

0~56 日龄舍饲肉用羔羊胃肠道发育特点研究

郭江鹏¹, 张元兴¹, 李发弟^{1,2*}, 郝正里¹, 马友记¹, 潘建忠¹

(1. 甘肃农业大学动物科学技术学院, 兰州 730070; 2. 甘肃省饲料工程技术研究中心, 兰州 730070)

摘要: 旨在研究舍饲并始于 7 日龄补饲条件下羔羊胃肠道的发育特点。选用甘肃肉用绵羊新品种选育群公羔(单羔)45 只, 分为 9 组, 每组 5 只, 分别于 0、7、14、21、28、35、42、49 和 56 d 屠宰、取样, 测定各胃室相对质量(%活体质量、%全胃质量)、各胃室相对容积(%胃肠道容积、%全胃容积)及各肠段的相对质量(%活体质量、%肠道总质量)。结果表明, 0 d 全胃相对质量(%活体质量)约为 1%, 其 56 d 是 0 d 的 2.33 倍, 皱胃相对质量(%活体质量)随日龄的增长而下降(56 d 是 0 d 的 79.86%), 瘤网胃相对容积(%胃肠道容积、%全胃容积)在 7 d 后大幅增长, 其 28 d 值(%全胃容积)超过相对质量(%全胃质量), 同期内皱胃相对容积(%胃肠道容积、%全胃容积)则大幅下降; 全肠相对质量(%活体质量)亦随日龄增长而增大, 56 d 是 0 d 的 1.43 倍; 大肠的增速略大于小肠, 其 56 d 是 0 d 的 1.71 倍, 小肠为 1.36 倍。小肠中, 仅回肠的增长略大, 而大肠中盲肠、结肠、直肠的增速相近。结果提示, 羔羊出生后各消化器官呈现不同的生长速度; 胃相对质量的增速大于肠。舍饲条件下, 第 7 天后的充足补饲能促使各胃室质量和容积的发育提前 7~14 d。舍饲并早期补饲的饲养模式下, 在第 35 或 28 天进行断奶具有可行性。

关键词: 0~56 日龄; 舍饲羔羊; 胃肠道; 发育

中图分类号: S826.96; S813.24

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2011)04-513-08

Developmental Characteristics of Gastrointestinal Tract in Confined Lambs at the Age 0-56 Days

GUO Jiang-peng¹, ZHANG Yuan-xing¹, LI Fa-di^{1,2*}, HAO Zheng-li¹, MA You-ji¹, PAN Jian-zhong¹

(1. College of Animal Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. Gansu Feed Engineer Technology Research Center, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The objective of this study was to investigate the developmental characteristics of gastrointestinal tract in confined raising lambs with supplementary feed from the age of 7 days. Forty-five male lambs (Gansu modern breeding sheep group) were divided into 9 treatments (5 animals in every treatment), which were slaughtered and sampled at the age of 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 days, respectively. The relative weight of compartments in stomach (% live weight, % stomach weight), relative capacity of compartments in stomach (% gastrointestinal tract capacity, % stomach capacity), and relative weight of compartments in intestine (% live weight, % intestinal weight) were measured. The results showed that the relative weight of stomach (% live weight, RWS-L) at 0 d was about 1% of the live weight. RWS-L at 56 d was 2.33 times as large as that at 0 d. At the same time, declines were observed in RWA-L of lambs, and RWA-L at 56 d was 79.86% as large as that at 0 d. RCF-G and RCF-S were notably increasing after 7 d, and it could be appeared that RCF-S was exceed than RWF-S at 28 d. RCA-G and RCA-S were significantly decline during 7 to 28 d. With the age in days increasing, there were some increasing in relative intestinal weight (% live weight), and it was 1.43 times at 56 d as

收稿日期: 2011-01-09

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金; 甘肃省自然科学基金(3ZS061-A25-077); 甘肃省教育厅高等学校研究生导师科研项目(0702-07)

作者简介: 郭江鹏(1972-), 男, 陕西耀县人, 博士生, 主要从事反刍动物营养研究, E-mail: guojp72@sohu.com

* 通讯作者: 李发弟, 教授, 博士生导师, E-mail: lifd@gsau.edu.cn

large as that at 0 d. The growing speed of large intestine (% intestinal weight) were more quickly than that of small intestine, and the large intestine and small intestine were 1.71 and 1.36 times at 56 d as large as that at 0 d, respectively. There was more growing speed in ileum than other compartments in small intestine, but almost similar growing speeds were found in every compartment (cecum, colon, rectum) of large intestine. These results indicated that different growing speeds were appeared in gastrointestinal organs at the age of 0-56 d in lambs. The growing speeds of relative weight in stomach were more than that in intestine. And 7 to 14 days would be ahead on the development of weight and capacity in stomach for confined raising lambs and providing enough supplementary feed from 7 d after birth. With confined raising and supplying the suited supplementary diet, the feasible weaned age in days was 35 or 28 d after birth in lambs

Key words: 0-56 days; confined lamb; gastrointestinal tract; development

反刍动物出生后消化道的分化发育将持续一段时间,并因种别、日粮和营养等因子而变化^[1]。据 Wardrop 等^[2]、Church^[3] 及王彩莲^[4] 的研究报道,即使日龄相近,受品种、饲养管理模式、营养等因素的影响,绵羊羔羊各胃室的相对质量(%全胃质量)仍会有较大的差别。羔羊从出生到成为功能性反刍动物,涉及消化道解剖及消化生理功能等多方面的并行发育^[5]。研究表明,年龄和饲料类型的液固转变是影响羔羊消化道形态和功能发育的主要因素^[6-12]。国内外虽对绵羊消化系统解剖、机能发育及影响因素等有研究^[9,11-16],但尚未有系统研究舍饲条件下肉用羔羊胃肠道发育特点的报道。本研究选用舍饲甘肃肉用绵羊新品种选育群公羔,研究了0~56日龄各胃室及肠段的发育特点,以期为制定舍饲肉用哺乳羔羊早期饲养管理策略,开发补饲技术和产品,实现对其早期培育和早期断奶等提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 试验动物及设计

采用单因素试验设计,从甘肃省永昌肉用种羊场选择健康、生长发育正常的群饲甘肃肉用绵羊新品种选育群公羔(单羔)45只,按组间初生质量((3.81±1.12)kg)相近的原则分为9组,每组5只;分别于产后0、7、14、21、28、35、42、49、56d不禁食状态下称活体质量,而后进行屠宰、测定消化道各指标。

1.2 羔羊屠宰前的饲养管理

羔羊随母羊进行全舍饲饲养。出生后0.5~1h内吸吮初乳,之后置羔羊栏中,定时放入母羊栏吮吸母乳。于产后7d开始,投放诱食精料补充料(配

方及营养成分见表1)及优质苜蓿干草(铡短至3cm左右,营养成分:干物质92.50%,粗蛋白质16.72%,粗脂肪2.16%,粗纤维17.44%,粗灰分10.69%,钙1.44%,磷0.91%),令羔羊自由采食,并供应充足清洁饮水。

1.3 屠宰和指标测定

称羔羊宰前活体质量后,颈静脉放血致死。立即打开腹腔,按照《家畜解剖学及组织胚胎学》^[17]所述,将胃分为瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃,将小肠分为十二指肠、空肠、回肠,将大肠分为盲肠、结肠、直肠,结扎各部位连接处。连同内容物一起测定各部位质量后,倾出内容物,称取其净质量。用排水法^[5]测定各部位容积。计算消化道各段相对质量(%活体质量、%全胃质量或%肠道质量)、各胃室相对容积(%胃肠道容积、%全胃容积)。

1.4 数据分析

用SPSS 16.0统计分析软件对数据进行单因素方差分析,差异显著时用Tukey(同质数据)或Tamhane T2法(不同质数据)作多重比较。试验结果以“Mean±SD”表示,以 $P \leq 0.05$ 为显著性平准。

2 结果与分析

2.1 不同日龄羔羊各胃室相对质量和相对容积的变化

2.1.1 不同日龄羔羊各胃室相对质量的变化

表2显示,出生至14d全胃相对质量(RWS-L)约为活体质量的1%,14d后随日龄增长,14~21和21~28d增长较快,其56d是0d的2.33倍。这主要是由前胃(Forestomach)中瘤网胃相对质量(RWR-L)的快速增长所致;瓣胃相对质量(RWO-L)的增长也有些促进作用(56d是0d的3.10倍,但其相对质量为四胃室中最小);而皱胃的相对质量

(RWA-L)反而随日龄增长有所下降(其 56 d 是 0 d 的 79.86%),对 RWS-L 的增长产生一定程度的负效应。RWS-L、RWF-L、RWR-L 的最快速增长几乎出现在相同的日龄阶段,RWS-L 在 14~21 d 和 21~28 d 增长最快,分别增至时段始值的 1.21 和 1.38 倍;RWF-L 和 RWR-L 均以 7~14、14~21 和 21~28 d 增长最快,分别增至时段始值的 1.33、1.45、1.63 倍和 1.37、1.54、1.75 倍。

表 1 精料补充料组成和营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrition level of concentrate supplement (air-dry basis)

原料 Ingredient	配比/% Proportion	营养水平 Nutrition level ³	
玉米 Corn	48.42	干物质/% DM	90.57
大豆粕 Soybean meal	20.00	消化能/(MJ·kg ⁻¹)DE	13.81
甜菜粕 Beet pulp	10.00	粗蛋白质/% CP	19.30
膨化大豆 Expanded soybean	8.00	粗纤维/% CF	5.54
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	3.50	粗脂肪/% EE	4.90
棉籽粕 Cottonseed meal	3.00	粗灰分/% Ash	6.77
菜籽粕 Rapeseed meal	2.00	钙/% Ca	0.76
植物油 Vegetable oil	1.50	磷/% P	0.59
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.40		
预混料 ² Premix	1.00		
石灰石粉 Limestone meal	0.82		
食盐 Salt	0.36		
总计 Total	100.00		

1. 参照 NRC(1975)建议的中等生长速度,预期日增体质量 200 g 羔羊的营养需要量设计,颗粒料型(直径 2.5 mm,长度为 10.0 mm);2. 精补料中添加矿物元素(mg·kg⁻¹)和维生素量(IU·kg⁻¹):S 200;Fe 25;Zn 40;Cu 8;Mn 40;I 0.3;Se 0.2;Co 0.1;VA 940;VE 20;3. 除消化能为计算值外,其余为实测值

1. Concentrate supplement (air-dry basis) were balanced to meet and exceed requirements set by NRC(1975) proposal nutrient requirements for lamb with medium growth speed and expected daily gain weight 200 g, it is made to pellet feed (diameter 2.5 mm, length 10.0 mm); 2. Provide mineral elements (mg) and vitamins (IU) concentrate supplement per kg: S 200; Fe 25; Zn 40; Cu 8; Mn 40; I 0.3; Se 0.2; Co 0.1; VA 940; VE 20; 3. The ingredient of nutrition was determined, besides the digestible energy was calculated.

表 2 不同日龄羔羊各胃室相对质量(%活体质量)的变化

Table 2 Relative weight of compartments of stomach in lambs at different age in days

% live weight

日龄/d	全胃	前胃	瘤网胃	瓣胃	皱胃
Age	Whole Stomach	Forestomach	Reticulorumen	Omasum	Abomasum
	(RWS-L)	(RWF-L)	(RWR-L)	(RWO-L)	(RWA-L)
0	1.051±0.174 ^e	0.346±0.068 ^e	0.288±0.064 ^e	0.058±0.015 ^e	0.705±0.149 ^a
7	1.011±0.103 ^e	0.352±0.054 ^e	0.273±0.064 ^e	0.079±0.010 ^e	0.659±0.087 ^a
14	1.061±0.086 ^e	0.469±0.058 ^e	0.374±0.048 ^e	0.095±0.023 ^{bc}	0.592±0.098 ^a
21	1.280±0.066 ^{de}	0.679±0.062 ^{de}	0.575±0.050 ^{de}	0.104±0.015 ^{bc}	0.601±0.062 ^a
28	1.771±0.247 ^{cd}	1.111±0.208 ^{cd}	1.009±0.164 ^{cd}	0.102±0.048 ^{bc}	0.660±0.118 ^a
35	1.943±0.120 ^{bcd}	1.403±0.123 ^{bc}	1.302±0.119 ^{bc}	0.101±0.011 ^{bc}	0.540±0.052 ^a
42	2.304±0.460 ^{abc}	1.704±0.409 ^{ab}	1.557±0.366 ^{ab}	0.147±0.046 ^{ab}	0.600±0.073 ^a
49	2.829±0.607 ^a	2.165±0.437 ^a	1.979±0.419 ^a	0.186±0.021 ^a	0.664±0.184 ^a
56	2.447±0.476 ^{ab}	1.884±0.373 ^{ab}	1.704±0.353 ^{ab}	0.180±0.038 ^a	0.563±0.113 ^a

同列数据肩注不同小写英文字母表示差异显著($P \leq 0.05$),肩注有相同小写字母表示差异不显著($P > 0.05$)。下同

Values with different superscripts of small letters within the same column show significant difference ($P \leq 0.05$), values with the same superscripts of small letter within the same column shows no significant difference ($P > 0.05$). The same as below

以相对质量(%全胃质量)表示(表3),更凸显前胃,特别是瘤网胃对全胃相对质量增长的正效应,RWF-S与RWR-S 49 d时分别是0 d的2.31和2.54倍;同时可见7~14、14~21、21~28和28~35 d RWF-S和RWR-S增速较快(分别为时段始值的1.27、1.19、1.18、1.15倍和1.32、1.27、1.27、1.17

倍);而RWA-S值在上述4个时段降速均较快(分别降低了14.68%、15.52%、20.35%和25.48%),其49 d是0 d的34.84%。49、56 d的RWF-S和RWR-S的值已达到成年羊的水平(77%和69%),而35 d已是56 d值的93.68%和96.23%。

表3 不同日龄羔羊各胃室相对质量(%全胃质量)的变化

日龄/d	前胃	瘤网胃	瓣胃	皱胃
Age	Forestomach (RWF-S)	Reticulorumen (RWR-S)	Omasum (RWO-S)	Abomasum (RWA-S)
0	33.192±5.999 ^d	27.551±5.842 ^d	5.640±1.633 ^{bcd}	66.808±5.999 ^a
7	34.864±4.579 ^d	26.948±5.377 ^d	7.916±1.362 ^{ac}	65.136±4.579 ^a
14	44.428±6.326 ^c	35.498±6.136 ^d	8.930±1.644 ^a	55.572±6.326 ^b
21	53.050±3.980 ^c	44.935±3.349 ^c	8.115±0.987 ^{ab}	46.950±3.980 ^b
28	62.600±5.927 ^b	56.991±5.415 ^b	5.609±1.689 ^{bcd}	37.400±5.927 ^c
35	72.128±3.104 ^a	66.954±3.237 ^a	5.174±0.424 ^d	27.872±3.103 ^d
42	73.466±3.753 ^a	67.176±3.233 ^a	6.289±0.945 ^{bcd}	26.534±3.753 ^d
49	76.726±3.690 ^a	70.041±2.613 ^a	6.685±0.669 ^{acd}	23.274±2.690 ^d
56	76.990±1.752 ^a	69.580±2.856 ^a	7.409±1.307 ^{acd}	23.010±1.752 ^d

2.1.2 不同日龄羔羊各胃室相对容积的变化

由表4可见,前胃相对容积(RCF-G,%胃肠道容积)在7~14、14~21和21~28 d明显升高($P<0.05$),分别增至时段始值的1.86、2.42和1.86倍,之后增速变缓;49 d达到最大值54.45%,为0 d的11.85倍;其主要缘于瘤网胃相对容积(RCR-G)的变化,

上述日龄段内RCR-G分别增至时段始值的2.09、2.56和1.88倍,49 d亦达最大值53.30%,为0 d的14.70倍;皱胃相对容积(RCA-G)变化总趋势与RCF-G和RCR-G相反,0~7、7~14和21~28 d分别下降至时段始值的78.25%、55.37%和46.24%;42 d呈现最小值(9.63%),为0 d的17.70%。

表4 不同日龄羔羊各胃室相对容积(%胃肠道容积)的变化

日龄/d	前胃	瘤网胃	瓣胃	皱胃
Age	Forestomach (RCF-G)	Reticulorumen (RCR-G)	Omasum (RCO-G)	Abomasum (RCA-G)
0	4.593±0.921 ^d	3.625±0.715 ^d	0.968±0.424 ^a	54.369±13.202 ^a
7	4.803±1.138 ^d	3.910±1.279 ^d	0.893±0.308 ^a	42.543±7.752 ^a
14	8.927±4.139 ^d	8.154±3.767 ^d	0.773±0.419 ^a	23.556±12.856 ^{bc}
21	21.582±5.995 ^c	20.868±6.015 ^c	0.714±0.172 ^a	25.524±5.246 ^b
28	40.056±6.687 ^b	39.285±6.884 ^b	0.772±0.363 ^a	11.803±2.844 ^{bc}
35	45.915±9.019 ^{ab}	45.260±8.966 ^{ab}	0.655±0.218 ^a	10.998±2.540 ^{bc}
42	47.320±7.998 ^{ab}	46.412±7.726 ^{ab}	0.908±0.388 ^a	9.628±4.291 ^c
49	54.445±2.051 ^a	53.296±1.694 ^a	1.149±0.402 ^a	11.498±3.091 ^{bc}
56	47.932±3.077 ^{ab}	47.021±2.987 ^{ab}	0.912±0.122 ^a	15.181±2.489 ^{bc}

以相对容积(%全胃容积)表示(表5),前胃和瘤网胃相对容积(RCF-S,RCR-S)的变化趋势与

以%胃肠道容积表示相似,但出现明显变化的时间约提早7 d;RCF-S和RCR-S在7~14、14~21、21~

28 d 分别增至时段始值的 3.26、1.52、1.71 倍和 3.71、1.60、1.73 倍($P < 0.05$),之后增速变缓,28 d 后的值分别达到 77.40%和 74.60%以上,42 d 呈现最大值(83.65%和 82.08%),分别为 0 d 值的

10.17 和 12.58 倍;相反,此 3 个时段中皱胃相对容积(RCA-S)下降明显,分别为时段始值的 77.23%、77.83%和 41.33%,42 d 出现最小值(16.35%),为 0 d 值的 17.82%。

表 5 不同日龄羔羊各胃室相对容积(%全胃容积)的变化

日龄/d Age	% stomach capacity			
	前胃 Forestomach (RCF-S)	瘤网胃 Reticulorumen (RCR-S)	瓣胃 Omasum (RCO-S)	皱胃 Abomasum (RCA-S)
0	8.226±2.881 ^d	6.523±2.375 ^d	1.704±0.769 ^{ab}	91.774±2.881 ^a
7	9.170±3.476 ^d	7.366±3.431 ^d	1.804±0.626 ^{ab}	90.830±3.476 ^a
14	29.851±5.953 ^c	27.353±5.585 ^c	2.498±0.672 ^a	70.149±5.953 ^b
21	45.406±7.567 ^b	43.838±7.717 ^b	1.569±0.495 ^{ab}	54.594±7.567 ^c
28	77.433±2.287 ^a	75.859±2.300 ^a	1.573±0.790 ^{ab}	22.567±2.287 ^d
35	80.351±5.071 ^a	79.200±5.152 ^a	1.152±0.339 ^b	19.649±5.071 ^d
42	83.649±4.280 ^a	82.075±4.271 ^a	1.574±0.501 ^{ab}	16.351±4.280 ^d
49	82.687±3.889 ^a	80.960±3.922 ^a	1.728±0.531 ^b	17.313±3.889 ^d
56	76.050±2.136 ^a	74.607±2.158 ^a	1.443±0.121 ^{bc}	23.950±2.136 ^d

2.2 不同日龄羔羊各肠段相对质量的变化

表 6 显示,所有肠段相对质量随日龄增长的速率均不及全胃与瘤网胃,使得羔羊个体间差异的影响放大,故其随日龄的变化缺乏规律性。全肠道相对质量 56 d 是 0 d 的 1.43 倍;14~21 和 35~42 d 增速略大,分别增至时段始值的 1.15 和 1.10 倍;大

肠相对质量的增速略大于小肠,大、小肠 56 d 分别是 0 d 的 1.71 与 1.36 倍。小肠中,仅回肠相对质量的增长略大,56 d 是 0 d 的 2.46 倍;大肠中,盲肠、结肠和直肠相对质量的增速较接近,56 d 分别是其 0 d 的 1.50、1.80 和 1.54 倍。

表 6 不同日龄羔羊各肠段相对质量(%活体质量)的变化

日龄/d Age	% live weight								
	肠道 intestine	小肠 Small intestine	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	大肠 Large intestine	盲肠 Cecum	结肠 Colon	直肠 Rectum
0	4.082±	3.259±	0.086±	3.051±	0.122±	0.823±	0.135±	0.540±	0.148±
	0.489 ^b	0.485 ^a	0.018 ^a	0.453 ^a	0.042 ^b	0.230 ^{bc}	0.044 ^{bc}	0.159 ^b	0.038 ^b
7	3.930±	3.046±	0.096±	2.847±	0.104±	0.883±	0.078±	0.646±	0.160±
	0.486 ^b	0.415 ^a	0.040 ^a	0.387 ^a	0.037 ^b	0.090 ^{bc}	0.021 ^c	0.060 ^{ab}	0.048 ^{ab}
14	4.114±	3.063±	0.097±	2.775±	0.192±	1.051±	0.126±	0.748±	0.177±
	0.394 ^b	0.390 ^a	0.010 ^a	0.355 ^a	0.084 ^{ab}	0.100 ^{ab}	0.024 ^{bc}	0.063 ^{ab}	0.025 ^{ab}
21	4.730±	3.478±	0.103±	3.205±	0.170±	1.252±	0.199±	0.889±	0.164±
	0.487 ^{ab}	0.380 ^a	0.021 ^a	0.381 ^a	0.044 ^{ab}	0.143 ^a	0.057 ^{ab}	0.114 ^{ab}	0.024 ^{ab}
28	5.128±	3.852±	0.097±	3.447±	0.308±	1.276±	0.222±	0.864±	0.190±
	0.675 ^{ab}	0.609 ^a	0.026 ^a	0.501 ^a	0.109 ^{ab}	0.131 ^a	0.052 ^{ab}	0.166 ^{ab}	0.046 ^{ab}
35	5.182±	3.958±	0.117±	3.559±	0.282±	1.224±	0.201±	0.854±	0.169±
	1.163 ^{ab}	1.297 ^a	0.045 ^a	1.082 ^a	0.184 ^{ab}	0.285 ^a	0.053 ^{ab}	0.249 ^{ab}	0.033 ^{ab}
42	5.718±	4.465±	0.119±	4.013±	0.333±	1.253±	0.295±	0.800±	0.158±
	0.984 ^a	0.790 ^a	0.027 ^a	0.697 ^a	0.132 ^a	0.245 ^a	0.087 ^a	0.259 ^{ab}	0.027 ^{ab}

续表 6

日龄/d Age	肠道 intestine	小肠 Small intestine	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	大肠 Large intestine	盲肠 Cecum	结肠 Colon	直肠 Rectum
49	5.619±	4.350±	0.118±	3.972±	0.261±	1.268±	0.212±	0.883±	0.174±
	1.145 ^a	1.195 ^a	0.044 ^a	1.176 ^a	0.074 ^{ab}	0.309 ^a	0.051 ^{ab}	0.233 ^{ab}	0.037 ^{ab}
56	5.841±	4.437±	0.144±	3.991±	0.303±	1.404±	0.202±	0.973±	0.228±
	0.666 ^a	0.664 ^a	0.026 ^a	0.627 ^a	0.090 ^{ab}	0.070 ^a	0.028 ^{ab}	0.071 ^a	0.030 ^a

以%肠道质量表示(表 7),小肠、大肠及其各段的变化与以%活体质量表示的相对质量近似。

表 7 不同日龄羔羊各肠段相对质量(%肠道质量)的变化

Table 7 Relative weight of compartments of intestine in lambs at different age in days % intestinal weight

日龄/d Age	小肠 Small intestine	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	大肠 Large intestine	盲肠 Cecum	结肠 Colon	直肠 Rectum
0	79.624±	2.104±	74.540±	2.980±	20.376±	3.292±	13.393±	3.691±
	4.521 ^a	0.314 ^a	3.243 ^a	0.991 ^{ab}	6.521 ^a	1.050 ^{abc}	4.551 ^a	1.153 ^a
7	77.430±	2.492±	72.348±	2.589±	22.570±	1.979±	16.571±	4.020±
	1.663 ^a	1.208 ^a	1.234 ^{ab}	0.711 ^b	1.663 ^a	0.425 ^c	2.123 ^a	0.860 ^a
14	74.315±	2.357±	67.302±	4.655±	25.685±	3.069±	18.276±	4.339±
	2.935 ^a	0.352 ^a	2.349 ^b	2.100 ^{ab}	2.935 ^a	0.587 ^{bc}	1.812 ^a	0.771 ^a
21	73.507±	2.191±	67.671±	3.645±	26.493±	4.187±	18.779±	3.527±
	1.757 ^a	0.402 ^a	1.603 ^b	1.109 ^{ab}	1.757 ^a	1.044 ^{ab}	0.988 ^a	0.831 ^a
28	74.932±	1.920±	67.127±	5.884±	25.068±	4.324±	17.039±	3.706±
	2.522 ^a	0.559 ^a	1.593 ^b	1.427 ^a	2.522 ^a	0.678 ^{ab}	3.318 ^a	0.783 ^a
35	75.962±	2.268±	68.601±	5.094±	24.038±	3.994±	16.621±	3.423±
	2.370 ^a	0.532 ^a	2.361 ^{ab}	1.515 ^{ab}	2.370 ^a	1.017 ^{ab}	1.683 ^a	0.998 ^a
42	78.036±	2.129±	70.161±	5.746±	21.964±	5.295±	13.898±	2.772±
	2.091 ^a	0.578 ^a	1.233 ^{ab}	1.660 ^{ab}	2.091 ^a	1.480 ^a	3.027 ^a	0.224 ^a
49	77.235±	2.074±	70.211±	4.950±	22.765±	3.787±	15.846±	3.132±
	2.583 ^a	0.527 ^a	3.680 ^{ab}	2.171 ^{ab}	2.583 ^a	0.462 ^{abc}	2.310 ^a	0.421 ^a
56	75.685±	2.443±	68.037±	5.205±	24.315±	3.475±	16.914±	3.926±
	3.241 ^a	0.210 ^a	3.689 ^b	1.423 ^{ab}	3.241 ^a	0.387 ^{abc}	2.885 ^a	0.463 ^a

3 讨论

3.1 羔羊出生后胃肠道各段的发育变化

羔羊出生后各种器官因机能需要而发育速度不同^[18],随采食的饲料从液态的母乳过渡到固态的饲料,除前胃(瘤胃、网胃、瓣胃)容积和质量迅速增长外,其功能也得以快速完善,最终发育为成熟的功能性反刍动物^[4-5,11-12]。本试验结果表明,羔羊胃相对质量及相对容积随日龄增大的主要原因在于前胃(更主要是瘤胃)生后的快速增大,而皱胃质量和容积的生长速率慢于体质量及胃肠道其他部位的质量或容积。瘤胃属晚成熟器官,受生后摄入固体

饲料及其产生的发酵酸刺激而快速发育;皱胃属于早成熟器官,出生时已有相当程度的发育,受生后饲料等因素变化的影响较小。这与 Wardrop^[2]、王彩莲等^[12]、赵恒波等^[13]和 Sangild 等^[19]的研究结果一致。本试验受试羔羊的 RWR-L、RWR-S、RCR-G 和 RCR-S 分别在 28、21、21 和 14 d 显著高于 0 d ($P < 0.05$),而 RWA-S、RCA-G 和 RCA-S 的值均在 14 d 显著低于 0 d ($P < 0.05$),进一步肯定了韩正康等^[5]指出的,采食饲料能刺激瘤胃的发育,增加组织重量和厚度,促进瘤胃容积增大的规律。

研究表明,网胃是牛四胃室中最小的,而羊则以瓣胃最小。本试验羔羊瓣胃相对质量和相对容积也

显著较小,其 49 和 56d 质量分别是全胃重的 6.69%与 7.41%,略高于郭江鹏^[20]用早期断奶后强度育肥羔羊(平均 100.5 日龄)所测值(5.48%~7.03%)。韩正康等^[5]曾认为,瓣胃发育缓慢,达到成年大小的相对时间比网胃或瘤胃长,8 或 9 周龄时瓣胃仍较小。但相关资料并非完全都支持这一认识。Van Soest^[21]所引 Church 的资料中,初生、2 月龄、成年绵羊的瓣胃大小相应为全胃的 8%、6%、5%;Van Soest^[22]所引 Lyford 的初生与成年绵羊瓣胃为全胃的 8%和 9%;而 Wilson 等^[23]所引 Warner 与 Flatt 的资料表明,初生、12 周龄和 34~38 周龄瓣胃质量均为全胃质量的 7%。

羔羊从出生至成为功能性反刍动物的过程中,除了胃的迅速发育外,消化管的发育也非常快^[11]。新生动物肠道的生长发育表现为出生后短期内快速的组织生长及功能完善,以此适应从胎盘营养到胃肠道营养的转变,摄食是肠道发生结构和功能快速改变的主因^[19]。从表 6、7 可见,肠道的相对质量随日龄增长而增大,但不及胃的增速;回肠、盲肠和结肠 3 段具有发酵功能的肠段相对质量增长较大,十二指肠、空肠等没有发酵功能的肠段相对质量增长较小;这与刘敏雄^[1]、王小龙等^[14]及陈鼎^[16]用不同品种和日龄羔羊得出的结论相似,即随日龄增长和日粮改变,小肠所占比例逐渐下降,大肠基本保持不变。原因在于,小肠前段的十二指肠和空肠属早发育器官^[18],其在出生前已得到相当程度的发育,致使其出生后发育速率降低;而回肠和盲肠、结肠作为承担部分微生物发酵功能的器官^[18],只有在接触并适应所采食的饲粮以后,受饲粮及其分解产生的发酵酸等多方面影响才能快速发育,并迅速发育成为与其承担的消化机能相适应的器官。

3.2 舍饲并早期补饲条件下肉用羔羊胃肠道发育的特点

饲养管理方式与饲养水平是制约羔羊(包括消化系统)生长发育的重要因素^[12]。除发酵酸的刺激外,胃肠道的发育须消耗能量与各种营养物质,舍饲并提早补饲的饲养管理模式对羔羊胃肠道的发育具有促进作用。本试验条件下,从 7 d 开始充足地补饲优质饲草料,49 d 时 RWS-L 为 2.83%,与王小龙等^[14]报道的 60 日龄断奶饲喂中等营养水平饲粮的 80 d 舍饲小尾寒羊羔羊的 2.73%近似,表明本试验的补饲水平能提前 7~14 d 刺激羔羊各胃室质量的发育。

将本试验结果与王彩莲^[12]所测全放牧羔羊的

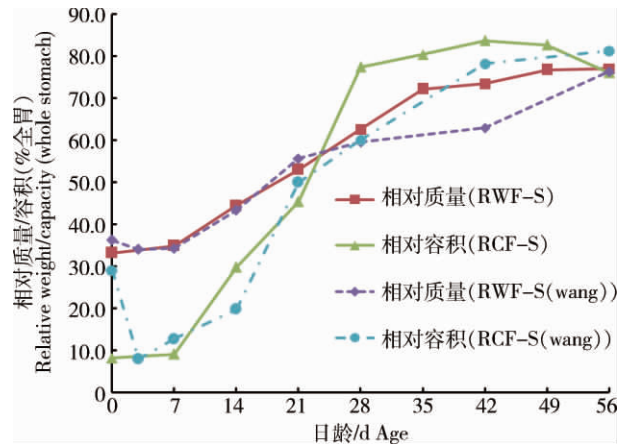


图 1 羔羊前胃相对质量和相对容积的日龄变化及与王彩莲^[12]试验对照图

Fig 1 Changes of relative weight and capacity of forestomach in lambs at age in days and the graph compared with Ms. Wang^[12]

相应值进行比较,可明显看出两种饲养方式下羔羊胃肠道发育的异同。本试验羔羊 28 d 时 RWF-S、RWR-S、RWO-S 和 RWA-S 分别为 62.60%、56.99%、5.61%和 37.40%,与王彩莲^[12]全放牧条件下羔羊在 42 d 时分别为 62.93%、57.03%、5.88%和 37.07%相近,说明饲养方式虽不影响全胃中各胃室最终的相对比例,但本试验的饲养方式可促使羔羊瘤网胃的发育明显加快。两种方式下胃肠道的发育轨迹也显示出不同的特点。从本试验与王彩莲^[12]放牧条件下测出的羔羊前胃相对质量和相对容积的日龄变化比较(图 1)可看出,两试验的 RWF-S 的日龄变化在 21 d 前基本相同,此后放牧条件的 RWF-S 低于本试验,表明 21 d 前母乳提供的营养基本能满足发育的需要;21 d 后母乳分泌量下降,从天然牧地摄食的牧草不能满足需要,而在 7 d 后获得良好补饲的羔羊则能获得相对较丰富的营养。这与韩正康等^[5]总结的添加不超过 10%干草和 90%精饲料才能获得瘤胃壁和乳头充分发育的结论一致。同时看出,本试验条件下,RWF-S 大于 RCF-S 的状况持续至 21 d;但 7~28 d 间 RCF-S 的增大速率高于 RWF-S,以致其 28 d 值超过 RWF-S (77.43%对 62.60%),但此后 RCF-S 增大趋缓,42 d 后下降;而 RWF-S 的增大趋缓发生于 35 d 以后,56 d 时 RCF-S 与 RWF-S 极为接近(分别为 76.05%和 76.99%);而放牧方式下 14 d 前的 RCF-S 增大速率较低,14~21 d 提高,其值在 42 d 时超过 RWF-S 并继续增长。显然,提早至 7 d 开始进行

充足的补饲,羔羊前胃容积的发育较质量的发育强烈,且容积的发育能更早完成。

此外,本试验中羔羊在28 d时RCR-S、RCO-S和RCA-S分别为75.86%、1.57%和22.57%,与王彩莲^[12]全放牧条件下羔羊在42 d时分别为77.46%、0.73%和21.81%相当。表明,在舍饲并早期补饲的饲养模式下,在35或28 d羔羊各胃室质量和容积就可达到或接近成年羊水平(77%和69%)^[1],因而在35或28 d开展羔羊早期断奶是可行的。

4 结论

4.1 舍饲、提早补饲的饲养条件能够刺激羔羊瘤网胃早期强烈发育。羔羊生后胃相对质量的增速大于肠,皱胃相对质量随日龄增长而下降,瘤网胃相对容积也快速增长。

4.2 日龄及提早补饲对羔羊胃发育的影响大于对肠道发育的影响,对肠道发酵段(回肠、结肠、盲肠)的影响大于非发酵段(十二指肠、空肠)。

4.3 舍饲条件下从7 d始给予羔羊充足的补饲,能促使各胃室质量和容积的发育提前7~14 d,使在较早的日龄达到与成年羊接近的水平。使35或28 d进行断奶具有可行性。

参考文献:

- [1] 刘敏雄. 反刍动物消化生理学[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1991.
- [2] WARDROP I D, COOMBE J B The postnatal growth of the visceral organs of the lamb, 1: The growth of the visceral organs of the grazing lamb from birth to sixteen weeks of age[J]. *J A SCI*, 1960, 54: 140-143.
- [3] CHURCH D C. Digestive physiology and nutrition of ruminants[M]. Corvallis, OR :Church Publishing, 1975.
- [4] 王彩莲. 0~56日龄放牧绵羊消化系统发育性变化的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2009.
- [5] 韩正康, 陈杰. 反刍动物瘤胃的消化和代谢[M]. 北京:科学出版社, 1988.
- [6] ØRSKOVER, RYLEM. 反刍动物营养学[M]. 周建民, 张晓明, 王加启, 译. 北京:中国农业出版社, 1992.
- [7] 寇占英, 李启鹏, 莫放, 等. 犊牛主要消化器官的发育规律[C]. 中国畜牧兽医学动物营养分会第六届全国会员代表大会暨第八届学术研讨会论文集, 2000: 533-537.
- [8] TAMATE H, MCGILLIARD A D, JACOBSON N L, et al. Effect of various dietaries on the anatomical

development of the stomach in the calf[J]. *J Dairy Sci*, 1962, 45(3): 408-420.

- [9] GREENWOOD P L, HUNT A S, BELL A W. Effect of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: IV. Organ growth[J]. *J Anim Sci*, 2004, 82: 422-428.
- [10] OWENS F N, DUBESKI P, HANSOUT C F. Factors that alter the growth and development of ruminants[J]. *J Anim Sci*, 1993, 71: 3138-3150.
- [11] 丁莉. 关中奶山羊周岁前消化系统发育规律的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2007.
- [12] 王彩莲, 郝正里, 李发弟, 等. 0~56日龄放牧羔羊消化道的解剖特点和瘤胃功能变化[J]. 畜牧兽医学报, 2010, 41(4): 418-425.
- [13] 赵恒波, 罗海玲, 徐永锋, 等. 羔羊消化器官的早期生长发育和瘤胃内主要消化酶活性的变化[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(11): 15-18.
- [14] 王小龙, 刘众, 陈泽光, 等. 小尾寒羊羔羊消化器官早期发育及胰腺消化酶活性研究[C]. 中国畜牧兽医学分会家畜生态学分会第七届全国代表大会暨学术研讨会论文集. 2008: 387-392.
- [15] 李发弟, 郝正里, 郑中朝, 等. 不同精粗比颗粒饲料对肥育羔羊消化道容积及内容物分布的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 3(1): 31-37.
- [16] 陈鼎. 小尾寒羊和滩羊肠道发育及其主要消化酶活性变化规律研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2008.
- [17] 马仲华. 家畜解剖学及组织胚胎学[M]. 第三版. 北京:中国农业出版社, 2003.
- [18] HAMMOND J. 农畜生理学的进展[M]. 第二册. 汤逸人译. 上海:上海科技出版社出版, 1962.
- [19] SANGILD P T, FOWDEN A L, TRAHAIR J F. How does the fetal gastrointestinal tract develop in preparation for enteral nutrition after birth[J]. *Livest Prod Sci*, 2000, 66(2): 141-150.
- [20] 郭江鹏, 王宏博, 李发弟, 等. 早期断奶羔羊饲料的可消化性及对消化道发育的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2008, 39(8): 1069-1074.
- [21] Van SOEST P J. The Nutritional Ecology of Ruminants[M]. First Edition. Ithaca : Comstock Publishing, 1984.
- [22] Van SOEST P J. The Nutritional Ecology of Ruminants[M]. Second Edition. Ithaca : Comstock Publishing, 1994.
- [23] WILSON P N, BRIGSTOCK T D A. Improved Feeding of Cattle and Sheep : a practical guide to modern concepts of ruminant nutrition[M]. London: Granada, 1981.

(编辑 朱绯)