

# 山羊胚胎心脏发生发育的形态学研究

侯玲玲, 张涌

(西北农林科技大学 畜牧兽医学院, 陕西 杨陵 712100)

**[摘要]** 应用光镜观察了山羊胚胎心脏的发生和发育过程, 结果表明: 15日龄20时的胚胎处于胚层分化阶段, 中胚层上已有微血管发生; 16~18日龄的胚胎在前肠门两侧发生两条对称的心内皮管; 18~20日龄的胚胎在前肠腹面两条心内皮管合并成单管状心。同时, 心管发生扭曲, 心管内部开始分隔过程; 20~34日龄的胚胎心脏的分隔基本完成; 34~105日龄属于胚胎心脏进一步发育成熟的阶段。试验还发现山羊心骨骺中的纤维三角发生初期是由致密结缔组织构成, 随着胚胎的发育转变为透明软骨, 具有种特异性。

**[关键词]** 山羊胚胎; 发生发育; 心脏;

**[中图分类号]** S814.8, S827.3<sup>+</sup>6

**[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-2782(2001)01-0011-04

心血管系统是胚胎中第一个发生作用的系统, 而心脏是第一个发生功能性分化的胚胎器官<sup>[1]</sup>。不同种属的动物胚胎心脏发生发育规律既存在相似性又存在种间差异<sup>[2]</sup>。关于马<sup>[3]</sup>、猪<sup>[4]</sup>、绵羊<sup>[5,6]</sup>、犬<sup>[7]</sup>、小鼠<sup>[8]</sup>、鸡胚<sup>[9]</sup>的心脏发生发育已有报道, 人胚<sup>[1,10]</sup>的心脏发生发育的研究更深入细致, 但山羊胚胎心脏的发生发育尚未见到报道, 本试验从发育生物学的角度系统地研究了山羊胚胎心脏发生发育。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

从西安屠宰场与西北农林科技大学动物房采集关中奶山羊的胚胎。分别取交配后15, 18, 20, 23, 26, 29, 34, 42, 51, 67, 77, 91, 105日龄的胚胎。

### 1.2 方法

光镜制样: 29日龄以前的胚胎整体固定于体积分数10%的甲醛液, 34日龄以后的胚胎解剖取心脏固定于体积分数10%的甲醛液, 按常规方法做整体石蜡连续切片, HE染色, 显微镜观察并拍照。

## 2 结果

### 2.1 心内皮管的发生

15日龄20时的山羊胚胎呈长管状囊, 长2.1~2.5 cm, 直径0.5~1.0 mm; 胚盘位于管状胚泡的中间部位, 是发育的中心, 呈半月状突出的囊, 长0.3~0.5 mm, 见图1。此时的胚胎仍处于三胚层分

化阶段, 内外胚层已形成, 中胚层正在形成, 滋养层细胞呈单层柱状, 无心管原基出现。18日龄2时的胚胎包在羊膜中, 羊膜外又以绒毛膜包裹, 胚体尚未发生弯曲, 长2.8~3.0 mm。此时的胚胎已有心内皮管形成, 位于咽部腹侧。两条心内皮管尚未融合, 由单层内皮构成心管壁, 见图2。

### 2.2 心脏的发育

心内皮管形成以后, 心脏就进入发育成熟阶段, 首先两条心内皮管融合形成单管状心, 单管状心发育形成心袪。当心袪形成时, 心脏的原始分区已出现, 最先出现的是原始的心球、心房以及心室, 不久便可辨认出动脉干和静脉窦。随着心脏的进一步生长以及心袪的继续扩展, 心管首先在主动脉端和窦房端下面向腹侧突出, 后来向尾侧弯曲, 形成了“S”形。于是原来位于心房颅侧的心室改变成象成体时的位置, 位于心房的尾侧, 而心房和静脉窦移到了心球、动脉干与心室的背面上。经过这一系列复杂的发育演化逐渐形成成熟的心房、心室及其附属结构。

20日龄10时的胚胎(体长0.4 cm)心脏明显地分出心房、心室、心球和静脉窦。心房、静脉窦及心室正处于移位过程中, 原来位于心房颅侧的心室逐渐向心房尾侧移位, 而心房和静脉窦逐渐向心球、动脉干与心室的背上方移位。此时的胚胎矢状切面可见, 心房与心室正处于同一水平, 呈前后位置关系, 见图3。心脏外表面可以看到深的房室沟, 浅的室间沟。在心脏内部正在进行分隔过程, 即心房、房室管、心室

[收稿日期] 2000-09-11

[基金项目] 农业部生物工程重点项目(9507-01)

[作者简介] 侯玲玲(1973-), 女, 内蒙古呼和浩特市土左旗人, 在读博士生, 主要从事哺乳动物胚胎工程研究。

与心球及动脉干的分隔, 这些分隔过程几乎是同时进行的。到 29 日龄(体长 1.7 cm)的胚胎, 心房、心室、动脉干的位置基本类似于成体。

**2.2.1 心房的分隔** 在 20 日龄 10 时的胚胎心房背侧壁上已出现较小的第一房间隔, 同时可以看到第一房间孔, 此时第一房间隔的上端有的部位已变薄, 预示着第二房间孔即将出现, 见图 4。第一房间隔向房室管心内膜垫的方向伸长。到 26 日龄(体长 0.9 cm)时, 第一房间孔关闭。在第一房间隔的上端形成许多小孔, 是第二房间孔的最初形式。与此同时, 在第一房间隔的右侧心房背壁第二房间隔原基出现。在 29 日龄(体长 1.7 cm)时, 第一房间隔上端的许多小孔逐渐融合成一个较大的第二房间孔, 见图 5。34 日龄(体长 2.0 cm)的胚胎, 除在第一房间隔的右侧心房背壁可见第二房间隔的一部分外, 在已融合的心内膜垫上可见第二房间隔的另一部分, 也位于第一房间隔的右侧。随着胚胎的发育, 第二房间隔继续生长。42 日龄(体长 3.8 cm)的胚胎, 窦房瓣的融合部分延伸到心房背壁, 形成假性房间隔。假性房间隔存在一段时间后退化。51 日龄(体长 6.8 cm)的胚胎第二房间隔已完全形成, 这表明卵圆孔的形成, 也标志着心房分隔过程的完成。

**2.2.2 房室管的分隔** 房室管的分隔是依靠房室管心内膜垫的形成和融合来完成的。在 20 日龄 10 时的胚胎, 心房心室交界处的房室管背侧和腹侧内壁内皮下间充质增生, 形成两个房室管心内膜垫, 此时尚未发生融合, 见图 6。胚胎长到 23 日龄(体长 0.6 cm)时, 房室管从左侧移向中间, 背腹心内膜垫增大, 彼此靠拢, 趋于融合。26 日龄的胚胎房室管心内膜垫已开始融合。到 29 日龄的胚胎房室管心内膜垫已完全融合成心内膜垫弓, 弓凹面朝向心房。原始房室管分为左右房室管, 见图 5。

**2.2.3 心室的分隔** 20 日龄 10 时的胚胎, 靠近心室尖端处的心室底板上出现短的室间隔, 室间隔与小梁延续, 把原始心室初步分成较小的右心室和较大的左心室, 心球与右心室相通, 心球头背侧变成动脉干, 见图 7。随着胚胎的生长, 室间隔向着心内膜垫的方向生长。到 29 日龄的胚胎室间隔顶端已接近心内膜垫弓, 但仍留有小的室间孔。34 日龄的胚胎, 室间隔顶端与心球嵴、心内膜垫融合形成膜性室间隔, 关闭室间孔。至此, 形成了由肌性部分和膜性部分构成的完整的室间隔, 左右心室完全被分隔开。

**2.2.4 心球、动脉干的分隔** 在房室管心内膜垫和原始室间隔把心室分成左、右心室的同时, 动脉干和

心球区也发生分隔。20 日龄 10 时的胚胎, 分别在心球、动脉干的右背侧和左腹侧, 内皮下间充质组织增生变厚, 形成心球嵴与动脉干嵴, 但两侧的嵴均未发生融合, 见图 8。26 日龄的胚胎, 心球与动脉干从右侧移向中间, 从左右心房之间通过。动脉干嵴从远端开始融合, 并且呈螺旋形扭转。心球变短, 心球嵴与动脉干嵴相延续, 左腹侧心球嵴与室间隔靠近, 右背侧心球嵴与房室管心内膜垫靠近。到 29 日龄的胚胎, 动脉嵴融合, 形成动脉中隔, 把动脉干分成肺动脉干和主动脉; 心球进一步变短, 右背侧和左腹侧心球嵴仅仅在心球的远侧端融合, 与动脉中隔延续。在心球近端, 右背侧心球嵴与房室管的侧内膜垫相接, 左腹侧心球嵴与室间隔右边融合。这一融合完成之后就形成了一个完整的中隔, 把心球部分分隔成两部分, 以后逐渐被心室吸收, 分别形成右心室里的动脉圆锥和左心室里的主动脉前庭。在 34 日龄的胚胎可以看到动脉圆锥, 同时在动脉口有半月瓣形成。

**2.2.5 心脏瓣膜的发育** 在房室管通入心室的部位, 分别在心室壁和心内膜垫上形成房室瓣。随着心脏的发育, 房室瓣也发生变化。起初房室瓣原基较小, 主要由间充质构成。29 日龄的胚胎房室瓣已很肥大, 见图 5。进一步发育, 到 42 日龄(体长 3.8 cm)的胚胎房室瓣逐渐变瘦、变长, 瓣尖与心肌密集排列形成的肌肉柱相连, 肌肉柱以后发育成乳头肌和腱索。有的房室瓣内可以看到有血管存在。67 日龄(体长 12.8 cm)的胚胎心脏房室瓣已变得很瘦, 腱索和乳头肌完全形成。此时的房室瓣内肌原纤维增多, 但仍存在间充质细胞, 房室瓣内的肌原纤维与腱索内的肌原纤维相连续, 一直延续入乳头肌, 腱索内有纵行走向的平滑肌纤维。

在 23 日龄的胚胎右心房的头背侧静脉窦入口处有窦房瓣形成, 窦房瓣随着静脉窦被右心房吸收而退化。

**2.2.6 心骨骼的发生发育** 心骨骼包括室间隔膜部、纤维环和纤维三角。关于室间隔膜部的发生发育在心室分隔中已描述。在 42 日龄的胚胎心脏房室口和动脉出口处可看到有纤维环包绕, 由致密结缔组织构成。纤维三角填充在房室口和主动脉基部之间的空隙中, 最初形成时由致密结缔组织构成。在约 105 日龄(体长 2.8 cm)的胚胎心脏可见纤维三角已由致密结缔组织转化为透明软骨, 主动脉口右侧可见一块较大的透明软骨, 左侧较小, 不明显, 见图 9。

**2.2.7 心脏传导系统的发生** 在 29 日龄的胚胎静脉窦入口处可以看到窦房结原基已出现, 呈圆形, 较

小, 结中央无结动脉, 见图 5。34 日龄的胚胎, 在房室管心内膜垫中央可以看到房室结形成。房室结呈椭圆形, 较大。构成结的细胞呈不规则形, 有突起互相连接, 核圆形或椭圆形, 较心肌细胞着色深。随着心脏的进一步发育, 房室结也发生变化。51 日龄的胚胎房室结增大, 由含血管的结缔组织和特殊的心肌纤维构成, 见图 10。房室结中可见两种特殊细胞成份: 一种细胞较小, 形状不规则, 细胞发出许多突起, 互相连接成网状, 这类细胞是结细胞; 另一种是移行细胞, 形态结构介于结细胞和心肌纤维之间, 胞核圆形或椭圆形, 有多个核仁, 胞质较心肌纤维着色深。此时心内膜下蒲金野氏纤维可明确辨认, 这表明房室束的形成。

## 3 讨 论

### 3.1 心内皮管发生阶段

本试验观察发现: 山羊胚胎心血管大约发生于 16~17 日龄。最初是以单层内皮构成的两条心内皮管, 位于咽部腹侧。随着胚胎的生长发育, 两条心内皮管融合为单管状心, 位置也逐渐后移。

### 3.2 20~105 日龄(体长 0.4~28 cm)的胚胎心脏发生发育过程中的形态结构变化特征

20 日龄 10 时的山羊胚胎心脏已发育到心袪阶段, 能够明显分出心房、心室、心球、动脉干和静脉窦, 但各部分的位置与成体有很大的差异。此时的胚胎心脏内部和外部都在发生重要的变化, 外部形成相应的房室沟和室间沟, 内部发生分隔过程。长到 29 日龄的胚胎心脏各部分的位置接近于成体。房室瓣和半月瓣也已形成。34 日龄的胚胎, 心脏内部的分隔基本完成, 只有第二房间隔要到 51 日龄时才完全形成。此时的房室瓣发生底切, 瓣尖与心肌肉柱相

连。42 日龄的胚胎处于生长高峰期, 这一阶段的胚胎心脏组织结构变化比形态结构变化更明显, 心肌细胞发育, 心脏壁明显增厚。51~105 日龄(体长 6.8~28 cm)的胚胎进入形成期, 这一阶段, 胚胎心脏的组织结构和形态结构逐渐完善。

从本试验的结果可以看出: 山羊胚胎心脏各部分的发生时间上有种特异性, 但整体发育进程同绵羊胚胎相近<sup>[5,6]</sup>。马和人由于妊娠期较长, 马胚<sup>[3]</sup>和人胚<sup>[1]</sup>的心脏发生发育进程也会相应地较慢, 而猪胚<sup>[4]</sup>心脏发生发育进程则比山羊稍快。

### 3.3 山羊心脏房间隔和室间隔的发生特点

从本试验结果看, 关于第二房间隔的发生倾向于认为来源于两个地方, 即原中隔右边的心房头背侧壁和原中隔右侧心内膜垫在心房面的嵴; 肌性室间隔在出现的早期是由类似于心室小梁的肌束形成的而且与心室小梁延续, 由此认为肌性室间隔由心室小梁聚集形成是合理的。

### 3.4 山羊胚胎心脏传导系统的发生发育特点

观察结果表明, 山羊胚胎心脏传导系统发生较晚, 窦房结原基在妊娠第四周出现, 房室结在妊娠第五周出现, 房室束在第七周可明确辨认; 关于房室结的来源问题, 本试验未观察到窦房结细胞向房间隔底部的移行现象, 所以倾向于认为: 房室结细胞是房室管壁背侧壁内层的幼稚细胞特化而来<sup>[8]</sup>。

### 3.5 心骨骼

本试验首次观察到山羊心骨骼。山羊在胚胎发育的早期, 纤维三角是不规则的致密结缔组织, 在胚胎进入胎儿期的初期(约 91~105 日龄)转化为透明软骨, 形成心骨骼。这就体现了山羊与猪、马、犬等动物之间的又一种间差异<sup>[11,12]</sup>。

## [参考文献]

- [1] Moore 著. 人体胚胎学[M]. 潘人荣编译. 台北: 台湾艺轩图书出版社, 1995: 305-317.
- [2] Drew M. The embryology of domestic animals[M]. New York: U. S. A, 1985: 231-245.
- [3] Vitum S. A. The embryonic development of the equine heart[J]. ZblVetMed C Anat Histol Embryol, 1981, 10(3): 193-288.
- [4] Patten B M 著. 猪胚胎学[M]. 罗克译. 福州: 福建科学技术出版社, 1978: 160-170.
- [5] 苟崇文, 包彬. 蒙古绵羊 21 天 16 时 7 毫米胚胎的系统形态学研究[J]. 解剖学报, 1979, 10(1): 69-79.
- [6] 苟崇文, 皇甫王珩. 蒙古绵羊胚胎的体形发生[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1985, 6(2): 79-93.
- [7] William K L. Veterinary developmental anatomy[M]. B C Decker Inc, 1987: 205-223.
- [8] 俞慧珠, 叶百宽著. 小白鼠胚胎发生[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 112-118.
- [9] 蒋东编绘. 薛社普审订. 鸡胚发育图谱[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 108-113.
- [10] Sadler T W. Langman's medical embryology[M]. 7th ed William and Wilkins, 1995: 183-212.
- [11] 王铁恒主编. 动物组织学与胚胎学[M]. 长春: 中国人民解放军兽医大学出版社, 1989: 120-123.

[12] HD 德尔曼, EM 布朗 兽医组织学[M](第2版). 秦鹏春, 聂其灼主译 北京: 农业出版社, 1989. 73- 76

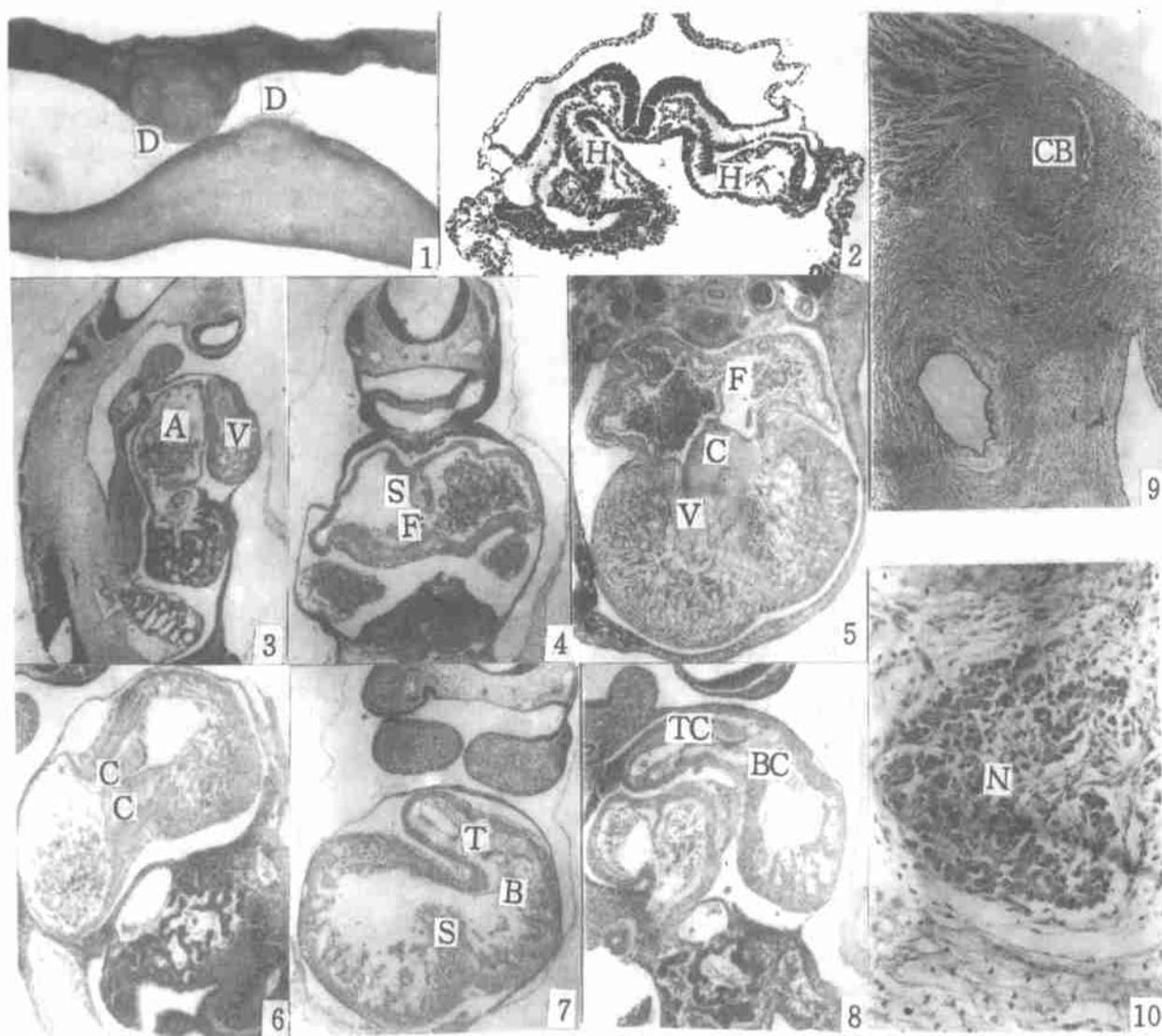


图 1 15 日龄 20 时胚胎, D 示胚盘。×40; 图 2 18 日龄 2 时胚胎近中部横切, H 示心内皮管。×100; 图 3 20 日龄 10 时胚胎矢状切, V 示心室, A 示心房。×40; 图 4 20 日龄 10 时胚胎横切, S 示第一房间隔, F 示第一房间孔。×64; 图 5 29 日龄胚胎心脏纵切, F 示第二房间孔, N 示窦房结原基, C 示心内膜垫弓, V 示房室瓣。×40; 图 6 20 日龄 10 时胚胎矢状切, C 示房室管心内膜垫。×64; 图 7 20 日龄 10 时胚胎横切, S 示正在形成的室间隔, B 示心球, T 示动脉干。×64; 图 8 20 日龄 10 时胚胎整体矢状切, BC 示心球嵴, TC 示动脉干嵴。×64; 图 9 105 日龄胚胎心脏纵切, CB 示心骨骼。×40; 图 10 51 日龄胚胎心脏纵切, N 示房室结。×250

Fig. 1. 15 day and 20 hour-old embryo, embryonic disc(D). ×40; Fig. 2 Transverse section of 18 day and 20 hour-old embryo, endocardial heart tube(H). ×100; Fig. 3 Sagittal section of 20 day and 10 hour-old embryo, ventricle (V), atrium (A). ×40; Fig. 4 Transverse section of 20 day and 10 hour-old embryo, the first interatrial septum (S), the first interatrial foramen (F). ×64; Fig. 5 Longitudinal section of 29 day-old embryo heart, the second interatrial foramen (F), the primordium of nodus sinuatrialis(N), fused endocardial cushion (C), atrioventricular valve(V). ×40; Fig. 6 Sagittal section of 20 day and 10 hour-old embryo, endocardial cushion of atrioventricular canal(C). ×64; Fig. 7. Transverse section of 20 day and 10 hour-old embryo, interventricular septum (S), bulbus cordis(B), truncus arteriosus(T). ×64; Fig. 8 Transverse section of 20 day and 10 hour-old embryo, interventricular septum (S), bulbus crest(BC), crest of truncus arteriosus(TC). ×64; Fig. 9 Longitudinal section of 105 day-old embryo heart, cardiac skeleton(CS). ×40; Fig. 10 Longitudinal section of 51 day-old embryo heart, nodus atrioventricularis ×250

(下转第 18 页)

- cirrhotic rat livers[J]. *Liver*, 1996, 16: 313- 320
- [2] Petemann H, Heymann S, Vogl S, *et al* Phagocytic function and metabolite production in thioacetamide-induced liver cirrhosis: a comparative study in perfused livers and cultured Kupffer cells[J]. *Journal of Hepatology*, 1996, 24: 486- 477.
- [3] 陈宏, Stolz FM, Dargel R. 纤维化肝窦内皮细胞中基因表达的研究[J]. *西北农业大学学报*, 2000, 28(4): 69- 74
- [4] 孙乃恩, 孙东旭, 朱德煦. *分子遗传学*[M]. 南京: 南京大学出版社, 1990
- [5] Kren B T, Trembley J H, Steer C J. Alterations in mRNA stability during rat liver regeneration[J]. *Am J Physiol*, 1996, 270: (Gastrointest Liver Physiol, 33): G763- G777.
- [6] Kren B T, Teel A L, Steer C J. Transcriptional rate and steady-state changes of retinoblastoma mRNA in regenerating rat liver[J]. *Hepatology*, 1994, 19: 1214- 1222
- [7] Albrecht J H, Muller-Eberhard U, Kren B T, *et al* Influence of transcriptional regulation and mRNA stability on hemopexin gene expression in regenerating liver[J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1994, 314(1): 229- 233

## Half life determination of bcl-2 and GAPDH mRNA in sinusoidal endothelial cells and Kupffer cells of rat liver

CHEN Hong<sup>1</sup>, R Dargel<sup>2</sup>, C Schreckenber<sup>2</sup>, S Vogl<sup>2</sup>

(1 College of Animal Science and Veterinary Medicine, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

(2 Institute of Pathobiochemistry, Medical Faculty, Friedrich-Schiller-University, D-07740 Jena, Germany)

**Abstract** In the study, half lives of bcl-2 and GAPDH mRNA were determined in isolated sinusoidal endothelial cells (SEC) and Kupffer cells (KC) of rat livers during Thioacetamide-induced Fibrosis by RT-PCR. The results showed that half lives of bcl-2 and GAPDH mRNA were 6.13 hours and over 20 hours respectively in sinusoidal endothelial cells, and 5.86 hours and 13.74 hours respectively in Kupffer cells

**Key words** RT-PCR; sinusoidal endothelial cells; Kupffer cells; mRNA half life; determination

(上接第 14 页)

## A morphological study of the genesis and development of goat embryo heart

HOU Ling-ling, ZHANG Yong

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract** This paper observes the genesis and development of embryo heart in goat by light microscope. The results indicate: The embryo at the age of 15 days and 20 hours is undergoing differentiation phase of embryonic layer. The microvascular primordium appears in the mesoderm at this stage; The paired endocardial heart tubes come to lie bilateral to the foregut at the stage of 16- 18 days and fused to a single tube in ventral to the foregut at the stage of 18- 20 days. At this time, external morphogenic movement and internal partitioning process achieve at the age of 20- 34 days. From 34 to 105 days, embryo heart develops further and goes into mature stage. This experiment finds that the fibroplastic triangle of the cardiac skeleton is composed of dense connective tissue at the beginning of genesis and then changes into hyaline cartilage with the development of embryo, which shows the species specificity.

**Key words** goat embryo; genesis and development; heart