต็มที่เกือบ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์เมื่อได้รับวัคซีนนิวคาสเซิล สเตรน เอฟ. △