

利用眼肌深度预测猪活体眼肌面积

倪德斌 赵书红 夏 欣 胡军勇 刘望宏 马云龙

华中农业大学农业部种猪质量监督检验测试中心(武汉), 武汉 430070

摘要 采用胴体性状测定方法对 286 头猪胴体进行测定,采用 B 超测定方法对 357 头猪活体进行测定,通过分析 286 头猪胴体测定数据(宰前活体质量、背膘厚、眼肌深、眼肌宽、瘦肉率等)和 357 头猪活体测定数据(结测质量、背膘厚、眼肌深、眼肌面积),建立胴体与活体 2 个预测模型并加以验证。结果发现:胴体眼肌深与眼肌面积的相关系数(0.945)高于活体(0.720),胴体模型的决定系数(R^2)值(0.894)高于活体模型的 R^2 值(0.519);胴体模型预测值与实测值的散点分布相对一致,而活体模型预测值与实测值的散点分布则较分散;胴体模型预测值与实测值的相关系数为 0.497,活体模型为 0.672,均为极显著正相关;经 t 检验,胴体模型预测值与实测值差异不显著,活体模型则差异极显著。本研究结果表明,用眼肌深度预测猪活体眼肌面积是可行的,但预测值的准确性仍需进一步研究。

关键词 猪; B 超; 预测模型; 眼肌深; 眼肌面积

中图分类号 S 813.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2018)04-0126-05

目标体质量、活体背膘厚与眼肌面积是猪遗传评估的重要性状^[1]。活体背膘厚与眼肌面积常用的测定方法有 2 种^[2],一种是平行法(探头平行于背中线),获取的是猪测定部位组织纵切面的超声影像,该影像能实时显示测定部位(倒数第一至第四肋骨距背中线 5 cm 处)组织(如皮脂、眼肌与筋膜、肋骨弓等)的结构特征,这些特征为确认测定部位是否正确提供了客观依据,常用于测定背膘厚和眼肌深度,配套专业软件则可进行肌内脂肪含量的估测,但不能测定眼肌面积;另一种是垂直法(探头垂直于背中线),获取的是猪测定部位组织横断面的超声影像,该影像能显示测定部位(倒数第三至第四肋骨)一侧各组织层(如皮脂、眼肌轮廓等)的结构特征,常用于测定背膘厚和眼肌面积,但不能为确认测定部位提供依据。有研究^[3]报道,人员实际操作技能、超声设备信噪比、测定部位等因素影响眼肌面积的测定结果,即便是同一人员,连续 2 次的测定结果常常因划线的偏移或弯曲而出现较大差异,这种差异影响着测定结果的重现性和可比性,制约着活体测定结果在猪育种中的广泛应用。为此,笔者通过对 2014—2017 年活体测定数据与胴体测定数据进行统计分析,建立回归模型并加以验证,以探讨利用眼肌深度

估测眼肌面积的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验猪群

1)胴体测定。供胴体测定的猪只共 286 头,其中 2014 年 18 头、2015 年 67 头、2016 年 16 头、2017 年 185 头;包括长白猪、大约克夏猪、杜洛克猪、巴克夏猪等品种及其二元和三元杂交的去势公猪和母猪,286 头猪宰前活体质量(宰前活重)为 68~130 kg。待测定性状有宰前活体质量、背膘厚、眼肌深、眼肌宽、瘦肉率等。

2)活体测定。供 B 超活体测定的公猪一共 357 头,其中 2014 年 243 头、2017 年 114 头;357 头猪结测质量(结测重)为 85~115 kg,其中杜洛克猪 83 头、长白猪 58 头、大约克夏猪 216 头。待测定性状有结测质量、背膘厚、眼肌深、眼肌面积。

1.2 测定设备

测定设备均经湖北省技术计量测试中心检定或校准合格,并在检定有效期内使用。其中胴体测定设备是用桂林广陆数字监控股份有限公司生产的数显卡尺(± 0.01 mm)测定背膘厚、眼肌深和眼肌宽;用梅特勒-托利多常州衡器有限公司生产的 TCS-30

型电子台秤(± 0.02 kg)称量剥离的皮骨肉脂的质量;活体性状测定设备是用日本 ALOKA 公司生产的 ALOKA SSD-500V 型超声波测定仪(3.5 MHz 线阵探头、长 120 mm、配套马鞍形硅胶膜, ± 0.2 mm)测定背膘厚、眼肌深、眼肌面积,用武汉威特电子有限责任公司生产的 TCS-300 猪活体保定电子笼秤(± 0.1 kg)称量结测质量。

1.3 胴体测定

猪只运至屠宰场,按标准 NY/T825^[4] 要求空腹、称量宰前活体质量、屠宰、制备胴体,按标准规定方法测量背膘厚、眼肌宽、眼肌深;分躯剥离,称量剥离皮骨肉脂的质量。按眼肌面积(cm^2)=眼肌深(mm) $\times$ 眼肌宽(mm) $\times 0.7 \div 100$ 计算。

1.4 活体测定

测定猪在相对一致的饲料营养水平和环境条件饲养至目标体质量(目标体重),按标准 NY/T822^[5] 规定方法称量结测质量,按标准^[6] 规定方法测定背膘厚、眼肌深、眼肌面积。

1.5 统计分析

利用 SPSS 17.0 统计软件,对 286 头猪胴体测

定数据和 357 头公猪活体测定数据在分析相关性的基础上,以眼肌深为自变量,眼肌面积为因变量,建立眼肌面积活体预测模型和胴体预测模型。

1.6 模型验证

将 2014 年 243 头猪活体测定的眼肌深代入胴体预测模型,计算得到的结果为预测值,利用 SPSS 17.0 统计软件,对预测值与实测值(胴体眼肌面积计算结果)进行相关性分析和配对样品 t 检验;重新选用 2014 年 166 头(杜洛克猪 46 头、长白猪 39 头、大约克夏猪 76 头、斯格猪 5 头)B 超活体测定的眼肌深代入活体预测模型,计算得到的结果为预测值,利用 SPSS 17.0 统计软件,对预测值与实测值(B 超活体眼肌面积测定结果)进行相关性分析和配对样品 t 检验。以验证眼肌面积预测值与实测值的拟合度。

2 结果与分析

2.1 测定结果

由表 1 可知,同一测定性状,活体与胴体测定所获取的结果存在差异,其中活体质量、背膘厚、眼肌深、眼肌面积之间差异极显著($P < 0.01$)。

表 1 胴体和活体性状的测定结果

Table 1 Results of carcass traits testing and living traits determination

类别 Genre	样品数 Sample	活体质量/kg Live weight	背膘厚/mm Back fat thickness	眼肌深/mm Loin eye depth	眼肌宽/mm Loin eye width	眼肌面积/cm ² Loin eye area	瘦肉率/% Lean percentage
胴体 Carcass	286	100.69 $\pm$ 11.03A	23.94 $\pm$ 8.15A	57.59 $\pm$ 11.43A	93.74 $\pm$ 12.66	38.51 $\pm$ 11.33A	58.84 $\pm$ 8.73
活体 Living body	357	98.23 $\pm$ 5.95B	10.13 $\pm$ 2.09B	54.76 $\pm$ 3.08B	-	36.67 $\pm$ 2.88B	-

注:同列数据进行比较,大写字母完全不同表示差异极显著($P < 0.01$);含相同字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)。Note: In the same line, values with different capital letter superscripts mean extremely significant difference($P < 0.01$), with same letter superscripts or without letters mean no significant difference($P > 0.05$).

2.2 相关性分析

1)胴体性状。由表 2 可知,背膘厚与眼肌深、眼肌宽、眼肌面积、瘦肉率呈极显著负相关($P < 0.01$);眼肌深与眼肌面积、瘦肉率,眼肌宽与眼肌面积、瘦肉率均呈极显著正相关($P < 0.01$),其中眼肌深与眼肌面积的相关系数为 0.945,趋近于 1;表明眼肌深更适用于估测眼肌面积。

2)活体性状。由表 3 可知,结测质量与背膘厚、眼肌深、眼肌面积呈极显著正相关($P < 0.01$),相关系数分别为 0.310、0.307、0.371;眼肌深与眼肌面积呈极显著正相关($P < 0.01$),相关系数 0.720。

2.3 回归模型

1)胴体预测模型。以 286 头胴体测定数据为样本,眼肌深为自变量 x ,眼肌面积为因变量 y 进行回归分析,得到的回归模型为 $y = -15.431 + 0.937x$ 。该回归模型的散点分布情况见图 1。对胴体模型进行方差分析,该回归模型的 F 值为 2 383.7, $P < 0.001$; $R^2 = 0.894$,修正后的 $R^2 = 0.893$ 。

2)活体预测模型。以 357 头公猪活体测定数据为样本,眼肌深为自变量 x ,眼肌面积为因变量 y 进行回归分析,得到的回归模型为 $y = -0.247 + 0.674x$ 。该回归模型的散点分布情况见图 2。对活

表 2 胴体性状相关性分析($n=286$)

Table 2 Correlation analysis of carcass traits ($n=286$)

性状 Traits	宰前质量 Weight at slaughter	背膘厚 Back fat thickness	眼肌深 Loin eye depth	眼肌宽 Loin eye width	眼肌面积 Loin eye area	瘦肉率 Lean percentage
宰前质量 Weight at slaughter	1	-0.169^{**}	0.525^{**}	0.545^{**}	0.569^{**}	0.386^{**}
背膘厚 Back fat thickness		1	-0.532^{**}	-0.639^{**}	-0.606^{**}	-0.816^{**}
眼肌深 Loin eye depth			1	0.714^{**}	0.945^{**}	0.825^{**}
眼肌宽 Loin eye width				1	0.895^{**}	0.823^{**}
眼肌面积 Loin eye area					1	0.872^{**}
瘦肉率 Lean percentage						1

注: * 表示极显著相关($P<0.01$)。下同。Note: Values with superscripts (**) in a row are extremely significant difference correlation ($P<0.01$). The same as below.

表 3 活体性状相关性分析($n=357$)

Table 3 Correlation analysis of living body traits ($n=357$)

性状 Traits	结测质量 Weight at test end	背膘厚 Back fat thickness	眼肌深 Loin eye depth	眼肌面积 Loin eye area
结测质量 Weight at test end	1	0.310^{**}	0.307^{**}	0.371^{**}
背膘厚 Back fat thickness		1	0.046	0.002
眼肌深 Loin eye depth			1	0.720^{**}
眼肌面积 Loin eye area				1

体模型进行方差分析,该回归模型的 F 值为 382.6, $P<0.001$; $R^2=0.519$,修正后的 $R^2=0.517$ 。

2.4 模型验证

1)胴体模型的验证。

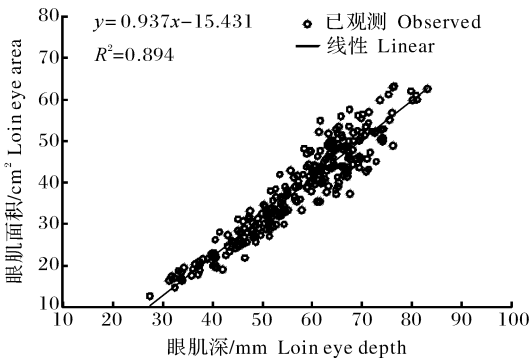


图 1 胴体眼肌深与眼肌面积的线性回归方程
Fig.1 Linear regression equation of loin eye depth and loin eye area of carcass

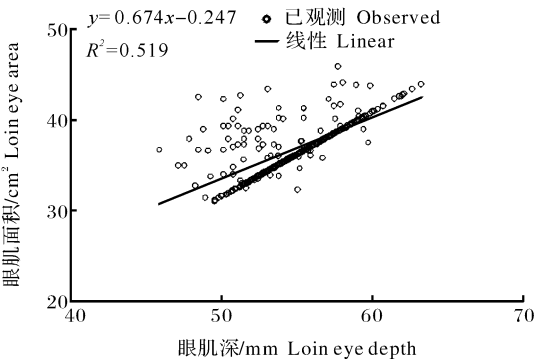


图 2 活体眼肌深与眼肌面积的线性回归方程
Fig.2 Linear regression equation of loin eye depth and loin eye area of living body

利用 243 头活体测定数据,将 B 超活体测定的眼肌深代入胴体眼肌面积预测模型,得到的活体眼肌面积为预测值,将预测值与 B 超活体眼肌面积的测定结果(实测值)进行散点分析,结果见图 3。由图 3 可见,活体眼肌面积的预测值与实测值的散点分布相对一致。将活体眼肌面积的预测值与实测值

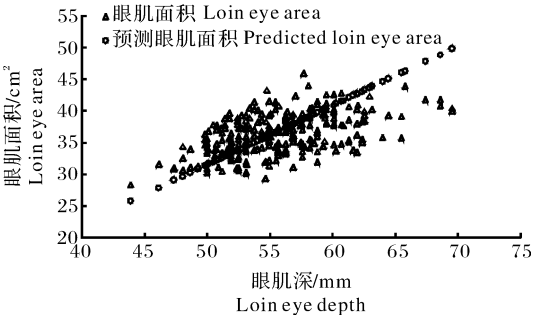


图 3 胴体模型眼肌面积的预测值与实测值散点图
Fig.3 Scatter plot of the measured value and predicted value of loin eye area by model of carcass

进行相关性分析与配对样本 t 检验,结果见表 4。由表 4 可知,胴体模型预测的活体眼肌面积与 B 超活体实测的眼肌面积呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数 0.497,且预测值与实测值之间的差异不显著($P>0.05$)。

2)活体模型的验证。将 2014 年 166 头 B 超活体测定的眼肌深代入活体预测模型,得到的结果为预测值,将 B 超活体实测的眼肌面积作为实测值,与预测值进行散点分析,结果见图 4。由图 4 可见,预测值与实测值的散点分布较分散。将预测值与实测值进行相关性分析与配对样本 t 检验,结果见表 4。由表 4 可知,活体模型预测的眼肌面积与实测值呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数达 0.672,但 t 检验结果表明,预测值与实测值之间存在极显著的差异($P<0.01$)。

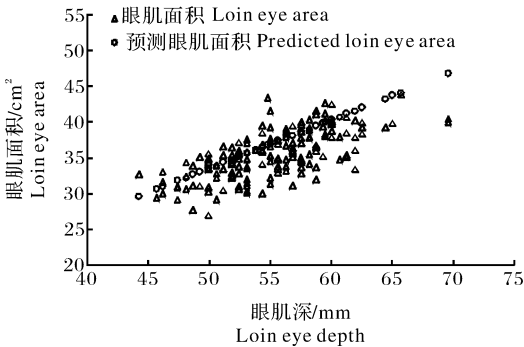


图 4 活体模型的眼肌面积预测值与实测值散点图
Fig.4 Scatter plot of the measured value and predicted value of loin eye area by model of living body

表 4 模型预测的眼肌面积结果

Table 4 Results of predicted loin eye area				
类别 Genre	样品数 Sample sizes	眼肌面积/ cm ² Loin eye area	预测眼肌 面积/cm ² Predicted loin eye area	相关系数 Related coefficient
胴体预测模型 Prediction model of carcass	243	36.27±3.22	36.73±4.13	0.497**
活体预测模型 Prediction model of living body	166	35.48±3.34A	37.05±3.057B	0.672**

注:同行数据进行比较,大写字母完全不同表示差异极显著($P<0.01$),含相同字母或无字母表示差异不显著($P>0.05$)。Note: In the same row, values with different capital letter superscripts mean extremely significant difference($P<0.01$), with same letter superscripts or without letters mean no significant difference($P>0.05$). ** 表示差异极显著($P<0.01$) Values with superscripts (**) in a row are significantly different ($P<0.01$).

比较 2 个模型的验证结果可知,活体模型的预测值与实测值的相关系数大于胴体模型,而 t 检验结果则相反,胴体模型的预测值与实测值差异不显著,活体模型的预测值与实测值则差异极显著。究其原因,可能与活体眼肌面积的测量误差较大有关。

3 讨 论

用某一性状测定结果评判或比较群体或个体的差异,或预测另一个相关联的性状是一种常用技术方法,如马小军等^[7]利用超声波图像活体预测北京黑猪肌肉脂肪含量等。本研究结果显示,胴体测定结果与活体测定结果存在差异(见表 1)的原因,除与品种性别等遗传因素有关外,还可能与测定设备、测定人员识别超声影像的技能、以及年度、季节、活体质量和组织活动状态等因素有关。有研究表明,平行法活体测定眼肌深的重现性较高,垂直法活体测定的眼肌面积则受诸多因素的制约,如刘望宏等^[8]报道,人员因素在眼肌高度测量结果之间差异不显著($P>0.05$),而使用不同设备,人员之间的眼肌面积测定结果存在极显著差异($P>0.0001$);刘炜等^[9]报道,B 超测定活体眼肌面积时,横向几何位置显示值最大容许误差 15%,眼肌面积测定值的扩展不确定度为 17.5%。

相关分析结果(表 2、表 3)表明,胴体与活体眼肌深与眼肌面积均为极显著正相关,相关系数分别为 0.945 和 0.720。这与杨秀娟等^[10]、楼平儿等^[11]的报道基本一致。Waida 等^[12]报道,宰前用 FOM100 测定 180 头猪的眼肌深与宰后用游标卡尺测定的眼肌深的相关系数为 0.78;Jung 等^[13]报道,用 B 超在第 10 肋骨处测定的背膘与宰后胴体在第 10 肋骨处测定的背膘的相关系数为 0.70,眼肌深与眼肌面积的相关系数为 0.71。似乎表明,方法误差是可以剔除的系统误差。

模型验证结果显示,胴体模型的预测值与实测值的散点分布相对一致,而活体模型的预测值与实测值的散点分布则较分散;配对样本 t 检验结果显示,胴体模型的预测值与实测值呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数为 0.497,且预测值与实测值之间的差异不显著($P>0.05$);活体模型的预测值与实测值呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数为 0.672,但预测值与实测值之间存在极显著差异($P<0.01$)。究其原因,可能与活体测定眼肌面积的误差大于胴体测定的眼肌面积,而活体测定眼肌

深的误差与胴体测定眼肌深的误差相对一致有关。

比较 2 个预测模型决定系数(R^2)值可知,胴体模型的 R^2 值(0.894)高于活体模型的 R^2 值(0.519)。在统计学上,预测模型的 R^2 值越趋近于 1,表明预测模型对样本数据的拟合度越高。

从本研究结果来看,用胴体模型预测猪活体眼肌面积是可行的,但预测值的准确性仍需进一步验证。

参 考 文 献

[1] 王爱国,李力,梅克义,等.加强联合育种 提高种猪质量[J].中国畜牧杂志,2004,40(3):5-7.

[2] 倪德斌,刘望宏,胡军勇.猪活体背膘厚、眼肌面积(B 超)测定方法的研究[J].养殖与饲料,2015(1):5-9.

[3] 刘望宏,胡军勇,倪德斌,等.人员因素对猪活体测定结果的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2012,9(25):10-12.

[4] 彭国良,刘小红,蔡更元,等.瘦肉型猪胴体性状测定技术规范:NY/T825 [S].北京:中国农业出版社,2004:9.

[5] 刘海良,夏宣炎,吴秋豪,等.种猪生产性能测定技术规程:NY/T822 [S].北京:中国农业出版社,2004.

[6] 倪德斌,刘望宏,吴旻昊,等.猪活体背膘厚和眼肌面积的测定 B 型超声波法[S].北京:中国农业出版社,2016.

[7] 马小军,程笃学,王立刚,等.利用超声波图像活体预测北京黑猪肌肉脂肪含量[J].畜牧兽医学报,2012,43(10):1511-1518.

[8] 刘望宏,张金松,付雪林,等.种猪活体性能检测能力验证方法与效果分析[J].中国畜牧杂志,2016,52(21):5-9.

[9] 刘炜,吴旻昊,许栋,等.猪活体背膘厚和眼肌面积不确定度评定[J].上海畜牧兽医通讯,2013(6):77.

[10] 杨秀娟,邓斌,张曦,等.猪背膘厚与眼肌厚活体 A 超测量技术研究[J].西北农业科技大学学报(自然科学版),2014,42(5):22-28.

[11] 楼平儿,李学伟,朱砺.不同年龄阶段活体超声背膘厚的相关和遗传分析[J].中国畜牧杂志,2004,40(3):22-24.

[12] WAIDA S, DASKI E T. Accuracy of measurements of the thickness of back fat and the longissimus Doris muscle, obtained using a Slide caliper and the Ultrasonic UltraFOM100 apparatus[J]. Acta academica agriculture ac technicae olstenensis zootechnica,1998,48:71-78.

[13] JUNG Y C, PARK H Y, KIM C J, et al. Comparisons of ultrasound machines to predict lean percentage through measuring backfat thickness and loin muscle area from live pigs[J]. Korean journal of animal science,1999,41(5):497-506.

Prediction of loin eye muscle area in live pig using loin eye muscle depth

NI Debin ZHAO Shuhong XIA Xin HU Junyong LIU Wanghong MA Yunlong
*Breeding Swine Quality Supervision, Inspecting and Testing Center (Wuhan),
Ministry of Agriculture, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China*

Abstract To predict loin eye area in live pig using loin eye depth, traits of 286 carcasses and 357 live pigs were measured by standard method and B-mode ultrasound scanner, respectively. The traits data from the 286 carcasses (live weight at slaughter, back fat thickness, loin eye depth, loin eye width, loin eye area and lean percentage) and 357 live pigs (live weight at end, back fat thickness, loin eye depth and loin eye area) were analyzed to set up the prediction model of loin eye area, respectively and the prediction model was verified. The results showed that the correlation coefficient between loin eye depth and loin eye area of the carcass model (0.945) was higher than that of the living model (0.720); the determination coefficient (R^2) of the carcass model (0.894) was higher than that of the living model (0.519). The predicted values were consistent with the measured values of the carcass model, while the predicted and measured values of the living model were more dispersed. The correlation coefficient between the predicted and measured loin eye area was 0.497 for carcass, and 0.672 for live pig, which were significantly positively related. There was no difference between the prediction and measurement data in the carcass model, while significant difference was observed in the living model. The results showed that it is reasonable to predict the live pig loin eye area with the carcass model, but further research is needed to improve the accuracy.

Keywords pig; B-mode ultrasound scanner; prediction model; lion eye depth; loin eye area

(责任编辑:边书京)