

УДК 637.69
AGRIS L51

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/76/15>

ВЛИЯНИЕ ГОЛОДАНИЯ НА МОБИЛИЗАЦИЮ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ИЗ ВНУТРЕННЕГО ЖИРА У БАРАНЧИКОВ

©Гусейнова Э. Д., канд. биол. наук, Гянджинский государственный университет,
г. Гянджа, Азербайджан

STARVATION EFFECT ON THE FATTY ACIDS MOBILIZATION FROM INTERNAL FAT IN RAMS

©Guseinova E., Ph.D., Ganja State University, Ganja, Azerbaijan

Аннотация. В представленной статье рассмотрены результаты наблюдений у 9 баранчиков карадолагской линии карабахской породы. Изучали влияние голодания на мобилизацию жирных кислот из внутреннего жира. Установлено, что процесс голодания усиливает мобилизацию жирных кислот из внутреннего жира. Наиболее активная мобилизация наблюдается по олеиновой кислоте.

Abstract. In the presented article, the results of observations in 9 rams of the Karadolag line of the Karabakh breed were examined. They studied the effect of starvation on the mobilization of fatty acids from internal fat. It has been established that the fasting process enhances the mobilization of fatty acids from internal fat. The most active mobilization is observed for oleic acid.

Ключевые слова: жвачные животные, мобилизация, жирные кислоты, селекция, липиды.

Keywords: ruminants, mobilization, fatty acids, selection, lipids.

Жировая ткань жвачных участвует в синтезе и мобилизации жирных кислот, а печень — в глюконеогенезе. У животных с однокамерным желудком оба процесса — глюконеогенез и синтез жирных кислот — происходят в печени. Поэтому в большинстве случаев активность одного из этих процессов ослабляет другой; Жировая ткань играет ключевую роль в хранении и мобилизации жирных кислот [1, 4]. Основным ферментом, участвующим в мобилизации липидов из резервных тканей, является гормон-чувствительная липаза [3, 5, 10].

Влияние катехоламинов и глюкагона на скорость липолиза в жировой ткани значительно слабее у ослабленных животных, чем у однокамерных. Считается, что эффекты соматотропного гормона и гормонов коры надпочечников в первую очередь обусловлены изменениями синтеза ферментов. Имеются также данные о регулирующем влиянии симпатической нервной системы на липолиз в жировой ткани [6]. Имея все это в виду, мы изучили процесс мобилизации липидов при голодании, чтобы пролить свет на процесс мобилизации липидов из соревновательного резервного жира у жвачных животных.

Материалы и методы

Выполнена сложная операция катетеризации по методике А. А. Алиева [2] на барашке-самце Гарадолагской ветви 9 карабахских пород живой массой $45,0 \pm 1,7$ кг. С этой целью нами была проведена операция и имплантирование катетера в сонную артерию каждого из

ягнят, воротную вену печени, сонную артерию и хронические катетеры. Таким образом, по концентрации метаболитов в артериях и воротных венах печени мы смогли получить информацию об их всасывании из кишечника.

Целью данного этапа было изучение влияния голодания на мобилизацию липидов из резервного жира. Для чего после имплантации хронических катетеров подопытным животным хирургическим путем мы держали их голодными в течение 5 дней. В I, III и V дни голодания определяли количество жирных кислот путем взятия проб крови у ягнят. За счет разницы в соотношении высокомолекулярных жирных кислот в сонной артерии и воротной вене печени определяли интенсивность мобилизации липидов из резервного жира.

Результаты и их анализ

Уровень общих липидов в крови, взятой из сонной артерии через 1 сутки голодания у ягнят гарадолагской ветви карабахской породы составил 458,5 мг/100 мл. В III и V дни голода и эти цифры увеличились соответственно на 34,2 и 39,1%.

Количественные значения общих липидов в воротной вене печени также изменялись по данным артериальной крови. Так, через 1 сутки голодания общее количество липидов в пробах крови, взятых из воротной вены печени у экспериментальных животных этой группы, составило 487,8 мг/100 мл. В третий и пятый дни голода она увеличилась соответственно на 33,8 и 37,7%. При кормлении животных после 5 суток голодания общее количество общих липидов как в артериальной крови (61,5%), так и в воротной вене печени (60,6%) резко снижалось по сравнению с таковыми на пятые сутки голодания.

Концентрация общих липидов у бозахских ягнят составила 313,4 мг/100 мл в артериальной крови через 1 сутки голодания. На третий день голодания этот показатель увеличился на 37,7%, а на пятый день достиг максимума 461,4 мг/100 мл. Кровь, взятая из воротной вены одноименной печени, равнялась 347,8 мг/100 мл в первые сутки голодания. В III и V дни голодания этот показатель увеличивался в 1,3 и 1,5 раза ($P < 0,001$) соответственно.

При кормлении животных после 5-дневного голодания резко снижалось количество общих липидов как в артериальной крови (200,5 мг/100 мл), так и в крови, взятой из воротной вены печени (226,1 мг/100 мл). Отрицательные артериально-венозные различия в концентрации общих липидов наблюдались у экспериментальных животных обоего пола в течение всего периода исследования [7–9]. Так, у представителей обоих полов (гарадолагской и бозахской пород) концентрация общих липидов как в артериальной крови, так и в венозной крови, взятой из воротной вены печени, увеличивается за счет голодания и достигает максимума на 5-й день голодания. При восстановлении питания эти значения резко снижаются (иногда в 1,5 раза). Увеличение концентрации общих липидов в артериальной крови вследствие голодания можно объяснить мобилизацией липидов из различных запасных жиров в организме.

Однако повышение концентрации общих липидов в воротной вене печени вследствие голодания и их пик через 5 дней голодания можно объяснить, конечно, только мобилизацией липидов из кишечного жира (конкурентного жира) [11]. Это связано с тем, что липиды, мобилизованные из других резервных жиров, поступают непосредственно в кровоток и транспортируются в общий метаболический фонд. Только липиды (а также другие вещества), мобилизованные из желудочно-кишечного тракта и крови и слизи, обязательно транспортируются в общий кровоток после поступления в печень через печеночную воротную вену. Что касается различий между ягнятами разного пола, то следует отметить, что количество общих липидов (общий уровень) как в артериальной крови, так и в крови,

взятой из воротной вены печени, у гарадолагских ягнят выше, чем у бозахских ягнят. Помимо увеличения общих липидов в артериальной крови и крови, взятой из воротной вены печени вследствие голодания, в пробах крови животных обоего пола также в разной степени различалась доля высокомолекулярных жирных кислот (Таблица 1).

Концентрации жирных кислот от C12:0 до C15:0 в артериях, печеночной и губных венах ягнят обоего пола практически не изменяются вследствие голодания. Однако через 5 дней голодания концентрация этих жирных кислот в воротной вене печени увеличилась на 1,53% у гарадолагских и на 1,35% у бозахских. Увеличение происходит в основном за счет лауриновой, миристиновой и гептодекановой кислот.

Таблица 1

ДИНАМИКА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В СТЕНКЕ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ПРИ ГОЛОДАНИИ И ПОСЛЕ ОТКОРМА У ГАРАДОЛАГСКИХ ЯГНЯТ

Код	Сутки голодания						После откорма	
	Через 1 сутки		3		5		артер. кровь	вен. кровь
	артер. кровь	вен. кровь	артер. кровь	вен. кровь	артер. кровь	вен. кровь		
C14:0	0,57±0,01	0,44±0,06	0,66±0,08	0,41±0,01	0,28±0,02	0,18±0,01	0,37±0,01	0,44±0,01
C16:0	15,02±0,46	16,83±0,76	15,08±0,36	15,86±0,26	15,28±0,31	15,46±0,02	19,58±0,13	18,55±0,29
C18:0	21,99±0,16	20,21±0,46	16,11±0,63	14,85±0,56	19,61±0,53	18,07±1,22	22,75±0,76	21,88±0,62
C18:1	30,61±0,92	33,62±0,80	36,84±0,09	38,18±0,08	38,76±1,45	40,20±0,78	33,65±0,11	33,50±0,22
C18:2	16,62±1,14	14,36±0,57	14,17±0,27	14,47±0,07	13,27±0,10	14,55±0,38	14,05±1,11	14,50±0,37
C18:3	1,39±0,09	1,13±0,12	1,53±0,12	1,22±0,03	1,06±0,07	0,83±0,05	1,58±0,02	1,14±0,07
C20:4	4,37±0,56	3,60±0,98	5,71±0,13	5,11±0,68	3,32±0,31	2,46±0,12	1,13±0,03	1,49±0,11
<i>сытые</i>								
	39,41	40,29	33,84	33,31	37,23	35,90	44,73	43,86
<i>голодные</i>								
	60,59	59,27	66,16	66,69	62,77	64,10	55,27	56,14
<i>индекс сытости</i>								
	0,65	0,67	0,51	0,49	0,59	0,56	0,81	0,78

Концентрация пальмитиновой кислоты у ягнят обоего пола не изменяется при голодании. Следует отметить, что артериально-венозная разница этой кислоты была отрицательной в I, III и V дни голодания у гарадолагов (-1,81; -0,78 и -0,18), а после кормления является положительной (1,02). (Таблица 2)

У бозахских ягнят концентрация пальмитиновой кислоты как в артериальной крови, так и в крови, взятой из воротной вены печени, была выше, чем у гарадолагских. Также артериально-венозная разница по этой кислоте была положительной и высокой у бозахских ягнят. Так, в первые сутки голодания этот показатель достигал -1,96 %, в третьи и пятые сутки -0,61 и 1,63 %, после откорма -0,04 %.

На третьи сутки голодания концентрация стеариновой кислоты в венозной крови, взятой как из артериальной, так и из печеночной воротной вены ягнят обоего пола, резко снизилась. Так, снижение концентрации стеариновой кислоты в артериальной крови у гарадолагов составило 16%, в венозной крови, взятой из воротной вены печени, — 14,85%, в артериальной крови бозахов — 20,82%, в венозной крови, взятой из воротной вены — 18,92%. У животных обоего пола артериально-венозная разница по этой кислоте положительна. Количество олеиновой кислоты, которое больше всего менялось, было связано с голодом и после еды. На 3-и сутки голодания его концентрация в липидах

артериальной крови гарадолагских ягнят увеличилась на 6,2%, а на 5-е сутки голодания — на 8,2%. В то же время липиды крови, взятые из воротной вены печени, были выше на 4,0 и 6,6% соответственно. Концентрации олеиновой кислоты также были обнаружены в липидах крови, взятых из обоих сосудов (артерий, воротной вены) бозахских ягнят, но были ниже, чем у гарадолагских. Концентрация олеиновой кислоты в липидах крови, взятой из воротной вены, увеличилась на 3,7 и 4,4% соответственно. Разница А–В составила 0,92% в первый день голодания и 3,85 и 2,40% в 3-й и 5-й дни соответственно.

Таблица 2

ДИНАМИКА ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ
 В СТЕНКЕ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА
 ПРИ ГОЛОДАНИИ И ПОСЛЕ ОТКОРМА У БОЗАХСКИХ ЯГНЯТ

Код	Сутки голодания						После откорма	
	Через 1 сутки		3		5		артер. кровь	вен. кровь
	артер. кровь	вен. кровь	артер. кровь	вен. кровь	артер. кровь	вен. кровь		
C14:0	0,61±0,02	0,47±0,01	0,37±0,05	0,47±0,01	0,47±0,06	0,21±0,02	0,51±0,05	0,54±0,01
C16:0	17,79±0,38	15,83±0,34	17,64±0,65	17,03±0,22	20,43±0,13	18,80±0,03	19,52±0,86	19,48±0,95
C18:0	21,01±0,08	20,46±0,14	20,82±0,14	18,92±0,04	22,03±0,06	20,19±1,28	22,95±1,67	22,34±0,12
C18:1	30,89±0,55	31,81±0,75	31,63±0,89	35,48±0,23	33,77±0,63	36,17±0,38	31,97±0,47	31,71±0,81
C18:2	13,18±1,26	14,33±0,31	12,61±0,14	14,24±0,46	12,92±0,23	14,91±0,99	14,10±0,59	14,08±0,63
C18:3	1,25±0,03	1,07±0,13	1,04±0,02	0,91±0,04	0,91±0,08	0,67±0,10	1,33±0,06	1,25±0,04
C20:4	6,08±0,28	7,24±0,79	5,81±0,13	4,49±0,06	2,43±0,33	2,67±0,02	1,83±0,03	2,21±0,06
<i>сытые</i>								
	41,39	39,89	40,93	38,58	44,94	40,73	45,48	44,70
<i>голодные</i>								
	58,61	60,11	59,07	61,42	55,06	59,27	59,27	55,30
<i>индекс сытости</i>								
	0,71	0,66	0,69	0,63	0,81	0,69	0,69	0,80

При кормлении животных после пятидневного голодания количество олеиновой кислоты в пробах крови обоих полов резко снижалось. Так, количество этой кислоты в артериальной крови гарадолагских ягнят уменьшилось на 5,1%, а в липидах крови, взятых из воротной вены печени, на 6,7%. Такая же закономерность наблюдается и в показателях бозахских ягнят. Концентрация олеиновой кислоты в образцах артериальной крови этих животных снизилась на 1,8%, а внутривенных липидов на 4,5%. Резкое снижение количества олеиновой кислоты мы объясняем прекращением мобилизации липидов из резервных жировых отложений после кормления. После подкормки разница А–В этой кислоты также положительна, 0,15% у гарадолагов и 0,26% у бозахов.

Концентрации и динамика линолевой кислоты как в артериальной, так и в венозной крови (воротной вене) у экспериментальных животных обоего пола на голодании и после кормления практически не подвержены таким изменениям. Эксперименты других исследователей [7–9] также показали, что голодание и диета не влияют на уровень линолевой кислоты в плазме крови. Основная причина этого в том, что линолевая кислота является одним из важных компонентов фосфолипидов печени, поэтому при высоком уровне этой кислоты в крови она удерживается (усваивается) печенью, а при низком количестве, печень транспортирует его в общий кровоток. Из кислот с атомом углерода 20 арахидоновая кислота была самой летучей из-за голодания. В опытах наблюдалось снижение доли арахидоновой

кислоты как в липидах венозной (воротной вены), так и в липидах артериальной крови ягнят обоего пола. Процентное содержание этой кислоты в липидах крови животных, получавших корм после длительного голодания (V дней), также было низким. Известно, что арахидоновая кислота синтезируется из линолевой кислоты. По данным А. А. Алиева [1, 2], при ограничении количества линолевой кислоты в организме ослабевает и синтез арахидоновой кислоты. Гендерных различий, артериальных или венозных различий в количестве других кислот в наших экспериментах не наблюдалось. Таким образом, по результатам опытов, процесс голодания практически ускоряет мобилизацию общих липидов из резервных жиров (кишечный жир), но на долю всех жирных кислот этот процесс не влияет. Артериальная или венозная (печеночная воротная вена) является наиболее летучей олеиновой кислотой в липидах крови из-за голодания.

Список литературы:

1. Алиев А. А., Кафаров М. Ш. Превращение липидов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных с разной жирномолочностью // Животноводство. 1973. №2. С. 68-70.
2. Алиев А. А. Липидный обмен и продуктивность жвачных животных. М.: Колос, 1980. 381 с.
3. Данилевская Н. В., Субботин В. В. Пробиотики в рационах телят: здоровье животных и безопасность продукции для человека // Молоко & Корма. Менеджмент. 2008. №2. С. 16.
4. Жигжидпурэв С. Влияние различных уровней серы в рационах на физиологические показатели и продуктивность курдючных овец: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Дубровицы, 2004. 24 с.
5. Libby P., Ridker P. M., Maseri A. Inflammation and atherosclerosis // Circulation. 2002. V. 105. №9. P. 1135-1143. <https://doi.org/10.1161/hc0902.104353>
6. Loo J. J., Ueda K., Ferlay A., Chilliard Y., Doreau M. Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage: concentrate ratio and linseed oil in dairy cows // Journal of Dairy Science. 2004. V. 87. №8. P. 2472-2485. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73372-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73372-X)
7. Nam I. S., Garnsworthy P. C. Biohydrogenation of linoleic acid by rumen fungi compared with rumen bacteria // Journal of Applied microbiology. 2007. V. 103. №3. P. 551-556. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03317.x>
8. Nielsen K. Is the quality and cost of food affected if industrially produced trans fatty acids are removed? // Atherosclerosis supplements. 2006. V. 7. №2. P. 61-62. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.04.014>
9. Reiser R. Hydrogenation of polyunsaturated fatty acids by the ruminant // Federation Proceedings. Federation of American Societies for Experimental Biology. 1951. V. 10.
10. Wąsowska I., Maia M. R. G., Niedźwiedzka K. M., Czauderna M., Ribeiro J. R., Devillard E., Wallace R. J. Influence of fish oil on ruminal biohydrogenation of C18 unsaturated fatty acids // British Journal of Nutrition. 2006. V. 95. №6. P. 1199-1211. <https://doi.org/10.1079/BJN20061783>
11. Wąsowska I., Maia M. R. G., Niedźwiedzka K. M., Czauderna M., Ribeiro J. R., Devillard E., Wallace R. J. Influence of fish oil on ruminal biohydrogenation of C18 unsaturated fatty acids // British Journal of Nutrition. 2006. V. 95. №6. P. 1199-1211. <https://doi.org/10.1079/BJN20061783>

References:

1. Aliev, A. A., & Kafarov, M. Sh. (1973). Prevrashchenie lipidov v zheludochno-kishechnom trakte zhvachnykh zhyvotnykh s raznoi zhirnomolochnost'yu. *Zhivotnovodstvo*, (2), 68-70. (in

Russian).

2. Aliev, A. A. (1980). Lipidnyi obmen i produktivnost' zhvachnykh zhivotnykh. Moscow. (in Russian).

3. Danilevskaya, N. V., & Subbotin, V. V. (2008). Probiotiki v ratsionakh telyat: zdorov'e zhivotnykh i bezopasnost' produktsii dlya cheloveka. *Moloko & Korma. Menedzhment*, (2), 16. (in Russian).

4. Zhigzhidpurev, S. (2004). Vliyanie razlichnykh urovnei sery v ratsionakh na fiziologicheskie pokazateli i produktivnost' kurdyuchnykh ovets: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Dubrovitsy. (in Russian).

5. Libby, P., Ridker, P. M., & Maseri, A. (2002). Inflammation and atherosclerosis. *Circulation*, 105(9), 1135-1143. <https://doi.org/10.1161/hc0902.104353>

6. Looor, J. J., Ueda, K., Ferlay, A., Chilliard, Y., & Doreau, M. (2004). Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage: concentrate ratio and linseed oil in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(8), 2472-2485. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73372-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73372-X)

7. Nam, I. S., & Garnsworthy, P. C. (2007). Biohydrogenation of linoleic acid by rumen fungi compared with rumen bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 103(3), 551-556. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03317.x>

8. Nielsen, K. (2006). Is the quality and cost of food affected if industrially produced trans fatty acids are removed? *Atherosclerosis supplements*, 7(2), 61-62. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2006.04.014>

9. Reiser, R. (1951). Hydrogenation of polyunsaturated fatty acids by the ruminant. In *Federation Proceedings. Federation of American Societies for Experimental Biology* (Vol. 10).

10. Wąsowska, I., Maia, M. R. G., Niedźwiedzka, K. M., Czauderna, M., Ribeiro, J. R., Devillard, E., ... & Wallace, R. J. (2006). Influence of fish oil on ruminal biohydrogenation of C18 unsaturated fatty acids. *British Journal of Nutrition*, 95(6), 1199-1211. <https://doi.org/10.1079/BJN20061783>

11. Wąsowska, I., Maia, M. R. G., Niedźwiedzka, K. M., Czauderna, M., Ribeiro, J. R., Devillard, E., ... & Wallace, R. J. (2006). Influence of fish oil on ruminal biohydrogenation of C18 unsaturated fatty acids. *British Journal of Nutrition*, 95(6), 1199-1211. <https://doi.org/10.1079/BJN20061783>

Работа поступила
в редакцию 09.02.2022 г.

Принята к публикации
13.02.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Гусейнова Э. Д. Влияние голодания на мобилизацию жирных кислот из внутреннего жира у баранчиков // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №3. С. 126-131. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/76/15>

Cite as (APA):

Guseinova, E. (2022). Starvation Effect on the Fatty Acids Mobilization From Internal Fat in Rams. *Bulletin of Science and Practice*, 8(3), 126-131. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/76/15>