



宁都黄鸡胸肌不同部位肌纤维组织学特性分析

万磊,周明芳,熊婷,刘秋红,席苏望,胡晓龙,刘三凤*

(江西农业大学动物科学技术学院,南昌330045)

中图分类号: S831.8⁺9

文献标识码: A

文章编号: 1004-7034(2021)19-0060-05

摘 要: 为了研究宁都黄鸡胸肌不同部位肌纤维组织学特性,试验选取 300 日龄宁都黄母鸡 6 只,取其胸肌右侧外层(上段、中段、下段)、右侧内层中段及左侧外层中段肌肉组织,分别记为 A 组、B 组、C 组、D 组和 E 组,常规石蜡切片,测定肌纤维直径、肌纤维密度、肌束内纤维数、肌内膜厚度和肌束膜厚度以及左侧胸肌外层上段和内层上段的剪切力,并对所有部位肌纤维特性指标及剪切力进行相关性分析。结果表明: A 组、B 组、C 组、D 组和 E 组间各肌纤维直径和密度均差异不显著($P>0.05$); D 组肌束内纤维数显著高于其他各组($P<0.05$),肌内膜厚度极显著高于 A 组、B 组和 C 组($P<0.01$),显著高于 E 组($P<0.05$); 胸肌外层剪切力极显著高于内层($P<0.01$); 肌纤维直径和肌束膜厚度与肌纤维密度均呈极显著负相关($P<0.01$),肌纤维直径和肌内膜厚度与肌束膜厚度呈显著正相关($P<0.05$),肌束内纤维数与剪切力呈显著负相关($P<0.05$)。说明 300 日龄宁都黄鸡胸肌外层各部位肌纤维特性差异不显著,胸肌外层与内层肌纤维特性存在差异,提示在对胸肌进行取样时需固定部位。

关键词: 宁都黄鸡; 胸肌肉部位; 肌纤维特性; 剪切力; 相关性分析

随着人们生活水平的提高,肉的食用品质成为消费者关注的一个话题,肉的嫩度、多汁性和风味是决定肉品质的重要因素。肉的嫩度是指肉在咀嚼过程中反映出的口感,是消费者评判肉品质优劣时常用的指标,受多方面因素影响。胸肌是消费者购买禽肉时选择最多的部位,故其品质尤为重要。鸡的胸肌附着于胸骨上,由胸大肌和胸小肌两部分组成。胸大肌起始于锁骨内侧部,止于胸骨剑突,由上至下逐渐变薄,表面有一层较厚的胸肌膜; 胸小肌位于胸肌深层,由中央一根细长的肌腱分成两部分,表面有一层较薄的胸肌膜。川井田博等^[1]研究发现,判断肉质细嫩程度的两个重要因素是肌束内的肌纤维数量和肌纤维粗细,无论动物屠宰活重和日龄大小,肌束内纤维数量越多肉质越细腻致密,肌纤维越细肉质越鲜嫩。肌内结缔组织对肉的嫩度起着重要作用,肌内膜和肌束膜内胶原蛋白特性变化会对肉的嫩度产生影响,涉及胶原蛋白含量以及热溶解性、热变性和交联程度^[2]。

宁都黄鸡是江西省优质地方肉鸡品种,肉质细嫩

是其突出的优点^[3]。已有大量研究结果表明,不同鸡种间胸肌的肌纤维特性存在差异,但对黄鸡胸肌不同部位肌纤维特性差异的研究报道少见。本试验对宁都黄鸡胸肌不同部位纤维组织学特性进行了系统研究,比较了其差异,以期测定鸡肉嫩度、制作肌纤维切片时制订取样部位标准以及消费者鉴别鸡肉不同部位肉品质提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物

300 日龄健康宁都黄母鸡 6 只,产蛋正常,体重为(1.32 ± 0.15) kg,由江西农业大学动物科学技术学院常规饲养。

1.2 主要试剂与仪器

4%多聚甲醛溶液,购自武汉赛维尔生物科技有限公司; 体式显微镜(型号为 XTL-1),购自南京江南仪器有限公司; 肌肉嫩度仪(型号为 C-LM3),由东北农业大学工程学院提供。

1.3 肌纤维切片取样部位

通过颈动脉放血处死鸡只,为了避免热水烫伤鸡胸肉,待鸡只死亡后参照参考文献^[4]中的方法,按照 147 页彩图 1 中的取样部位割取胸肌肉, A 组取右侧胸肌外层靠近锁骨处的最厚处(上段), B 组取右侧胸肌外层胸骨嵴下方的整块肌肉中间处(中段), C 组取右侧胸肌外层靠近胸骨末端的最薄处(下段), D 组取右侧胸肌内层胸骨吻突与中央肌腱中间处(中段), E 组取左侧胸肌外层胸骨嵴下方的整块肌肉中间处(中段),取样大小均为 2 cm×0.5 cm×0.5 cm。将取完

收稿日期: 2021-01-26; 修回日期: 2021-07-16

基金项目: 江西现代农业家禽产业体系项目(JXARS-09); 宁都黄鸡高产蛋量品系培育研究项目(20161BBF60087)

作者简介: 万磊(1996—),男,硕士研究生,研究方向为家禽育种与生产,1565815077@qq.com.

* 通信作者: 刘三凤(1967—),女,教授,博士,研究方向为家禽遗传育种与生产,lsf3318@163.com.

肉样的左侧胸肌立即用保鲜膜包裹,以备后续试验。

1.4 切片制备

将采集到的样品放到多聚甲醛溶液中固定24 h,经冲洗、脱水透明、浸蜡包埋后垂直于肌纤维方向横向切片(厚度为3 μm),H.E.染色。切片的制备由武汉赛维尔生物科技有限公司完成。

1.5 切片的显微镜观察和数据采集

用显微镜(10×10倍)观察制作好的切片,用cellSens Standard软件拍照,每个样品随机拍3张,使用Image pro plus图像分析软件对其进行分析。

肌纤维直径:每张图片随机选取20根肌纤维,每个样品共选取60根肌纤维,利用Image pro plus图像分析软件测定每根肌纤维横截面积(S),计算肌纤维直径(L): $L=2\times\sqrt{S/\pi}$ 。

肌纤维密度:统计图片中所有肌纤维根数(N),每张图片选取的面积(S')为0.576 mm^2 ,计算肌纤维密度(D): $D=N/S'$ 。肌束内纤维数:每个样品随机选取5个完整肌束,使用Image pro plus软件中的计数功能对每个肌束内的纤维标记计数。

肌内膜厚度:测量肌束内相邻两个肌纤维的距离,每个样品测量30个数据,计算其平均值^[3],用该值代表该样品肌内膜厚度。

肌束膜厚度:测量相邻两个肌束间的距离,每个样品测量30个数据,计算其平均值^[3],用该值代表该样品肌束膜厚度。

1.6 剪切力值测定

在左侧胸肌外层上段和内层上段取一块同样大小(2 cm×1 cm×0.5 cm)的肉样,剔除胸肌外膜和肌内筋膜,使用肌肉嫩度仪测定肉样长端中点处剪切力值。

1.7 数据的统计分析

采用SPSS 25.0软件对试验数据进行统计分析,试验数据以“平均数±标准差”表示,使用LSD法对试验数据进行多重比较,对剪切力值进行 t 检验, $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著, $P>0.05$ 表示差异不显著。

2 结果与分析

2.1 胸肌不同部位肌纤维组织学特性比较

结果见表1。

表1 胸肌不同部位肌纤维组织学特性测定结果

Table 1 Detection results of muscle fiber histological characteristics in different parts of breast muscle

项目	A组	B组	C组	D组	E组
肌纤维直径/ μm	30.54 ^{Aa} ±3.05	29.87 ^{Aa} ±2.86	30.28 ^{Aa} ±1.23	30.71 ^{Aa} ±2.44	30.54 ^{Aa} ±1.87
肌纤维密度/(根· mm^{-2})	868.78 ^{Aa} ±101.14	908.16 ^{Aa} ±33.08	808.02 ^{Aa} ±96.59	814.24 ^{Aa} ±176.85	815.10 ^{Aa} ±85.72
肌束内纤维数/根	93.71 ^{Ab} ±28.05	97.40 ^{Ab} ±24.48	99.29 ^{Ab} ±13.04	146.83 ^{Aa} ±54.48	97.65 ^{Ab} ±22.48
肌内膜厚度/ μm	4.36 ^{Bb} ±1.04	4.46 ^{Bb} ±0.70	4.27 ^{Bb} ±0.44	5.88 ^{Aa} ±0.83	4.93 ^{ABb} ±0.69
肌束膜厚度/ μm	22.52 ^{Aa} ±4.92	24.04 ^{Aa} ±2.21	23.04 ^{Aa} ±3.20	27.04 ^{Aa} ±9.33	25.52 ^{Aa} ±4.37

注:同行数据肩标小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),大写字母完全不同表示差异极显著($P<0.01$),小写字母相同表示差异不显著($P>0.05$)。

由表1可知,各组间肌纤维直径、肌纤维密度和肌束膜厚度均差异不显著($P>0.05$),D组肌束内纤维数显著高于其余各组($P<0.05$),肌内膜厚度极显著高于A组、B组和C组($P<0.01$),显著高于E组($P<0.05$)。各组肌纤维切片见147页彩图2,其中D组肌束内纤维数大于其他组(与表1结果一致),肌纤维更加松散。

2.2 胸肌内外层剪切力值比较

结果见表2。

表2 胸肌内外层剪切力测定结果

Table 2 Detection results of shear force value of inner and outer layer of breast muscle $\text{kg}\cdot\text{F}^{-1}$

项目	外层	内层
剪切力	2.47 ^A ±0.42	1.41 ^B ±0.44

注:同行数据肩标大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$)。

由表2可知,胸肌外层剪切力值极显著高于内层

($P<0.01$),表明内层肌肉嫩度要优于外层肌肉。

2.3 肌纤维特性指标与剪切力相关性分析

结果见表3。

由表3可知:肌纤维直径和肌束膜厚度与肌纤维密度均呈极显著负相关($P<0.01$),肌纤维直径和肌内膜厚度与肌束膜厚度呈显著正相关($P<0.05$),肌束内纤维数与剪切力呈显著负相关($P<0.05$)。

3 讨论

3.1 肌纤维组织学特性

鸡在胚胎时期的7~12 d形成初级肌管,12~18 d形成次级肌管,并且在孵化结束期间肌纤维总数已经固定^[4],不同品种在胚胎阶段已经显示出肌纤维生长的差异^[5],肌纤维特性包括不同肌纤维类型的数量和比例、肌纤维密度和直径、肌纤维横截面积。王丽莎等^[6]研究了6月龄杜×长×大猪背最长肌、半膜肌和半腱肌三个部位的肌纤维特性,结果表明不同部位猪肉品质特性存在差异。D.P.Smith等^[7]研究发现,爱拔益加肉鸡胸肌下段的肌纤维直

表3 肌纤维特性指标与剪切力相关性分析结果

Table 3 Correlation analysis results of muscle fiber characteristic indexes and shear force valve

项目	肌纤维直径	肌纤维密度	肌束内纤维数	肌内膜厚度	肌束膜厚度	剪切力
肌纤维直径	1	-0.534**	0.116	0.152	0.445*	-0.179
肌纤维密度		1	0.192	-0.290	-0.599**	0.168
肌束内纤维数			1	0.048	-0.171	-0.649*
肌内膜厚度				1	0.444*	-0.474
肌束膜厚度					1	-0.335
剪切力						1

注:数据肩标*表示相关性显著($P<0.05$),**表示相关性极显著($P<0.01$),无肩标表示相关性不显著($P>0.05$)。

径要大于上段和中段,表明肉鸡胸肌不同部位肌纤维特性存在差异。本试验中,宁都黄鸡胸肌各部位间肌纤维直径与密度均差异不显著,与 D.P.Smith 等^[8] 研究结果不同,可能是品种不同所致。陈圆等^[10] 测得 300 日龄惠阳胡须母鸡胸肌肌纤维直径为 38.52 μm ,李威娜等^[11] 测得 210 日龄广西三黄母鸡和五华三黄母鸡胸肌肌纤维直径分别为 43.49 μm 和 33.81 μm ,Guan R.F 等^[12] 测得宁海鸡、卷毛鸡、宁海香鸡、镇宁琵琶鸡 4 种中国地方鸡 110 日龄时胸肌肌纤维直径均为 35~41 μm 。本试验测得的宁都黄母鸡胸肌肌纤维直径均比其小,与蒋可人等^[13] 测得的 20 周龄固始鸡胸肌肌纤维直径接近,凸显出宁都黄鸡在黄鸡品种间肉质细嫩的特点。本试验测得的宁都黄母鸡胸肌肌纤维直径和密度与李海鹤等^[14] 于 2013 年测得的宁都黄鸡结果接近,表明多年来宁都黄鸡仍保持着肌纤维较细的品种特性。

肌纤维之间有大量膜结构的结缔组织,肌纤维横截面积的增加主要是由于肌内膜和肌束膜结缔组织的生长。肌内膜是由细微波状胶原纤维构成的网状结构,而肌束膜是由粗高波状胶原纤维构成的网状结构。肌内膜、肌束膜、肌外膜不仅起到限制肌肉扩张的作用,而且是肌肉力量传递的基本元素,都有其特定作用。H. J. Swatland^[15] 研究认为,肌肉中的膜结构能够在一定程度上阻止肌肉内水分蒸发和汁液外渗,这些膜结构所占面积比越大,肌肉持水能力越强。本试验中,宁都黄鸡胸肌内层肌内膜厚度高于外层,肌纤维直径和密度与外层相比差异不显著,而胸肌外层剪切力极显著高于内层,提示评价肌肉嫩度时不应只考虑肌纤维直径和密度,肌内膜厚度对肌肉嫩度也有影响,表现为肌内膜越厚嫩度越好。

3.2 肌纤维特性指标与剪切力相关性分析

陈洁波等^[16] 研究发现,贵妃鸡、怀乡鸡和北京油鸡的肌纤维直径与肌纤维密度均呈负相关关系,与本试验结果一致,说明肌纤维直径与肌纤维密度在同一品种鸡间均存在较强的负相关关系。赵衍铜等^[17] 研究发现,芦花鸡、北方黄鸡、青脚麻鸡的肌纤维直径与

剪切力呈正相关,肌纤维密度与剪切力呈负相关,与本试验结果不一致,这可能是因为同一品种内肌纤维特性差异较小。本试验中,宁都黄鸡胸肌肌束膜厚度与肌纤维直径呈显著正相关,这与王健等^[18] 对鸭肉的测定结果一致,表明肌纤维特性指标间存在一定相关性。An J. Y. 等^[19] 研究结果表明,鸡肉的剪切力与肌纤维密度和肌内膜厚度呈负相关,与肌束膜厚度呈正相关,并建议在评价鸡肉嫩度时考虑肌肉膜的影响。本试验中,肌内膜厚度和肌束膜厚度均与剪切力呈负相关,但未达显著水平,肌束内纤维数与剪切力呈显著负相关,表明剪切力与肌束内纤维数的相关性比与肌内膜厚度的相关性更强,提示在评价肌肉嫩度时肌束内纤维数也是不容忽视的。

4 结论

宁都黄鸡胸肌不同部位肌纤维特性指标中肌纤维直径与密度均差异不显著,但胸肌内层和外层的肌内膜厚度和肌束内肌纤维数存在显著或极显著差异,且胸肌外层剪切力值极显著高于胸肌内层,提示胸肌肌纤维特性在同一平面上无差异,在不同纵深处存在差异,在对胸肌进行取样时应注意固定部位。

参考文献:

- [1] 川井田博,郁明发.猪肉肌纤维粗细与肉质的关系[J].国外畜牧学(猪与禽),1983(3):51-54.
- [2] 常海军,徐幸莲,周光宏.肌肉结缔组织与肉嫩度关系研究[J].肉类研究,2009(7):9-14.
- [3] 谌澄光,李兴辉,郭小鸿,等.宁都黄鸡体尺选育及肉质性状比较的研究[J].江西农业大学学报(自然科学),2002,24(6):860-864.
- [4] PAPA C M, FLETCHER D L. Pectoralis muscle shortening and rigor development at different locations within the broiler breast[J]. Poult Sci, 1988, 67(4): 635-640.
- [5] 刘大鹏.肉鸭胸肌肌纤维形态与肉色的遗传分析[D].北京:中国农业科学院,2020.
- [6] PICARD B, BERRI C, LEFAUCHEUR L, et al. Skeletal muscle proteomics in livestock production[J].Brief Funct Genomics, 2010, 9(3): 259-278.
- [7] AN F, WANG J. Study on differentiation during embryonic development across selective and ancestral breeds[J]. Anim Sci J, 2017, 88(6): 835-840.
- [8] 王丽莎,王航,李侠,等.不同部位猪肉肌纤维类型组成与品质特性比较研究[J].肉类研究,2020,34(6):1-7.
- [9] SMITH D P, FLETCHER D L. Chicken breast muscle fiber type and



- diameter as influenced by age and intramuscular location [1]. Poult Sci, 1988, 67(6): 908-913.
- [10] 陈圆,胡惠军,廖淑芬,等. 惠阳胡须鸡肌纤维直径、密度生长发育规律的研究 [J]. 惠州学院学报, 2017, 37(3): 65-68.
- [11] 李威娜,黄勋和,陈洁波,等. 五华三黄鸡及不同品种鸡肌纤维特性与肉品质的相关性 [J]. 江苏农业科学, 2017, 45(2): 157-160.
- [12] GUAN R F, LYU F, CHEN X Q, et al. Meat quality traits of four Chinese indigenous chicken breeds and one commercial broiler stock [J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2013, 14(10): 896-902.
- [13] 蒋可人,张蒙,李东华,等. 不同周龄固始鸡肉质特性比较分析 [J]. 中国家禽, 2017, 39(1): 15-19.
- [14] 李海鹤,万明辉,杨小波,等. 宁都黄鸡与宁都杂交鸡肉质特性比较 [J]. 动物营养学报, 2013, 25(12): 3006-3012.
- [15] SWATLAND H J. Stratification of toughness in beef roasts [J]. Meat Sci, 2007, 77(1): 2-6.
- [16] 陈洁波,陶林,吴薇薇,等. 贵妃鸡、怀乡鸡和北京油鸡肌纤维特性与肉品质相关性分析 [J]. 中国畜牧兽医, 2013, 40(11): 160-163.
- [17] 赵衍铜,马倩,柏明娜,等. 三种优质肉鸡肌纤维特性与肉质关系的研究 [J]. 家畜生态学报, 2012, 33(1): 43-46.
- [18] 王健,臧大存,左伟勇,等. 品种和部位对鸭肉肉质的影响 [J]. 家畜生态学报, 2008, 29(6): 26-33.
- [19] AN J Y, ZHENG J X, LI J Y, et al. Effect of myofiber characteristics and thickness of perimysium and endomysium on meat tenderness of chickens [J]. Poult Sci, 2010, 89(8): 1750-1754.

Histological characteristics analysis of muscle fiber in different parts of breast muscle of Ningdu yellow chicken

WAN Lei, ZHOU Mingfang, XIONG Ting, LIU Qiuhong, XI Suwang, HU Xiaolong, LIU Sanfeng*

(College of Animal Science and Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: The aim of this study was to reveal the histological characteristics of muscle fiber in different parts of breast muscle of Ningdu yellow chicken. Six 300-day-old Ningdu yellow hens were selected as the study subjects. The breast muscle on the right side of the outer layer (top, middle, bottom), the right side of the inner middle and the left side of the outer bottom were selected and recorded as group A, group B, group C, group D and group E, respectively. The conventional paraffin section method was used to determine the diameter and density of muscle fiber, number of fibers in muscle bundle, endomysium thickness and perimysium thickness. Meanwhile, the shear force values of the upper outer layer and the upper inner layer of the left pectoralis were also measured, and the correlation between the characteristic indexes of muscle fibers and the shear force values in all parts was analyzed. The results showed that there was no significant difference in the histological characteristics of muscle fibers among groups A, B, C, D and E ($P>0.05$), the number of fibers in muscle bundle in group D was significantly higher than that in the other four groups ($P<0.05$), the thickness of endomysium in group D was extremely significantly higher than that in group A, group B and group C ($P<0.01$), and significantly higher than group E ($P<0.05$). The shear force of outer layer of pectoralis was extremely significantly higher than inner ($P<0.01$). The muscle fiber diameter and perimysium thickness were extremely significantly negatively correlated with muscle fiber density ($P<0.01$). The diameter of muscle fiber and the thickness of endomysium were significantly positively correlated with the thickness of perimysium ($P<0.05$), and the number of fibers in the muscle bundle was significantly negatively correlated with the shear force ($P<0.05$). The results showed that there was no significant difference in the characteristics of muscle fiber in the outer part of the breast muscle of the same individual chicken, but there were differences in the characteristics of muscle fiber in the outer part of the breast muscle and the inner part of the breast muscle, suggesting that the sampling location in the breast muscle should be at the same area.

Keywords: Ningdu yellow chicken; breast muscle region; muscle fiber characteristics; the shear force; correlation analysis

(011)

(上接第59页)

Effects of whole corn silage and peanut vine with different composition proportion on growth performance and slaughter performance of Hu sheep

FAN Yue¹, QI Shuxin², LI Heqiong¹, WAN Bo², LUO Hailing^{1*}

(1. College of Animal Science and Technology/State Key Laboratory of Animal Nutrition, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Linqing Runlin Animal Husbandry Co., Ltd., Linqing 252600, China)

Abstract: In order to find ways to rationally use silage feed and reduce the breeding cost of large-scale lamb farm, Ninety 80-day-old healthy male weaned lambs with similar body condition and body weight (19.18 ± 2.20 kg) were randomly divided into two groups with 45 lambs in each group and three replicates (15 lambs in each replicate) in each group. On the dry matter basis, the ratio of whole corn silage to peanut vine in group A was 1.8:1, and that in group B was 3.0:1. The pre-trial period was 10 d, and trial period was 90 d. The effects of different composition proportions of whole corn silage and peanut vine in diet of Hu sheep on growth performance, slaughter performance, internal organ weight and index of Hu sheep were studied. The result showed that the average daily dry matter intake of lambs in group A was significantly higher than that in group B ($P<0.05$), but there were no significant differences in average daily gain, F/G, live weight before slaughter, carcass weight, dressing percentage, bone weight, net meat weight, net meat percentage, ratio of meat to carcass, ratio of bone to meat, external organ weight such as head, hooves and fur, as well as organ weight and index of heart, liver, spleen, lung and kidney between the two groups ($P>0.05$). The feed cost in group B decreased by 0.03 yuan/d per lamb compared with lambs fed A. The results indicated that the ratio of whole corn silage to peanut vine was 3.0:1 (dry matter basis) in feed, which could not affect the growth performance and slaughter performance of sheep, but also reduce the feed cost, so it could be recommended as the fattening production of large-scale sheep farm.

Keywords: whole corn silage; peanut vine; growth performance; slaughter performance; Hu sheep

(011)

· 试验研究 ·

努比亚山羊 POU1F1 与 FOLR1 基因多态性及其与断奶重的关联分析

(作者张 瑜 等,正文见 15-20 页)

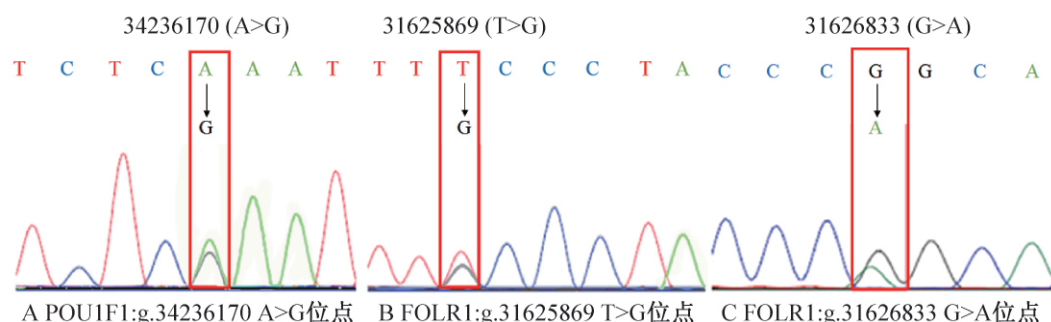


图2 基因突变位点的测序结果

Fig.2 Sequencing results of gene mutation sites

· 畜牧科学 ·

宁都黄鸡胸肌不同部位肌纤维组织学特性分析

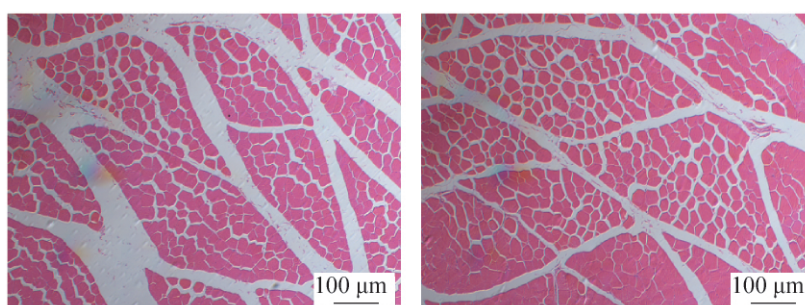
(作者万磊 等,正文见 60-63 页)



1.A 组; 2.B 组; 3.E 组; 4.C 组; 5.D 组。

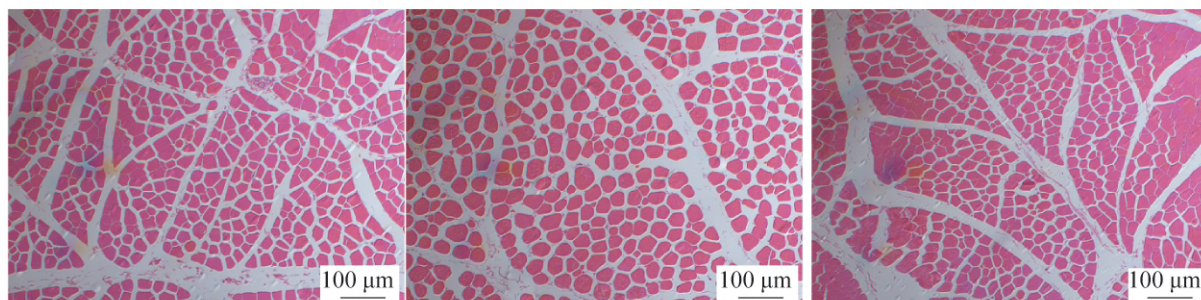
图1 取样部位

Fig.1 Sampling location



A 右侧胸肌外层上端 (A组)

B 右侧胸肌外层中端 (B组)



C 右侧胸肌外层下端 (C组)

D 右侧胸肌内层中端 (D组)

E 左侧胸肌外层中端 (E组)

图2 胸肌不同部位肌纤维切片 (H.E., 100×)

Fig.2 Muscle fiber sections from different parts of breast muscle (H.E., 100×)