

ウシとブタの房室伝導系右脚の心室中隔内分岐

吉田 陽*, 森友靖生,** 村上隆之*

Branching of the Right Limb of the Atrioventricular Conducting System in Ventricular Septum of Cattle and Swine

Akira YOSHIDA, Yasuo MORITOMO and Takayuki MURAKAMI

(平成3年度8月31日受理)

The right limb of the atrioventricular conducting system in cattle and swine hearts was studied morphologically. Macroscopically, the right limb was shown to extend downward and forward within the myocardium of right side of the ventricular septum, then run through the septomarginal trabecula to the parietal wall of the right ventricle. It then divided into numerous twigs which spread out to the subendocardial Purkinje fiber network of the right ventricle. As the septal part of the right limb was embedded within myocardium, the limb in the region between the base of the subarterial papillary muscle and septal attachment of the septomarginal trabecula was observed microscopically using serial sections. One to 4 branches were given off from the right limbs in 6 of 11 cattle and in 5 of 8 swine. One of these branches in cattle connected to the intramyocardial Purkinje fiber network, and another branch in swine to the intramyocardial Purkinje fiber network and ordinary cardiac muscle fibers. The other many branches connected to ordinary cardiac muscle fibers of the ventricular septum.

Key words: Atrioventricular conducting system, Cattle, Swine.

緒 言

哺乳類の心臓の心房筋と心室筋は特殊心筋で構成された規則的な房室伝導系で連結されている¹⁾。この房室伝導系のうち、右心室に分布する右脚はヒト¹⁾、サル²⁾、イヌ^{1,3,5)}、ネコ³⁾、ウサギ^{3,6)}では房室束から分岐したのち心室中隔を下行して心室中隔の右心室面で数枝に分岐し、その分岐の一部は心室中隔の右心室面で、他の分岐は右心室腔を横切るか、または右心室腔底を通過して右心室の側壁に達し、それぞれ心内膜下のプルキンエ線維網に移行する。一方、ウマ⁷⁾、ウシ^{1,2,8)}、ヒツジ^{1,7,9)}、ヤギ⁷⁾、ブタ^{2,10,11)}など、有蹄類の右脚は心室中隔で分岐することなく、心室中隔から右心室腔を横切る中隔縁柱内を通過し、右心室の側壁に

達してはじめて分岐し、その分岐の一部は右心室の側壁で、他の分岐は心室中隔に逆行して、それぞれ心内膜下のプルキンエ線維網に移行するという報告が多い。しかし、ウシの右脚は右心室の側壁に達するまで分岐しないのが一般的であるが、個体によっては心室中隔で分岐を示すものもあるという報告^{7,12)}があり、またウシ、ヒツジ、ブタの右脚は心室中隔で前述したヒトなどの右脚と同様の分岐を示すという報告^{3,13)}などもあり、有蹄類の右脚の形態に関する見解は一致していない。本報告はウシとブタの右脚の心室中隔における分岐について肉眼的ならびに顕微鏡的に検索したものである。

* 家畜解剖学講座

** 九州東海大学農学部

材料と方法

材料は生後1~30日齢、オスまたはメスの黒毛和種またはホルスタイン種のウシ15例と生後14~60日齢のオスまたはメス、ランドレースとヨークシャーの雑種のブタ9例から採取した心臓である。

ウシとブタ各1例の心臓はホルマリン固定後、右心房および右心室面より房室伝導系を剖出し、肉眼的に観察した。他のウシ3例の心臓は右心室を切開し、右心室の心内膜下に位置する伝導系をPAS変法¹⁴⁾で染色し、肉眼的に観察した。残りのウシ11例とブタ8例の心臓はカルノア液または10%ホルマリン水で固定し、心室中隔右心室面の動脈下乳頭筋から中隔縁柱の起始部にいたる範囲を右脚とともに厚さ6 μ mのパラフィン連続切片とした。カルノア固定の切片はPAS染色、ホルマリン固定の切片はアザン染色を施して鏡検した。鏡検で右脚に分岐が認められたものは連続切片を顕微鏡写真とし、三次元画像解析装置(Nikon, Cosmozone 2SA)で再構築像として観察した。

結 果

房室伝導系を剖出して肉眼的に観察すると、ウシとブタの房室結節、房室束および右脚は固有心筋より色調が薄く、周囲組織から識別することができた。房室結節は冠状静脈洞口直前の心房中隔底に位置する扁平な楕円形の結節で、その前端は明らかな境界なく房室束に移行していた。房室束は細い円柱状の束で、房室線維輪上を前走し、やがて右房室弁中隔尖の付着縁のほぼ中央で房室線維輪を貫いて心室中隔に達し、左右の脚に分岐していた。右脚は心室中隔の右心室側の中隔浅層を下走したのち動脈下乳頭筋の基部を左方へ屈曲し、中隔縁柱内を通過して右心室の側壁に達していた。心室中隔を下行し、中隔縁柱に進入するまでの右脚が分岐する像は肉眼的には認められなかった。

ウシの右心室をPAS変法で染色して心内膜面を観察すると、心内膜下に位置する伝導系は淡桃色を呈して肉眼的に識別できた(Fig.1)。右脚は心室中隔を下行する間は中隔筋層内に埋没しており、心内膜面から観察することは出来なかった。心室中隔の動脈下乳頭筋の基部で右脚は心内膜下に現われたが、やがて再び中隔筋層内に潜入していた。その後、右脚は中隔縁柱内に進入して心内膜下に現われ、右心室側壁の大乳頭筋基部に達して多数の分岐に分岐していた。これらの分岐は右心室側壁の心内膜下でプルキンエ線維網を形成し、その網は心室中隔の心内膜下プルキンエ線維網に移行していた。心室中隔の動脈下乳頭筋の基部で心内膜下に現われた右脚に分岐や心内膜下プルキンエ線維網との連絡は認められなかった。

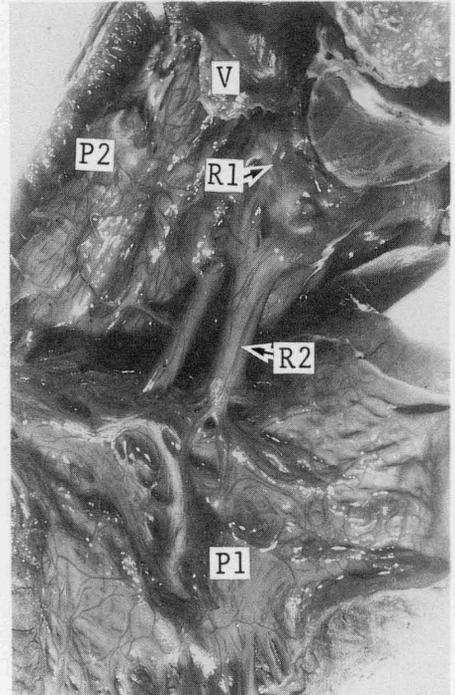


Fig.1. Atrioventricular conducting system in the subendocardium of bovine right ventricle. Modified PAS stain.

P1: large papillary muscle P2: small papillary muscle R1: right limb at the base of the subarterial papillary muscle R2: right limb in the septomarginal trabecula V: septal leaflet of right atrioventricular valves

ウシとブタの右脚を心室中隔の動脈下乳頭筋の基部から中隔縁柱に進入する部にわたって連続切片として顕微鏡的に観察すると、右脚はPAS染色では赤紫色を呈し、アザン染色では淡染性を示す大型の典型的なプルキンエ線維で構成されていた。

ウシ11例中6例とブタ8例中5例の右脚は中隔縁柱に進入するまでの間に1~4本の分岐を心室中隔に分岐していた。これらの分岐は右脚を構成するプルキンエ線維と同様の典型的なプルキンエ線維で構成された細い束であった。

心室中隔で分岐を示した右脚とその分岐を三次元的再構築像として観察すると、右脚の分岐は上方、左上方(Fig.2)、右上方、下方など、種々な方向へ向かっ

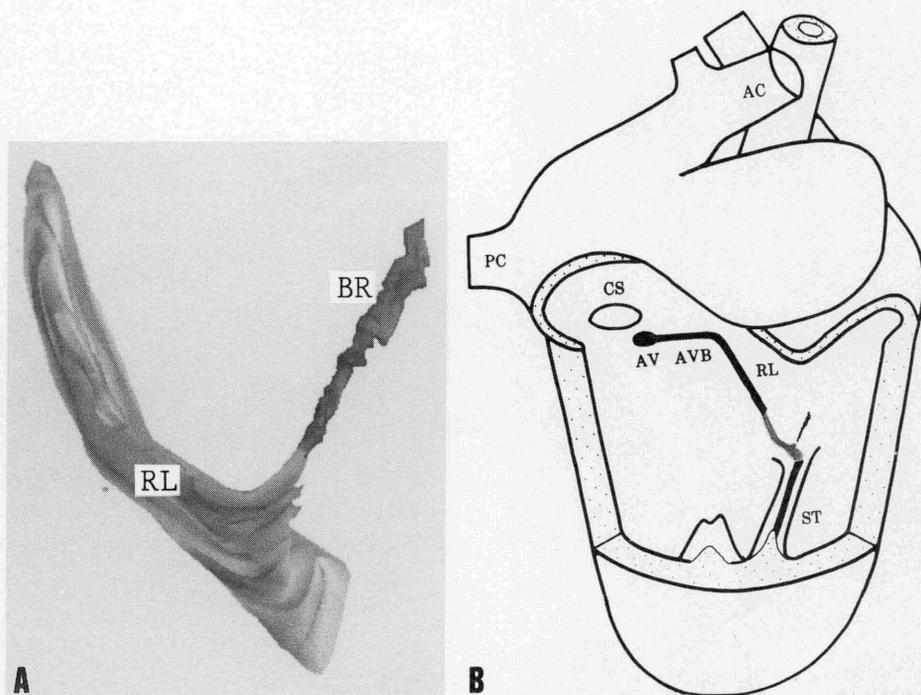


Fig.2. Three-dimensionally reconstructed right limb and its branch in ventricular septum (A) and schema of the atrioventricular conducting system (B) in bovine case 1, right lateral view. AC : anterior vena cava AV : atrioventricular node AVB : atrioventricular bundle BR : branch of right limb CS : coronary sinus PC : posterior vena cava RL : right limb ST: septomarginal trabecula

ていた。これらの分枝はウシ (No.3) とブタ (No.2) 各1例のものを除けばいずれも心室中隔浅層の筋層内を短く走行し、プルキンエ線維と固有心筋線維の中間型のいわゆる移行型線維を介して固有心筋線維に連絡していた (Fig.3)。

No.3のウシの分枝は右脚から分岐したのち、右脚の左側に沿って短く下走し、2本の小枝に分岐していた。これらの小枝は左背方へ鋭く屈曲し、心室中隔の浅層を上行、やがてプルキンエ線維から成る吻合枝で吻合を示したのち、さらに上行して心筋層内のプルキンエ線維網に移行していた。No.2のブタの分枝 (Fig.4) は右脚左面から分岐し、短く上行したのち、3本の小枝に分岐していた。3本の小枝のうち1枝はやがて移行型線維を介して固有心筋線維に連絡し、他の1枝は心筋層内のプルキンエ線維網に移行し、残りの1枝はそれらのいずれとも連絡することなく右脚の左側を短く上行して終端となっていた。なお、ウシ、ブタとも

に心室中隔で右脚から分岐した分枝が直接心内膜下のプルキンエ線維網に移行する像は全く認められなかった。

ウシ6例とブタ5例の心室中隔で右脚から分岐した分枝の走行をFig.5に模式図で示した。

考 察

ウシとブタ各1例の房室伝導系の剖出法およびウシ3例の右心室心内膜面のPAS変法染色による肉眼観察で、房室伝導系の右脚は心室中隔から右心室腔を横切る中隔縁柱内を通過して右心室の側壁に達し、そこで分岐、分散して右心室の広汎な心内膜下プルキンエ線維網に移行していた。このような右脚の解剖学的所見の概略は既に報告されているようウシ^{1-3,7,8,12,13)}とブタ^{2,3,10,11,13)}の所見と一致するものであった。

有蹄類の右脚がヒトなどの右脚と同様に心室中隔で

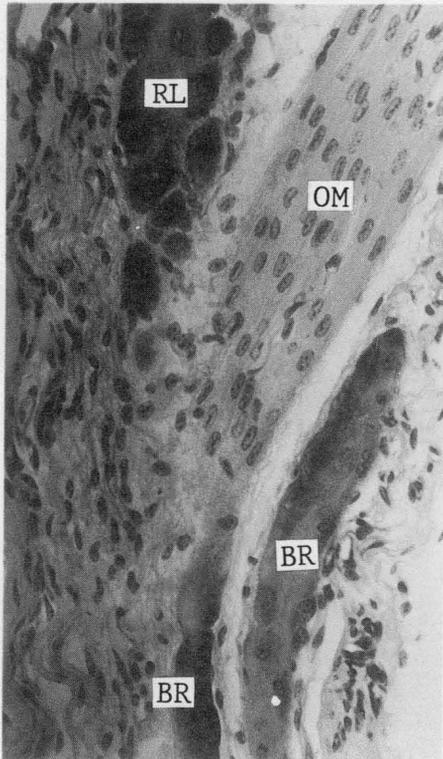


Fig.3. Connection of a branch (BR) of right limb (RL) with ordinary cardiac muscle (OM) of ventricular septum in bovine case 5, PAS stain.

分岐する^{3,13)}か、分岐しない^{1,2,7-11)}か、比較解剖学的に興味深い、その点に関する見解は一致していない。今回の肉眼的観察でウシとブタの右脚は心室中隔を下行する間は大部分が中隔の浅層に埋没しており、心室中隔で分岐する像は認められなかった。ウシとブタの右脚が心室中隔で分岐していたと報告されている位置は動脈下乳頭筋の基部³⁾、または中隔縁柱の中隔付着部¹³⁾である。ウシの右心室内膜面のPAS変法染色で右脚は動脈下乳頭筋の基部で淡桃色に染色されたが、分岐は認められなかった。この動脈下乳頭筋の基部で染色された右脚も、その部の右脚の右心室内膜面の表層が染色されたのみで、大部分は染色不可能な中隔筋層内に位置していた。また、ウシとブタの剖出した右脚の肉眼的観察によっても分岐は認められなかったが、これは右脚を剖出する際に分岐が破壊された可能性を否定することができず、ウシヤブタの右脚が心室

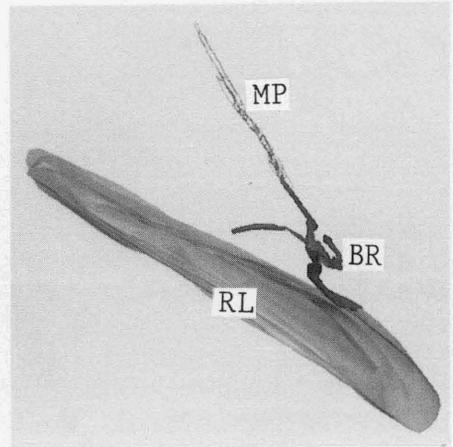


Fig.4. Three-dimensionally reconstructed right limb (RL) and its branch (BR) in ventricular septum in swine case 2, right lateral view.

MP : intramyocardial Purkinje fiber network

中隔で分岐するか否かを肉眼的に検索することは困難と考えられた。

動脈下乳頭筋の基部から中隔縁柱に進入するまでの右脚を顕微鏡的に観察すると、ウシ11例中6例とブタ8例中5例の右脚に1~4本の分岐が認められた。ウシとブタの右脚が心室中隔でヒトなどの右脚と同様の分岐を示すという報告^{3,13)}、またウシの右脚は心室中隔でしばしば分岐するが、それらの分岐は再び右脚に合流するか、心室中隔で盲端に終末するという報告⁷⁾がある。しかし、今回の観察結果はそれらの報告とは大きく異なり、心室中隔で右脚から分岐した分岐の多くは心室中隔内を短く走行したのち固有心筋に連絡していた。なお、ウシの右脚は個体によっては短い分岐を分岐するという報告¹²⁾があるが、その分岐の詳細に関する記載はなされていない。

哺乳類の房室伝導系はその終末枝である心内膜下のプルキンエ線維網に移行したのち固有心筋と連絡するといわれている¹⁾。今回の観察で全例に認められたものではないが、ウシとブタの右脚の分岐が心内膜下のプルキンエ線維網に移行することなく心室中隔の固有心筋と連絡していたことは比較解剖学的、また生理学的に興味深い所見と思われる。なお、ウシとブタ各1例の分岐は心筋層内のプルキンエ線維網に連絡していたが、この心筋層内のプルキンエ線維網は有蹄類に特

キーワード：房室伝導系，ウシ，ブタ

引用文献

- 1) Tawara, S. (1906) : 哺乳動物心臓の刺激伝導系—房室束と Purkinje 線維の解剖学的・組織学的研究, 須磨幸藏, 島田宗洋, 島田達生訳, p. 1-179, 丸善, 東京 (1990)
- 2) 大塚長康 : 刺激伝導系の構造, 日医会誌, 78, 1027-1034 (1977)
- 3) 大森静樹 : 哺乳類心臓に於ける房室連結系統の比較解剖学的並に発生学的研究, 福岡医誌, 21, 1104-1129 (1928)
- 4) Uhley, H. N. and Rivkin, L. : Peripheral distribution of the canine A-V conduction system, Am. J. Cardiol., 5, 688-691 (1960)
- 5) Hara, T. : Morphological and histochemical studies on the cardiac conduction system of the dog, Arch. Histol. Jap., 28, 227-246 (1967)
- 6) 村上隆之, 那須哲夫, 斎藤勇夫 : ウサギ目動物の刺激伝導系, 宮崎大農報, 32, 149-159 (1985)
- 7) Meyling, H. A. and Borg, H. T. : The conducting system of the heart in hoofed animals, Cornell Vet., 47, 419-455 (1957)
- 8) DeWitt, L. M. : Observations on the sino-ventricular connecting system of the mammalian heart, Anat. Rec., 3, 475-497 (1909)
- 9) 四方村 潤 : ヒツジの刺激伝導系に関する形態学的研究, 日大医誌, 22, 626-641 (1963)
- 10) 高橋彰彦 : ブタの刺激伝導系房室部の微細構造について, 弘前医学, 19, 170-192 (1967)
- 11) Bojsen-Moller, F. and Tranum-Jensen, J. J. : On nerve and nerve endings in the conducting system of the moderator band, J. Anat., 108, 387-395 (1971)
- 12) Cardwell, J. C. and Abramson, D. I. : The atrioventricular conduction system of the beef heart, Am. J. Anat., 49, 167-192 (1931)
- 13) Glomset, D. J. and Glomset, A. T. A. : A morphologic study of the cardiac conduction system in ungulates, dog, and man, Am. Heart J., 20, 677-701 (1940)
- 14) 大塚長康, 原 智次, 片岡 昭 : 刺激伝導系の肉眼的観察法の検討, 解剖誌, 41, 1-6 (1966)
- 15) Holmes, H. H. : The auriculo-ventricular bundle in mammals, J. Anat., 55, 269-285 (1921)

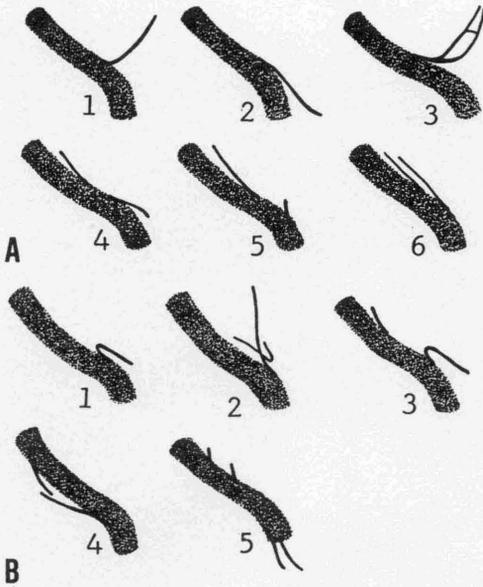


Fig.5. Schema of branches of the right limb in ventricular septum of cattle (A) and swine (B), right lateral view.

微的なもので、これは心内膜下のプルキンエ線維網から移行し^{1,3,7,9,12,13,15,17}、やがて固有心筋に連絡するといわれている^{1,3,15-17}

要 約

ウシとブタの房室伝導系の右脚を形態学的に検索した。肉眼的に、右脚は心室中隔の右側の心筋層内を下方へ、続いて前方へ進み、中隔縁柱を通過して右心室の側壁に達していた。右脚はそこで右心室の心内膜下プルキンエ線維網に拡がる多数の分枝に分岐していた。右脚の心室中隔部は心筋層内に埋没していたので、動脈下乳頭筋の基部から中隔縁柱の中隔附着部にいたるまでの右脚を連続切片として顕微鏡的に観察すると、11例中6例のウシと8例中5例のブタで1～4本の分枝が右脚から分岐していた。これらの分枝のうち、ウシの1本の分枝は心室中隔の心筋層内プルキンエ線維網に連絡し、ブタの1本の分枝は心筋層内プルキンエ線維網と固有心筋に連絡し、他の多くの分枝は心室中隔の固有心筋に連絡していた。

-
- 16) Kugler, J. H. and Parkin, J. B. : Continuity of Purkinje fibers with cardiac muscle, *Anat. Rec.*, 126, 335-339 (1956)
- 17) Nandy, K. and Bourne, G. H. : A study of the morphology of the conducting tissue in mammalian hearts, *Acta Anat.*, 53, 217-226 (1963)