

# 不同脊椎动物骨骼肌的解剖结构与动物进化程度的关系

周欢群<sup>1</sup> 卢光琇<sup>1,2,3</sup> 陆长富<sup>1,2△</sup>

(1 中南大学生殖与干细胞工程研究所 湖南 长沙 410008 2 中信湘雅生殖与遗传专科医院 湖南 长沙 410008 ;

3 人类干细胞国家工程研究中心 湖南 长沙 410008)

**摘要** 目的:依据发育重演律的理论,比较进化程度不同的脊椎动物骨骼肌是否存在结构层次的差异。方法:选取进化程度不同的脊椎动物,如哺乳动物、鸟类、两栖动物及鱼类,选择各类有代表性并容易取材的动物,通过苏木精伊红染色(HE染色)的方法对健康的昆明白小鼠、家兔、家鸽、牛蛙、鲫鱼背部及腿部肌肉横切面进行观察。结果:昆明白小鼠、家兔、家鸽、牛蛙、鲫鱼的骨骼肌都有相类似的层次结构,即每块骨骼肌由数个肌束构成,骨骼肌外被肌外膜,肌束由肌束膜包裹,每个肌束又由众多肌纤维构成,肌纤维由肌内膜包裹。骨骼肌的层次结构与动物的进化程度和实验取材部位无关。结论:表明进化程度不同的脊椎动物骨骼肌的进化程度相近。表明骨骼肌的3层结构并非在脊椎动物阶段进化完成的。

**关键词:** 骨骼肌 进化 类囊胚

中图分类号:Q951.3 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2012)02-207-03

## Relationship between Anatomical Structure of Skeletal Muscle of Different Vertebrates and Degree of Vertebrates Evolution

ZHOU Huan-qun<sup>1</sup>, LU Guang-xiu<sup>1,2,3</sup>, LU Chang-fu<sup>1,2△</sup>

(1 Institute of Reproductive and Stem Cell Engineering, Changsha, 410008, China;

2 Reproductive & Genetic Hospital of CITIC-XIANGYA, Changsha, 410008, China;

3 National Engineering and Research Center of Human Stem Cells, Central South University, Changsha, 410008, China)

**ABSTRACT Objective:** To Compare the difference of anatomical structure of skeletal muscles from different evolutionary vertebrates according to the ontogenic law which was raised by Professor LU in 2008. The ontogenic law is a law of individual development, which is suggested on the base of developmental biology and knowledge of stem cell. The law considers that the development of individual is a process of blastocyst-like structure to form and evolve. **Methods:** Choose different degree of evolutionary vertebrates, such as mammals, birds, amphibians and fishes. Especially choose the vertebrates which are representative and easy to get. Observe the cross sections of different vertebrates such as Kunming white mouse, rabbit, Columba livia domestica, rana catesbeiana and crucian through hematoxylin and eosin staining (HE staining). **Results:** The results show that skeletal muscles of Kunming white mouse, rabbit, Columba livia domestica, rana catesbeiana and crucian have similar anatomical structures. In other words, groups of muscle fibers are formed into fascicles, which are encasement by endomysium, while groups of fascicles are formed into a muscle, the fascicles are encasement by perimysium and the muscle is encasement by epimysium. Neither the degree of vertebrates evolution nor where to draw the materials from the vertebrates have no relationship with the anatomical structure of skeletal muscles. **Conclusions:** It indicates that vertebrates of different evolutionary degree have similar evolutionary degree of their skeletal muscles. And it also shows that anatomical structures of skeletal muscles have three layers, which are muscle, fascicle and muscle fiber. They could not have completed during the evolutionary level of vertebrates. The result of the experiment shows that the skeletal muscles have gone through three evolutionary period at least, and during the process of skeletal muscles development, they also have gone through three times of cell differentiation.

**Key words:** Skeletal muscle; Evolution; Blastocyst-like structure

**Chinese Library Classification(CLC):** Q951.3 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2012)02-207-03

### 前言

作者等从2005年关注到个体发育中的重演现象<sup>[1]</sup>,并于2008年正式提出发育重演律的假说<sup>[2]</sup>,该假说认为个体的发育就是类囊胚不断形成和演化的过程。类囊胚是类似囊胚的结

构,由类内细胞团和类外胚滋养层两部分构成,类外胚滋养层在外围负责类囊胚与外界的物质交换,为其内的类内细胞团提供合适的环境,而类内细胞团负责进一步的细胞分化,每进行一次分化,类内细胞团发育成下一级类囊胚。发育重演律是在现有的发育生物学知识、包括干细胞知识的基础上总结出的生物个体发育理论<sup>[2,3]</sup>,依据该理论,可以根据器官或生物个体的解剖结构,推测器官和个体的发育过程乃至器官和个体的进化历程。本研究选取进化程度不同的脊椎动物,通过观察肌肉横切面了解不同动物骨骼肌的结构层次,研究骨骼肌的解剖结构

作者简介:周欢群(1986-),女,硕士,主要研究方向:早期胚胎发育。E-mail:zhouhuanqun@yahoo.com.cn

△通讯作者:陆长富, E-mail:lcf1001@sohu.com

(收稿日期:2011-06-13 接受日期:2011-07-08)

与动物进化程度的关系。

1 材料与方法

选取进化程度不同的脊椎动物,如哺乳动物、鸟类、两栖动物及鱼类<sup>[3-5]</sup>,从中选择容易取材的脊椎动物作为代表。选取健康的昆明白小鼠、家兔、家鸽、牛蛙、鲫鱼,分别取背部及大腿和小腿的后群肌肉,鱼只取背部肌肉,用木棍固定两端,固定于10%福尔马林中,常规石蜡包埋,4 μm切片。切片常规用二甲苯脱蜡,经各级乙醇至水洗:二甲苯(I)5 min,二甲苯( )5 min,100%乙醇2 min,95%的乙醇1 min,80%乙醇1 min,75%乙醇1 min,蒸馏水洗2 min。苏木素染色5 min,自来水冲洗。盐酸乙醇分化30 s(提插数下)。自来水浸泡15 min或温水(约50℃)5 min。置伊红液2 min。常规脱水,透明,封片,95%乙醇(I)min,95%乙醇( )1 min,100%乙醇(I)1 min,100%乙醇( )1 min,二甲苯石碳酸(3:1)1 min,二甲苯(I)1 min,二甲苯( )1 min,中性树脂封固。切片在OLYMPUS IX71 荧光倒置显微镜下放大100倍观察,并采用DPControl拍照软件拍照,

分析不同脊椎动物的骨骼肌的层次结构。通过比较不同进化程度的脊椎动物的骨骼肌同一部位的切片结果,可以得出骨骼肌的层次结构与动物进化程度的关系。通过比较同一脊椎动物不同部位的骨骼肌的切片结果,可以得出骨骼肌的层次结构与实验取材部位的关系。

2 结果

如图1所示,骨骼肌横切面显示,每种动物的骨骼肌均有3层结构:整块骨骼肌由数个肌束构成,肌束又由众多肌纤维构成。骨骼肌、肌束和肌纤维分别由肌外膜、肌束膜和肌内膜包裹。通过比较同一脊椎动物,如昆明白小鼠、家兔、家鸽及牛蛙的背部、大腿及小腿的横切面,骨骼肌均有3层结构,且结构类似,能看到肌束膜及肌内膜,说明骨骼肌的层次结构与实验取材部位无关。通过比较不同进化程度的脊椎动物,如昆明白小鼠、家兔、家鸽、牛蛙及鱼的同一部位,如背部、大腿及小腿的横切面,骨骼肌均有3层结构,且结构类似,能看到肌束膜及肌内膜,说明骨骼肌的层次结构与动物的进化程度无关。

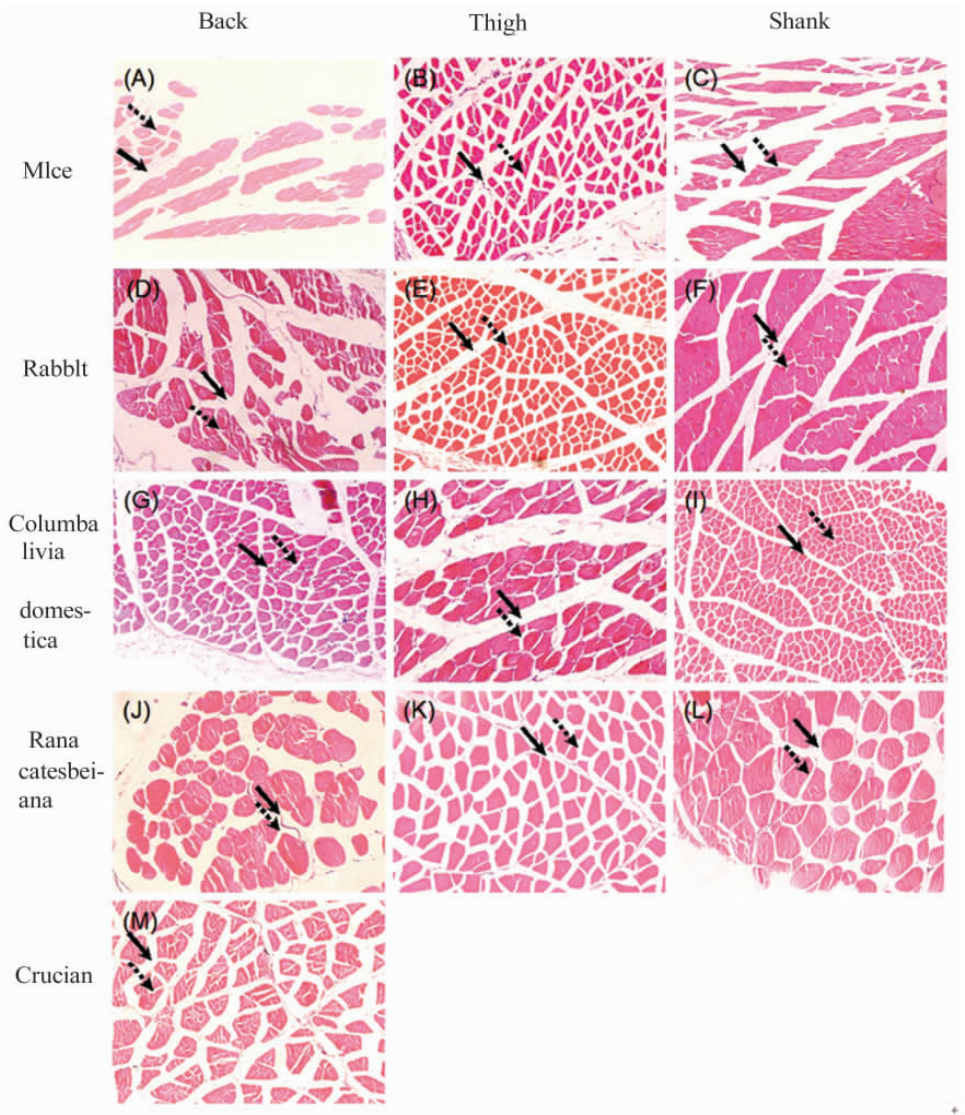


图1 小鼠、家兔、鸽、蛙及鱼的背部、大腿及小腿的肌肉横切面(HE染色,100×)  
注:实线箭头所指为肌束膜,虚线箭头所指为肌内膜

Figure 1 Cross sections of back, thigh and shank of mice, rabbit, Columba livia domestica, rana catesbeiana and crucian (HE staining, 100×)

Note: The solid arrow points to perimysium, and the dashed arrow points to endomysium

### 3 讨论

发育重演律认为个体的发育是类囊胚不断形成和演化的过程。类囊胚一般由干细胞通过一次细胞分化形成,每形成一个类囊胚,相当于干细胞经历了一个细胞分化周期<sup>[6]</sup>。因类囊胚不断形成和演化而形成的生物体的结构反映了生物个体的发育过程。发育重演律同时认为生物的进化亦是类囊胚不断形成和演化的过程,每进化出一级类囊胚,相当于生物经历了一个进化周期<sup>[7]</sup>。生物个体的发育与种系进化具有严格的对应关系,一个物种经历的进化周期数与构成该物种的生物个体完成发育所经历的细胞分化的周期数相等,生物个体的解剖结构和发育过程保存了物种进化的信息。

骨骼肌具有清晰的结构层次<sup>[8-10]</sup>,根据骨骼肌的层次结构,可以推测骨骼肌的发育至少经历了3次细胞分化,其进化历程至少经历了3个进化周期。本实验试图通过比较进化程度不同的脊椎动物骨骼肌的结构层次,研究骨骼肌的层次结构与动物进化程度的关系。结果显示,进化程度不同的脊椎动物的骨骼肌均具有3层结构,表明骨骼肌的3层结构并非在脊椎动物阶段进化完成的。骨骼肌属于横纹肌,骨骼肌可能由非骨骼横纹肌进化而来,比较骨骼肌与非骨骼横纹肌的层次结构,有可能提供更多的关于骨骼肌进化的信息。

#### 参考文献(References)

- [1] 陆长富. 个体发育中的重演现象[J]. 自然杂志, 2005, 17(4): 218-222  
Lu Chang-fu. The replay phenomenon in individual development [J]. Chinese Journal of Nature, 2005, 17(4): 218-222
- [2] 陆长富. 发育重演律 [J]. 自然杂志, 2008, 30(5): 291-295  
Lu Chang-fu. A basic law of individual development [J]. Chinese Journal of Nature, 2008, 30(5): 291-295
- [3] 李有泉, 王海蓉. 试论脊椎动物的进化[J]. 蒙自师范高等专科学校学报, 2002, 4(2): 10-12  
Li You-quan, Wang Hai-rong. A tentative discussion on the evolution of vertebrates [J]. Journal of Mengzi Teachers' College, 2002, 4(2): 10-12
- [4] 阎锡海, 罗茂春. 脊椎动物进化中的模糊问题思考[J]. 延安大学学报(自然科学版), 2007, 26(1): 75-78  
Yan Xi-hai, Luo Mao-chun. Thinking about some indistinct questions of vertebrate evolution [J]. Journal of Yanan University (Natural science edition), 2007, 26(1): 75-78
- [5] 朱新宇. 几个重要进化概念的辨析 ---- 以脊椎动物的系统发育为例 [J]. 生物学通报, 2009, 44(11): 13-14  
Zhu Xin-yu. Analysis of several important evolutionary conceptions ---- take vertebrates systemic development for example [J]. Bulletin of Biology, 2009, 44(11): 13-14
- [6] 陆长富. 发育重演律与干细胞研究 [J]. 自然杂志, 2009, 31(5): 285-289  
Lu Chang-fu. The ontogenic law and stem cell research [J]. Chinese Journal of Nature, 2009, 31(5): 285-289
- [7] 陆长富. 发育重演律与生物进化 [J]. 生命科学研究, 2011, 15(2): 95-100  
Lu Chang-fu. The Ontogenic Law and Evolutionary Biology [J]. Life Science Research, 2011, 15(2): 95-100
- [8] Helliwell TR. Skeletal Muscle and its Diseases. Part 1 - Normal structure and function [J]. Current Orthopaedics, 1999, 13(1): 33-41
- [9] Buckingham M. Skeletal muscle formation in vertebrates [J]. Current Opinion in Genetics and Development, 2001, 11(4): 440-448
- [10] Arber S, Burden SJ, Harris AJ. Patterning of skeletal muscle [J]. Current Opinion in Neurobiology, 2002, 12(1): 100-103