

# 两种安装多位点血管瘻手术方法对山羊血清蛋白质含量、肝功能及营养物质消化和代谢的影响

刘正亚<sup>1</sup>, 徐学文<sup>1</sup>, 方勇<sup>1</sup>, 张丹丹<sup>1</sup>, 任莹<sup>1</sup>, 崔敏<sup>2</sup>, 赵胜军<sup>1\*</sup>

(1. 武汉轻工大学动物营养与饲料科学湖北省重点实验室, 武汉 430023;

2. 北京汉业先科科技有限公司, 北京 101500)

**摘要:** 本研究旨在探讨 2 种安装多位点血管瘻手术方法对山羊血清蛋白质含量、肝功能及营养物质消化和代谢的影响。选取 8 只体重相近、年龄约 1.5 岁的健康清江白山羊羯羊, 按体重相近的原则分成 2 组, 分别采用腹腔镜法与传统开腹法手术安装山羊门静脉、肠系膜静脉血管瘻管。测定术前和术后第 1、3、5 天试验羊血清蛋白质代谢和肝功能指标以及术后 1~15 d 机体营养物质消化和代谢指标。结果表明, 与开腹组相比, 腹腔镜组术后第 5 天山羊血清总蛋白(TP)水平均极显著高于开腹组( $P < 0.01$ ), 腹腔镜组术后第 3 天的血浆尿素氮(BUN)水平、术后第 1 天的肌酐(Cr)水平、谷丙转氨酶(ALT)水平以及术后第 1、3、5 天的谷草转氨酶(AST)水平均显著低于开腹组( $P < 0.01$ ); 术后 1~15 d 腹腔镜组山羊干物质采食量、粗蛋白消化率、氮利用率均极显著高于开腹组( $P < 0.01$ ), 干物质消化率显著高于开腹组( $P < 0.05$ )。本试验表明了腹腔镜手术对山羊血清蛋白质代谢、肝功能和机体营养物质消化和代谢影响更小, 机体恢复更快。

**关键词:** 腹腔镜; 多血管瘻管; 山羊; 蛋白质代谢; 肝功能; 消化率

中图分类号: S827; S815.4

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2014)07-1129-06

## Effect of Two Surgery Methods of Indwelling Multi-catheters on Concentration of Serum Protein, Liver Function and Nutrient Digestion and Metabolism in Goats

LIU Zheng-ya<sup>1</sup>, XU Xue-wen<sup>1</sup>, FANG Yong<sup>1</sup>, ZHANG Dan-dan<sup>1</sup>, REN Ying<sup>1</sup>, CUI Min<sup>2</sup>, ZHAO Sheng-jun<sup>1\*</sup>

(1. Hubei Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China; 2. Beijing Han Ye Xian Ke Science & Technology Co., Ltd, Beijing 101500, China)

**Abstract:** The objective of this experiment was to evaluate the effect of two surgery methods of indwelling multi-catheters on concentration of serum protein, liver function and nutrient digestion and metabolism of goats. Eight health castrated Qingjiang goats with similar weight about 1.5 years old were divided into two groups according to the principle of similar weight, and portal vein and mesenteric vein fistulas were installed in goats with laparoscopic and traditional laparotomy surgery methods, respectively. Serum protein metabolism and liver function of preoperative and postoperative 1, 3, 5 d and nutrient digestion and metabolism of 1-15 d of postoperative were determined. The results showed that TP level of laparoscopic group was significantly higher than that of laparotomy group for 5 d after operation ( $P < 0.01$ ), BUN level for 3 d after operation, Cr and ALT level for 1 d after operation and AST level for 1, 3, 5 d after operation of laparoscopic group were significantly lower than that of laparotomy group ( $P < 0.01$ ). Dry matter intake, the digestibility of protein and the utilization of nitrogen of laparoscopic group were significantly

收稿日期: 2013-11-06

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目资助(31001022)

作者简介: 刘正亚(1989-), 男, 湖北荆州人, 硕士生, 主要从事动物营养与代谢调控研究, E-mail: liuzhengyaznl@163.com

\* 通信作者: 赵胜军, 副教授, 硕士生导师, 主要从事动物营养与代谢调控研究, E-mail: zhaoshengjun1974@163.com

higher than that of laparotomy group ( $P < 0.01$ ), and the digestibility of DM of laparoscopic group were significantly higher than that of laparotomy group ( $P < 0.05$ ). This experiment indicated that the effect of laparoscopic surgery on serum protein metabolism, liver function and nutrient digestion and metabolism in goat was smaller and goats recovered faster than laparotomy.

**Key words:** laparoscopy; multi-catheters; goat; protein metabolism; liver function; digestibility

血管瘘管技术是指在动物体表、器官或组织的血管上安装一根或数根略细于血管的导管,以动态地获取血液样品的技术<sup>[1]</sup>。其中,肝静脉瘘管、门静脉瘘管和肠系膜静脉瘘管与某一位点的动脉瘘管组合,可以定量地研究营养物质在肝和门静脉排流组织(PDV 组织)内的变化,是一项重要的破肝和消化道组织代谢“黑箱”的技术,在动物营养学研究中具有重要的作用<sup>[2]</sup>。

猪和羊的肝静脉、门静脉和肠系膜静脉等多位点血管瘘的安装手术难度很大,在国际上只有英国、美国、加拿大等少数国家的实验室掌握了这一技术<sup>[3]</sup>。近些年,国内也有部分学者采用该技术开展了相关的研究<sup>[4-8]</sup>。经验表明,目前所采用的开腹法手术安装血管瘘管的技术存在着很多不足:(1)肝静脉、门静脉和肠系膜静脉等多位点血管瘘管的安装技术手术过程复杂,难度大,手术时间长,易造成动物死亡,导致手术成功率偏低;(2)采用开放式开腹手术,为获得较大手术操作空间,在动物腹部所开切口一般都在 20 cm 以上,动物机体应激大,术后恢复缓慢,长期处于氮负平衡状态,所测定的消化和代谢指标不能代表动物的正常营养代谢状况,造成试验数据产生严重偏差。

腹腔镜技术是微创技术的一种,具有对施术动物损伤小、术中腹腔脏器结构显露充分、术后痛苦小<sup>[9]</sup>、组织粘连少和术后恢复期短等优点<sup>[10]</sup>,在国外已广泛应用于动物临床疾病诊断与治疗、畜牧生产及胚胎移植等领域<sup>[9,11-13]</sup>,但目前关于腹腔镜用

于山羊血管瘘管手术的研究尚未见报道。因此,本项目组在多年实践经验基础上,研究出了一套应用腹腔镜安装山羊肝静脉瘘管、门静脉瘘管和肠系膜静脉瘘管的手术方法。为了探究该方法具体的优缺点,本研究对腹腔镜法与传统开腹法安装多位点血管瘘的手术方法对山羊的血清蛋白含量、肝功能与营养物质消化和代谢的影响进行了比较,以便为腹腔镜法安装山羊多位点血管瘘技术在动物营养学研究中的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物与试验设计

试验选用 8 只体重相近( $18 \pm 2$ ) kg、年龄约 1.5 岁的健康清江白山羊羯羊,以开腹手术和腹腔镜手术为影响因素,将 8 只山羊按体重相近的原则进行配对分组,单笼饲养。所有试验羊安装门静脉、肠系膜静脉瘘管。腹腔镜组安装方法参考徐学文 2013 年“腹腔镜法改进山羊肝、门、肠系膜静脉多血管瘘管安装技术”<sup>[14]</sup>,切口平均长度为 4~5 cm。开腹组安装方法参考赵胜军等的血管瘘管手术安装方法<sup>[2]</sup>,切口平均长度为 15~18 cm。试验期为术后 1~15 d。

### 1.2 试验日粮与饲养管理

试验基础日粮根据 2004 年版《肉羊饲养标准》,按 1.3 倍维持需要配制,其组成及营养水平见表 1。每日 08:00 和 20:00 分别给每只羊饲喂 200 g 混合精料和 245 g 羊草,自由饮水。

表 1 基础日粮组成和营养水平

Table 1 Composition of the basal diet and nutrient levels

原料 Ingredient	配比 Proportion	营养水平 Nutrient level	含量 Content
玉米 Corn	31	干物质 DM	89.91
豆粕 Soybean meal	10	消化能/(MJ·kg <sup>-1</sup> ) DE	11.56
羊草 Chinese	55	粗蛋白质 CP	10.39
预混料 Premix	4	钙 Ca	0.84
合计 Total	100	总磷 Total P	0.34

每千克预混料含:维生素 A 30 万 IU;维生素 D<sub>3</sub> 15 万 IU;维生素 E 850 IU;铁 1 500 mg;铜 500 mg;锌 2 000 mg;锰 1 500 mg;碘 50 mg;硒 10 mg;钴 20 mg;赖氨酸 1 000 mg;蛋氨酸 1 000 mg;食盐 120 000 mg;钙 140 000 mg;磷 17 000 mg

Per kilogram premix including: VA 300 000 IU;VD<sub>3</sub> 150 000 IU;VE 850 IU;Fe 1 500 mg;Cu 500 mg;Zn 2 000 mg;Mn 1 500 mg;I 50 mg;Se 10 mg;Co 20 mg;Lys 1 000 mg;Met 1 000 mg;NaCl 120 000 mg;Ca 140 000 mg;P 17 000 mg

### 1.3 样品采集、测定与数据收集

1.3.1 血液样品采集、处理及测定 所有试验羊均于术前和术后第1、3、5天清晨饲喂前采取颈静脉血液5 mL, 4℃冰箱静置分离血清, 测定谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、谷氨酰转肽酶(GGT)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、尿素氮(BUN)、肌酐(Cr)(全自动生化分析仪HITACHI-7060)。

1.3.2 粪、尿样收集、处理与测定 术后第1、2、3、5、7、9、11、13、15天收集全部粪和尿, 每日于08:00和20:00各收取粪和尿样2次, 收尿前在收尿桶里预先加入10 mL的稀硫酸(1:4), 准确记录试验羊排粪和排尿量。

将每次收集的粪样称重后, 按照排粪量的10%取样, 放入塑料桶中, 加入2%的稀硫酸(1:4)淹没粪样, 密封, 放入-20℃冰柜中冷冻保存, 试验结束后, 将粪便样品65℃烘干, 粉碎, 粉碎过40目筛, 取样测定干物质含量, 以及凯氏定氮法测粗蛋白含量。

将每次收集的尿液取排尿量的10%装入棕色

瓶内, 按照取样量的10%加入稀硫酸(1:4), 放入-20℃冰柜中冷冻保存, 试验结束后, 制备样品凯氏定氮法测定尿氮(UN)。

1.3.3 采食量及体重记录 试验期, 每日08:00饲喂之前收集每只试验羊剩料, 计算其采食量。并于试验前和试验结束后, 每只试验羊空腹称重, 记录体重变化。

### 1.4 数据分析

数据采用“平均数±标准差(Mean±SD)”表示, 应用SPSS17.0统计软件进行配对样本 $t$ 检验分析,  $P<0.01$ 表示差异极显著,  $P<0.05$ 表示差异显著。

## 2 结果

### 2.1 2种安装多位点血管痿手术方法对山羊术后第1~5天血清蛋白质含量及肝功能的影响

表2结果显示, 术前2组之间山羊血清TP、ALB、BUN、Cr、ALT、AST及GGT水平均无显著性差异。术后1~5d, 2组山羊血清TP呈逐渐降

表2 山羊血清TP、ALB、BUN、Cr、ALT、AST及GGT水平

Table 2 TP、ALB、BUN、Cr、ALT、AST and GGT in serum of goat

处理 Treatment	项目 Item	术前 Preoperative	术后第1天 Postoperative 1 d	术后第3天 Postoperative 3 d	术后第5天 Postoperative 5 d
开腹组 Laparotomy group	总蛋白/(g·L <sup>-1</sup> ) TP	69.75±3.40	62.75±3.59	56.00±4.08	55.50±1.91
	白蛋白/(g·L <sup>-1</sup> ) ALB	35.50±1.29	33.00±3.37	26.00±3.56	28.25±4.11
	尿素氮/(mmol·L <sup>-1</sup> ) BUN	8.66±0.42	11.69±1.22	3.33±0.21	4.49±0.30
	肌酐/(μmol·L <sup>-1</sup> ) Cr	80.50±11.09	119.50±2.08	85.75±2.75	82.75±1.71
	谷丙转氨酶/(U·L <sup>-1</sup> ) ALT	14.15±1.08	44.00±1.83	18.90±0.84	17.15±0.87
	谷草转氨酶/(U·L <sup>-1</sup> ) AST	84.75±3.77	134.00±3.27	113.25±2.22	107.50±1.29
腹腔镜组 Laparoscopic group	谷氨酰转肽酶/(U·L <sup>-1</sup> ) GGT	34.00±5.94	35.25±7.14	26.50±1.29	31.75±10.05
	总蛋白/(g·L <sup>-1</sup> ) TP	72.00±1.41	67.50±2.38	60.75±0.96	63.50±3.42**
	白蛋白/(g·L <sup>-1</sup> ) ALB	36.75±6.85	33.00±5.66	30.75±1.26	30.25±2.63
	尿素氮/(mmol·L <sup>-1</sup> ) BUN	8.60±0.09	10.51±0.18	2.85±0.27**	4.69±0.22
	肌酐/(μmol·L <sup>-1</sup> ) Cr	87.25±0.96	105.75±2.22**	81.75±2.22	87.75±1.50
	谷丙转氨酶/(U·L <sup>-1</sup> ) ALT	14.50±1.29	35.25±1.71**	16.43±1.06	17.18±0.81
谷草转氨酶/(U·L <sup>-1</sup> ) AST	84.75±1.71	112.75±3.30**	103.50±2.89**	90.50±4.29**	
谷氨酰转肽酶/(U·L <sup>-1</sup> ) GGT	33.75±9.32	31.25±5.68	30.00±9.20	36.00±4.8	

\*. 表示差异显著( $P<0.05$ ); \*\*. 表示差异极显著( $P<0.01$ )。表3同

\*,  $P<0.05$ ; \*\*,  $P<0.01$ . The same as Table3

低趋势,与开腹组相比,腹腔镜组术后第 5 天山羊血清 TP 水平均极显著高于开腹组( $P<0.01$ );2 组山羊 ALB 组间无显著差异;2 组山羊 BUN、Cr、ALT、AST 呈先上升后下降的趋势,且腹腔镜组术后第 3 天 BUN 水平、术后第 1 天 Cr 水平、术后第 1 天 ALT 水平、术后第 1、3、5 天 AST 水平均显著低于开腹组( $P<0.01$ );2 组山羊 GGT 无显著差异( $P>0.05$ )。

## 2.2 2 种安装多位点血管瘘手术方法对山羊术后第 1~15 天采食量、营养物质消化率和氮利用率的影响

表 3 结果显示,术后 2 组山羊干物质采食量、粗蛋白消化率和氮利用率逐渐上升,与开腹组相比,腹腔镜组术后 1~5 d、6~10 d 山羊干物质采食量、粗蛋

白消化率和氮利用率极显著高于开腹组( $P<0.01$ ),术后 11~15 d 山羊氮利用率极显著高于开腹组( $P<0.01$ );干物质消化率先降低后上升,且术后 6~10 d 腹腔镜组干物质消化率极显著高于开腹组( $P<0.01$ );在试验全期,腹腔镜组山羊干物质采食量、粗蛋白消化率、氮利用率均极显著高于开腹组( $P<0.01$ ),干物质消化率显著高于开腹组( $P<0.05$ )。

## 2.3 2 种安装多位点血管瘘手术方法对山羊术后体重的影响

表 4 结果表明,术后 2 组试验羊体重变化差异不显著( $P>0.05$ ),开腹组与腹腔镜组试验羊体重较术前分别下降了 3.07% 和 1.61%。

表 3 山羊采食量及干物质、氮素表观利用率

Table 3 Intake and the utilization of dry matter and nitrogen of goat

处 理 Treatment	项 目 Item	术后 1~5 d Postoperative 1~5 d	术后 6~10 d Postoperative 6~10 d	术后 11~15 d Postoperative 11~15 d	全期 Whole trial period
开腹组 Laparotomy group	干物质采食量/g DMI	258.24 ± 23.64	448.71 ± 16.09	497.21 ± 34.73	433.96 ± 11.44
	干物质消化率/% DM digestibility	60.37 ± 5.49	22.67 ± 1.65	49.33 ± 5.17	48.02 ± 3.49
	粗蛋白消化率/% CP digestibility	14.20 ± 1.66	29.11 ± 3.00	53.60 ± 2.09	22.96 ± 4.58
	食入氮/(g · d <sup>-1</sup> ) IN	24.98 ± 2.17	36.77 ± 3.65	51.54 ± 4.96	38.55 ± 4.88
	粪氮/(g · d <sup>-1</sup> ) FN	20.47 ± 0.14	29.38 ± 0.66	28.12 ± 1.67	25.51 ± 2.12
	尿氮/(g · d <sup>-1</sup> ) UN	14.66 ± 2.31	9.38 ± 0.12	13.03 ± 0.10	14.21 ± 1.99
	氮利用率/% NUE	-41.00 ± 9.45	-6.78 ± 2.11	24.69 ± 2.91	-3.39 ± 1.38
腹腔镜组 Laparoscopic group	干物质采食量/g DMI	311.61 ± 33.15**	531.97 ± 18.10**	571.54 ± 25.17	525.96 ± 24.63**
	干物质消化率/% DM digestibility	58.23 ± 4.66	45.71 ± 5.11**	55.94 ± 5.15	53.19 ± 3.28*
	粗蛋白消化率/% CP digestibility	38.07 ± 2.55**	52.04 ± 1.81**	54.92 ± 3.10	45.28 ± 0.43**
	食入氮/(g · d <sup>-1</sup> ) IN	24.50 ± 2.45	46.73 ± 4.82**	61.61 ± 5.20	44.17 ± 3.48
	粪氮/(g · d <sup>-1</sup> ) FN	15.16 ± 1.10**	23.29 ± 2.02**	25.28 ± 2.14*	22.02 ± 1.36*
	尿氮/(g · d <sup>-1</sup> ) UN	13.55 ± 2.49	9.29 ± 0.39	11.52 ± 0.56*	11.65 ± 1.22
	氮利用率/% NUE	-15.81 ± 4.15**	30.14 ± 4.17**	39.57 ± 0.97**	23.68 ± 3.10**

表 4 山羊体重变化

Table 4 Weight change of goat

处理 Treatment	术前体重 Preoperative weight	术后体重 Postoperative weight
开腹组 Laparotomy group	18.51 ± 2.60	17.94 ± 2.43
腹腔镜组 Laparoscopic group	18.04 ± 1.90	17.75 ± 2.07

术前体重是指术前禁食 48 h、禁水 24 h 后称量体重;术后体重是指术后第 15 天后,禁食 48 h、禁水 24 h 后称量体重

Preoperative weight is the weight 48 h for fasting and 24 h for water-depriving before operation; Postoperative weight is the weight 48 h for fasting and 24 h water-depriving at 15<sup>th</sup> day after operation

### 3 讨论

#### 3.1 2种安装多位点血管瘘手术方法对山羊术后蛋白代谢和肝功能的影响

创伤应激时,由于神经内分泌系统的激活使肌肉蛋白质分解加强,主要以尿素氮形式排出,少量为尿肌酐<sup>[15]</sup>。应激的急性期会出现骨骼肌肌肉蛋白合成率下降的现象,甚至可达到合成率的30%~40%<sup>[16]</sup>,此时机体出现负氮平衡。但创伤应激对肌肉蛋白合成率的影响大小与手术创伤的严重程度无关<sup>[17]</sup>。在本试验中,术后第5天腹腔镜组山羊血清总蛋白水平(TP)极显著高于开腹组( $P<0.01$ ),说明了腹腔镜山羊肌肉蛋白质分解率低于开腹组。血液BUN浓度直接与蛋白质饲料质量和体内氨基酸利用率有关<sup>[18]</sup>,可以较准确地反映动物体内蛋白质代谢状况<sup>[19]</sup>。本试验中,术后第3天,2组BUN浓度急剧下降,且腹腔镜组极显著低于开腹组( $P<0.01$ ),说明手术应激后腹腔镜组山羊恢复明显快于开腹组。动物体内的肌酐物质主要是肌肉代谢的肌酸产生,血清肌酐浓度的高低可以反映机体蛋白质分解程度的强弱,肌酐浓度高则意味着蛋白质分解代谢提高。术后第1天,腹腔镜组Cr水平极显著低于开腹组( $P<0.01$ ),说明术后腹腔镜组山羊体内蛋白分解低于开腹组,山羊机体受损程度小。

创伤后,肝是较容易受到严重损伤的器官,仅次于肺<sup>[20]</sup>。严重创伤时,肝将完成一系列防御反应和代谢功能。研究表明,肝功能受损可独立于其他受损脏器而直接影响创伤的康复<sup>[21]</sup>。ALT与AST能敏感提示肝细胞的损伤及损伤的程度,是判断创伤后肝损害的敏感指标,反映出了肝损伤后的功能状况<sup>[22]</sup>。反映急性肝细胞损伤时以ALT最为敏感,而AST更能够反映肝功能损害程度。本试验结果表明,2组之间,术后第1天腹腔镜组山羊ALT水平极显著低于开腹组( $P<0.01$ ),其他时间点差异不显著( $P>0.05$ ),说明了开腹组山羊急性肝细胞损伤更严重;付坤<sup>[23]</sup>研究表明,术后第1天腹腔镜组与开腹组AST差异显著( $P<0.05$ ),其他时间点差异不显著( $P>0.05$ ),而本试验中,术后各时间点,腹腔镜组AST均极显著低于开腹组( $P<0.01$ ),说明腹腔镜手术对山羊肝功能损害程度更轻。

#### 3.2 2种安装多位点血管瘘手术方法对山羊术后恢复期采食量、营养物质表现消化率及体重的影响

术后,腹腔镜组与开腹组山羊采食量逐渐上升,

且腹腔镜组山羊采食量极显著高于开腹组( $P<0.01$ ),这说明腹腔镜组山羊的采食量恢复较开腹组快,这可能是与腹腔镜组山羊腹壁的切口小,对腹壁的损伤较小,呼吸采食引起腹壁疼痛感轻有关。术后1~5d,腹腔镜组与开腹组山羊干物质消化率均较高,可能是由于术前禁食48h,在此阶段山羊排粪少,造成山羊干物质消化率高的假象,术后6~10d,2组山羊干物质消化率均下降,但腹腔镜组山羊干物质消化率极显著高于开腹组( $P<0.01$ ),在试验全期,腹腔镜组山羊干物质消化率显著高于开腹组( $P<0.05$ ),说明了腹腔镜组山羊较开腹组恢复更快。

研究表明,动物机体受到严重创伤后,应激状态使交感神经系统兴奋,儿茶酚胺、胰高血糖素、甲状旁腺素分泌增加和胰岛素抵抗,造成分解代谢增强,蛋白质和氨基酸利用障碍<sup>[24]</sup>。本试验中,术后1~5d、6~10d及全期,腹腔镜组粗蛋白消化率极显著高于开腹组( $P<0.01$ ),而对于山羊氮利用率,腹腔镜组山羊一直极显著高于开腹组( $P<0.01$ ),说明了开腹手术造成山羊机体损伤强度更大,肌肉蛋白分解强度加剧,从而导致体内蛋白合成与分解失衡,氮利用率降低。但术后2组山羊干物质消化率先降低后上升,与粗蛋白消化率呈逐渐上升的趋势不同步,可能是因为术后1~5d山羊机体正处于恢复期,消化系统对蛋白消化较弱,使粪中蛋白含量增加,从而降低了粗蛋白消化率,随后机体慢慢恢复,蛋白质消化率提高。术后2组山羊体重都有不同程度的下降,其中开腹组的体重下降程度大于腹腔镜组,这说明腹腔镜手术对山羊机体的创伤小,更利于山羊术后恢复。

### 4 结论

本研究结果表明,与开腹手术方法比较,腹腔镜手术方法安装山羊多血管瘘后,山羊机体受损伤程度小,机体创伤应激小,体内蛋白质分解代谢程度小,氮利用率高,同时急性肝细胞损伤和肝功能损害程度也轻,从而山羊采食量恢复更快,机体营养物质消化和代谢恢复更快。因此,腹腔镜手术法较传统开腹手术法安装山羊多血管瘘,山羊机体恢复速度更快,为腹腔镜山羊血管瘘手术方法的推广提供了理论依据。

#### 参考文献:

[1] BARCROFT J, MCANALLY R, PHILLIPSON A.

- Absorption of volatile acids from the alimentary tract of the sheep and other animals[J]. *J Exp Biol*, 1944, 20(2):120-129.
- [2] 赵胜军,王林枫,王玲,等.羊肝、门、肠系膜静脉和颈动脉血管瘘管手术安装及体会[J].饲料工业, 2010,31(A02):106-108.
- [3] 沈向真,王小静,任明,等.门、肝、肠系膜静脉和股动脉慢性多血管瘘管的手术安装[J].中国比较医学杂志,2006,16(4):236-239.
- [4] 甄玉国,卢德勋,王洪荣,等.内蒙古白绒山羊小肠可吸收氨基酸模式对MDV和PDV组织游离氨基酸代谢影响的研究[J].畜牧兽医学报,2005,36(4):337-342.
- [5] 徐红蕊,时建青,王瑞龙,等.山羊瘤胃静脉插管术[J].中国兽医杂志,2006,42(4):49.
- [6] 徐海军,印遇龙,黄瑞林,等.血插管技术在动物机体营养代谢研究中的应用[J].现代生物医学进展, 2009,9(10):1970-1972.
- [7] 王玲,刘辉,李胜利,等.十二指肠灌注大豆小肽和氨基酸对奶山羊小肠肽吸收的影响[J].动物营养学报,2010,22(2):318-326.
- [8] 孙龙生,王春梅,赵国琦,等.不同酪蛋白添加水平对湖羊肠系膜排流组织、门静脉排流组织中游离氨基酸和肽结合氨基酸净流量的影响[J].动物营养学报, 2010,22(6):1579-1584.
- [9] DAVIDSON E B, MOLL H D, PAYTON M E. Comparison of laparoscopic ovariectomy and ovariectomy in dogs[J]. *Vet Surg*, 2004, 33(4):62-69.
- [10] GAMAL E M, METZGER P, SZABO G Y, et al. The influence of intraoperative complications on adhesion formation during laparoscopic and conventional cholecystectomy in an animal model[J]. *Surg Endosc*, 2001, 15(4):873-877.
- [11] 刘运枫.犬腹腔镜技术的基础研究及其在临床中的应用[D].哈尔滨:东北农业大学,2008.
- [12] HENDRICKSON D A. Complications of laparoscopic surgery[J]. *Vet Clin North Am Equine Pract*, 2008, 24:557-571.
- [13] ZHANG J T, WANG H B, LIU Y F, et al. Laparoscopic splenectomy in goats[J]. *Vet Surg*, 2009, 38(3):406-410.
- [14] 徐学文.腹腔镜法改进山羊肝、门、肠系膜静脉多血管瘘管安装技术[D].武汉:武汉轻工大学,2013.
- [15] CERRA F B, SIEGEL J H, BORDER J R, et al. Correlations between metabolic and cardiopulmonary measurements in patients after trauma, general surgery, and sepsis[J]. *J Trauma*, 1979, 19(8):621.
- [16] ZHANG X J, IRTUN O, CHINKES D L, et al. Acute responses of muscle protein metabolism to reduced blood flow reflect metabolic priorities for homeostasis[J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2008, 294(3):E551-E557.
- [17] TJÖDER I, ESSEN P, GARLICK P J, et al. Impact of surgical trauma on human skeletal muscle protein synthesis[J]. *Clin Sci (Lond)*, 2004, 107(6):601-607.
- [18] EGGUM BJØRN O. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality[J]. *Br J Nutr*, 1970, 24(4):983-988.
- [19] MALMOLF K. Amino acid in farm animal nutrition metabolism, partition and consequences of imbalance[J]. *Sw J Agric Res*, 1988, 18(4):191-193.
- [20] NAST-KOLB D, AUFMKOLK M, RUCHOLTZ S, et al. Multiple organ failure still a major cause of morbidity but not mortality in blunt multiple trauma[J]. *Trauma*, 2001, 51:835-842.
- [21] HARBRECHT B G, ZENATI M S, DOYLE H R, et al. Hepatic dysfunction increases length of stay and risk of death after injury[J]. *Trauma*, 2002, 53:517-523.
- [22] KRÖGER H, HAUSCHILD A, OHDE M, et al. Nicotinamide and methionine reduce the liver toxic effect of methotrexate[J]. *Cen Pharmacol*, 1999, 33(2):203-206.
- [23] 付坤.腹腔镜绵羊皱胃瘘管手术的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2011.
- [24] WILLIAMS F N, JESCHKE M G, CHINKES D L, et al. Modulation of the hypermetabolic response to trauma: temperature, nutrition, and drugs[J]. *J Am Coll Surg*, 2009, 208(4):489-502.