

УДК 636.2.034:591.469:612.15:612.664

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ВЫМЕНИ
У МЕДЛЕННОВЫДАИВАЕМЫХ КОРОВ
ПРИ ВЫВЕДЕНИИ ЦИСТЕРНАЛЬНОЙ
И АЛЬВЕОЛЯРНОЙ ФРАКЦИЙ МОЛОКА

В.П. МЕЩЕРЯКОВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

У медленновыдаиваемых коров черно-пестрой породы изучены параметры выведения цистернальной и альвеолярной фракций молока и показатели кровоснабжения вымени в процессе их выведения. Установлена одновременность начала молокоотдачи и момента резкого усиления кровоснабжения вымени. Обсуждается механизм изменения кровоснабжения вымени при молокоотдаче. Двухфазное изменение кровоснабжения вымени в процессе доения рассматривается как сопряженная реакция его сосудистой системы на процессы сжатия и последующего расширения альвеолярного комплекса. Предложены показатели кровоснабжения вымени, с помощью которых можно оценить изменение функционального состояния альвеол при молокоотдаче. Показана возможность определения продолжительности фазы перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел по длительности периода увеличения интенсивности молоковыведения.

Ключевые слова: корова, кровоснабжение вымени, молоковыведение, фракции молока, молокоотдача, сжатие и расширение альвеол.

Известно, что молоко, находящееся в вымени коровы перед доением, в зависимости от способности к удалению разделяют на две фракции: цистернальную и альвеолярную. Цистернальная фракция молока находится в цистернах вымени и сосков, а также в крупных молочных ходах. Для извлечения цистернального молока необходимо преодолеть сопротивление сфинктера соска. Альвеолярная фракция молока содержится в альвеолах, мелких и средних молочных ходах. Получить данную фракцию можно только после реализации рефлекса молокоотдачи. Количество цистернального молока определяют путем катетеризации соскового канала [2, 10, 19], а также при машинном доении в условиях торможения рефлекса молокоотдачи [13, 22]. Альвеолярное молоко можно получить путем машинного выдаивания после предварительной инъекции окситоцина [10, 13, 19, 22].

В процессе машинного доения, которому предшествует полноценная преддоильная подготовка вымени, невозможно оценить отдельно параметры выведения цистернального молока, так как динамика молоковыведения представляет собой совместное выведение обеих фракций. Машинное доение, проводимое без преддоильной подготовки вымени, приводит к появлению двухвершинной кривой молоковыведения [20]. При этом первый пик кривой характеризует выведение цистернального

молока, а второй (более значительный) — альвеолярного. Между двумя вершинами существует характерный разрыв, указывающий на границу между фракциями молока. Были определены критерии оценки двухвершинных кривых молоковыведения [16], установлена взаимосвязь между изменением внутривыменного давления (ВВД) и параметрами молоковыведения у коров в процессе молокоотдачи [11]. Показана возможность определения латентного периода молокоотдачи по параметрам молоковыведения [11, 12]. В то же время при анализе двухвершинных кривых молоковыведения не удавалось объективно оценить количество цистернального молока [12].

В наших исследованиях [6] было показано, что у некоторых коров машинное доение, проведенное после короткой преддоильной подготовки, вызывает появление двухвершинной кривой молоковыведения. Данные коровы были отнесены к группе медленновыдаиваемых [9]. Одной из их особенностей было наличие продолжительного латентного периода молокоотдачи [5]. Ранее показано [13], что длительный (1-3 мин) латентный период молокоотдачи обеспечивал возможность регистрации цистернальной фракции молока при машинном выдаивании. Указанный факт позволил предположить, что у коров, имеющих продолжительный латентный период молокоотдачи, в процессе обычного машинного доения возможна регистрация параметров молоковыведения как цистернальной, так и альвеолярной фракций молока.

Ранее установлено увеличение объемной скорости кровотока (ОСК) в вымени коров в процессе машинного доения [7-9, 15, 17]. Одним из механизмов увеличения кровоснабжения вымени считается сосудорасширяющее влияние окситоцина [18]. Позднее установлена определенная сопряженность в изменении ОСК и ВВД у коров в процессе доения [15, 17, 23] и высказано предположение, что предпосылкой для усиления кровоснабжения вымени является сокращение миоэпителия [15, 17]. В наших работах установлена тесная взаимосвязь показателей кровоснабжения вымени с параметрами молоковыведения у коров [7, 9] и показана возможность определения величины латентного периода молокоотдачи по изменению ОСК в вымени коровы [5]. Однако в работе [5] скорость наступления молокоотдачи характеризовал интервал до выведения первых 100 г цистернального молока, который по величине не соответствует латентному периоду молокоотдачи.

Целью работы явилось определение параметров выведения цистернальной и альвеолярной фракций молока у коров во взаимосвязи с изменением показателей кровоснабжения вымени и обсуждение механизма изменения кровоснабжения вымени в процессе молокоотдачи.

Методика

Опыты проведены на 6 коровах черно-пестрой породы 2-5-го отелов в первую половину лактации. В период исследования суточный удой коров составил в среднем 11,2 кг. Продолжительность доения колебалась от 246 до 384 с. На каждой корове проведено по 6 опытов.

Продолжительность интервала между утренним и вечерним доениями составляла 12 ч. Доение осуществляли аппаратом АДУ-1. Перед началом доения проводили гигиеническую обработку вымени в течение 10 с. Осуществляли запись процесса молоковыведения из каждой половины вымени. С помощью ковшовых счетчиков-датчиков регистрировали выведение каждых 100 г молока (порция). Границу между

цистернальной и альвеолярной порциями молока определяли визуально. Момент выведения первых 100 г молока после периода разрыва молоковыведения считали началом альвеолярной молокоотдачи. Продолжительность выведения альвеолярного молока определяли с момента выведения первой альвеолярной порции до выведения последней порции молока машинного дооя. На кривой молоковыведения отмечали следующие точки: А — начало раздражения вымени, Б — начало машинного доения, В — выведение первой порции цистернального молока, Г — выведение последней порции цистернального молока, Д — выведение первой порции альвеолярного молока, Е — достижение максимальной интенсивности молоковыведения, Ж — окончание выведения альвеолярного молока.

Учитывали следующие параметры молоковыведения: количество цистернального и альвеолярного молока из исследуемой половины вымени (в которой регистрировалась ОСК), разовый удой, продолжительность периодов молоковыведения (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика периодов молоковыведения и кровоснабжения вымени

Наименование периода	Характеристика периода
<i>Молоковыведение</i>	
БВ	От начала доения до выведения первой цистернальной порции
ВГ	Выведения цистернальной фракции
ГД	Разрыва между цистернальной и альвеолярной фракциями
БД	От начала доения до выведения первой альвеолярной порции
АД	От начала раздражения вымени до выведения первой альвеолярной порции (латентный период молокоотдачи)
БЕ	От начала доения до достижения максимальной интенсивности молоковыведения
ДЕ	От момента выведения первой альвеолярной порции до достижения максимальной интенсивности молоковыведения
ДЖ	Выведения альвеолярной фракции
<i>Кровоснабжение вымени</i>	
АЗ	От начала раздражения вымени до момента резкого повышения ОСК
БИ	От начала доения до достижения максимума ОСК
ЗИ	От момента резкого увеличения ОСК до достижения ее максимума
ЗК	Повышенных значений ОСК

Для оценки динамики молоковыведения из половины вымени рассчитывали количество выдоенного молока за 30-секундные интервалы времени. Количество молока цистернальной и альвеолярной фракций определяли с точностью до 0,1 кг.

Кровоснабжение вымени оценивали методом электромагнитной флоуметрии. Датчик объемной скорости кровотока имплантировали на одну из наружных срамных артерий вымени. Проводили непрерывную запись ОСК в течение опыта. Исходным показателем считали среднее значение ОСК за трехминутный интервал до начала преддоильной подготовки вымени.

На кривой ОСК отмечали точки, соответствующие началу раздражения вымени (А), началу доения (Б), моментам резкого увеличения ОСК (З) и достижения ее максимума (И), а также моменту, когда ОСК возвращалась к значениям, наблюдаемым в точке резкого ее увеличения (К). Определяли величину периодов изменения кровоснабжения вымени (табл. 1). Для характеристики динамики кровоснабжения половины вымени определяли значения ОСК через каждые 30 с от начала доения и рассчитывали увеличение ОСК по сравнению с исходным уровнем.

Данные обрабатывали статистически по Г.Ф. Лакину [3] с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Наличие четкой границы между цистернальной и альвеолярной фракциями молока у каждой коровы позволило определить параметры их выведения. Параметры выведения цистернального молока колебались в зависимости от индивидуальных особенностей коров (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Параметры выведения цистернального молока из половины вымени (М ± т)

Номер коровы	Количество цистернального молока, кг	Продолжительность периода, с			
		БВ	ВГ	ГД	БД
4	0,13 ± 0,02	13,5 ± 0,5	8,4 ± 1,5	36,0 ± 1,9	58,0 ± 1,2
5	0,41 ± 0,08	13,2 ± 1,4	18,6 ± 3,7	27,1 ± 3,3	58,9 ± 2,0
6	0,61 ± 0,08	18,3 ± 1,5	46,0 ± 5,4	37,2 ± 3,6	101,4 ± 4,8
7	0,29 ± 0,04	15,1 ± 1,6	21,7 ± 3,9	26,1 ± 4,3	62,9 ± 2,9
8	0,40 ± 0,01	22,5 ± 1,9	36,0 ± 2,6	33,9 ± 7,1	92,5 ± 4,7
12	0,24 ± 0,05	12,4 ± 1,4	15,9 ± 2,9	27,8 ± 2,3	56,1 ± 2,6
В среднем	0,34 ± 0,03	15,5 ± 0,8	24,3 ± 2,7	31,6 ± 1,6	71,7 ± 2,9

Доля цистернального молока от величины разового удоя половины вымени колебалась от 7,2% (корова № 4) до 15,7% (корова № 8) и составляла в среднем 11,9%. Указанная величина была несколько меньше значений, полученных методом

катетеризации [10], однако соответствовала показателям, установленным в других работах [13, 22]. Отмечены незначительные индивидуальные колебания продолжительности интервала между последней порцией цистернального и первой порцией альвеолярного молока и значительные — периодов выведения цистернального молока и от начала доения до выведения первой порции альвеолярного молока. Продолжительность выведения цистернального молока зависела от его количества ($r = 0,90$; $P < 0,05$).

От момента выведения первой порции молока после периода разрыва началась регистрация показателей выведения альвеолярного молока (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Параметры выведения альвеолярного молока из половины вымени ($M \pm t$)

Номер коровы	Количество альвеолярного молока, кг	Продолжительность периода, с			
		АД	БЕ	ДЕ	ДЖ
4	1,67 ± 0,09	84,6 ± 2,1	79,3 ± 4,3	21,3 ± 4,5	158,3 ± 5,3
5	2,60 ± 0,07	82,0 ± 2,2	96,4 ± 5,5	37,6 ± 4,8	194,9 ± 4,4
6	3,46 ± 0,19	126,0 ± 4,7	165,0 ± 6,6	63,4 ± 5,0	247,2 ± 12,7
7	2,30 ± 0,09	91,1 ± 2,8	100,7 ± 4,3	37,9 ± 4,8	224,0 ± 8,0
8	2,15 ± 0,09	118,0 ± 5,2	142,5 ± 9,4	50,0 ± 6,9	212,0 ± 14,0
12	2,63 ± 0,08	79,7 ± 2,9	114,0 ± 5,5	57,9 ± 4,4	224,8 ± 8,2
В среднем	2,49 ± 0,10	96,0 ± 3,3	116,1 ± 5,3	44,3 ± 3,2	206,9 ± 6,1

Величина периода от начала преддоильной подготовки вымени до выведения первой порции альвеолярного молока (АД, латентный период молокоотдачи) колебалась от $79,7 \pm 2,9$ до $126,0 \pm 4,7$ с. Установленная продолжительность латентного периода молокоотдачи хотя и превышает величины, полученные при анализе кривых молоковыведения и ВВД [11, 12, 15, 17], в то же время соответствует допустимым значениям латентного периода молокоотдачи [14]. Кроме того, ранее показано, что у медленно выдаиваемых коров величина латентного периода молокоотдачи больше, чем у быстро выдаиваемых [5].

Выявлен высокий уровень корреляции ($r = 0,89$; $P < 0,05$) между величиной латентного периода молокоотдачи и продолжительностью периода до выведения первой порции цистернального молока. Величина периода до выведения первых 100 г цистернального молока в основном зависит от свойств соска и тонуса его сфинктера. Выявленная корреляция означает, что скорость наступления молокоотдачи у коров взаимосвязана с анатомическими и функциональными особенностями соска и его сфинктера. Суммарная продолжительность периодов от начала доения до выведения первой порции цистернального молока и выведения цистернального молока очень тесно коррелировала ($r = 0,97$; $P < 0,01$) с величиной латентного периода молокоотдачи.

У двух коров (№ 6 и 8), имеющих наиболее продолжительный латентный период молокоотдачи, была отчетливо выражена двухфазность процесса молоковыведения (рис. 1).

Выведение цистернального молока (первый пик) продолжалось в течение первых 90 с доения. В интервале 90-120 с от начала доения отмечена наименьшая интенсивность молоковыведения ($0,07 \pm 0,02$ кг). В данном интервале началось второе повышение интенсивности молоковыведения, обусловленное выведением альвеолярного молока. С момента выведения первой порции альвеолярного молока интенсивность молоковыведения непрерывно увеличивалась. Максимальный показатель интенсивности молоковыведения ($0,52 \pm 0,04$ кг) был отмечен в интервале 150-180 с от начала доения. После достижения своего максимума интенсивность молоковыведения стала снижаться. Незадолго до окончания доения отмечено повышение интенсивности молоковыведения (рис. 1), свидетельствующее о проведении додаивания.

Показатели количества альвеолярного молока и продолжительности его выведения значительно превышали аналогичные величины для цистернальной фракции. Между количеством альвеолярного молока и продолжительностью его выведения установлен высокий уровень взаимосвязи ($r = 0,82$; $P < 0,05$).

Процесс молоковыведения сопровождался изменением показателей кровоснабжения вымени (табл. 4).

Наблюдались две фазы изменения ОСК в вымени: в первую (ЗИ) — значения ОСК непрерывно возрастали, во вторую фазу (ПК) с момента максимума кровоснабжения

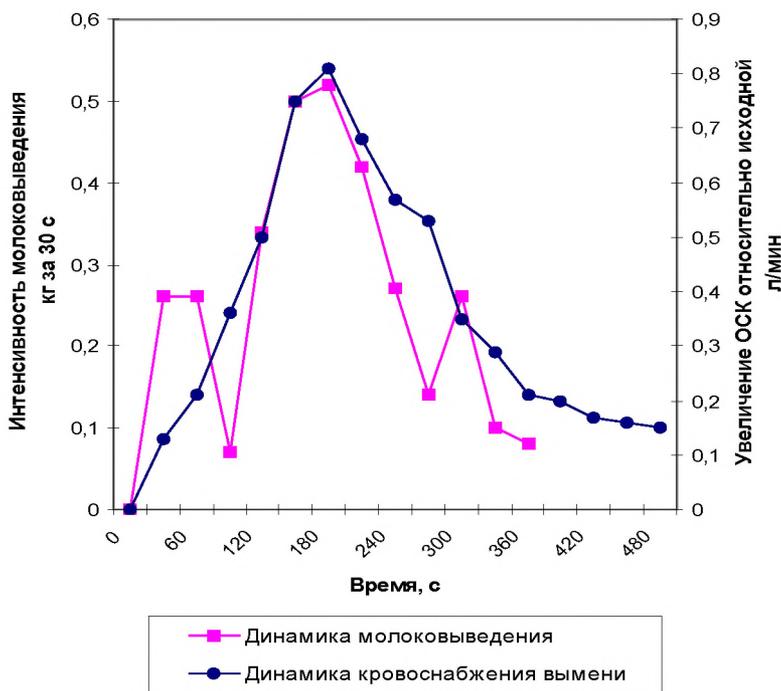


Рис. 1. Динамика молоковыведения и кровоснабжения половины вымени у медленновыдаиваемых коров (в среднем по двум коровам), О — начало доения

Индивидуальные показатели кровоснабжения половины вымени ($M \pm t$)

Номер коровы	ОСК исходная, л/мин	Продолжительность периода, с			
		АЗ	БИ	ЗИ	ЗК
4	2,60 ± 0,15	87,1 ± 4,3	167,1 ± 7,4	106,6 ± 4,6	242 ± 8,8
5	2,41 ± 0,11	88,4 ± 4,0	162,3 ± 6,3	94,6 ± 8,4	304 ± 23,4
6	4,33 ± 0,11	125,4 ± 4,4	182,4 ± 17,2	83,6 ± 11,4	348 ± 38,9
7	3,06 ± 0,16	93,4 ± 4,0	158,3 ± 7,4	93,1 ± 8,3	317 ± 24,6
8	2,91 ± 0,22	117,5 ± 7,6	169,0 ± 9,0	77,0 ± 10,6	277 ± 7,5
12	2,40 ± 0,17	81,4 ± 3,0	147,9 ± 5,6	90,4 ± 7,6	256 ± 23,0
В среднем	2,96 ± 0,13	97,9 ± 3,2	163,2 ± 3,7	92,4 ± 4,1	287 ± 11,2

снабжения показатели ОСК снижались. Резкое увеличение ОСК в вымени наступило в среднем через $97,9 \pm 3,2$ с от момента раздражения вымени. По продолжительности указанный период (АЗ) совпадал с длительностью латентного периода молокоотдачи, определенного по параметрам молоковыведения (АД). Установлен очень высокий уровень взаимосвязи ($r = 0,996$, $P < 0,001$) между длительностью периода до выведения первой порции альвеолярного молока и продолжительностью интервала до резкого повышения ОСК в вымени. Рассчитано уравнение регрессии продолжительности периода до резкого повышения ОСК в вымени (y) по величине периода выведения первой порции альвеолярного молока (x , рис. 2). Идентичность величин рассматриваемых периодов свидетельствует о том, что моменты выведения первой порции альвеолярного молока и резкого увеличения ОСК в вымени совпадают по времени и одновременно являются началом молокоотдачи.

С момента активного сокращения альвеол значения ОСК в вымени прогрессивно возрастали. Максимальные значения ОСК были достигнуты через $147,9 \pm 5,6$ — $182,4 \pm 17,2$ с от начала доения и через $77,0 \pm 10,6$ — $106,6 \pm 4,6$ с от момента резкого увеличения ОСК в вымени (табл. 4). В исследованиях с помощью ультразвуковой флоуметрии установлено, что у коров увеличение ОСК в вымени начиналось через 42 с, а максимальный уровень ОСК достигнут через 126 с от начала машинного доения [15, 17]. Показано, что значения ОСК возвращались к исходному уровню через 297,6 с от начала доения [17]. При расчете продолжительности периодов изменения кровоснабжения вымени в указанных работах от начала раздражения вымени получены величины, сопоставимые с результатами данного исследования.

Изменение показателей выведения альвеолярной фракции молока и кровоснабжения вымени было взаимосвязано. Установлены высокие уровни корреляции между величиной ОСК до начала преддоильной подготовки вымени и количеством альвеолярного молока ($r = 0,69$; $P > 0,05$), а также между длительностью периодов повышенных значений ОСК и выведения альвеолярного молока ($r = 0,70$; $P > 0,05$).

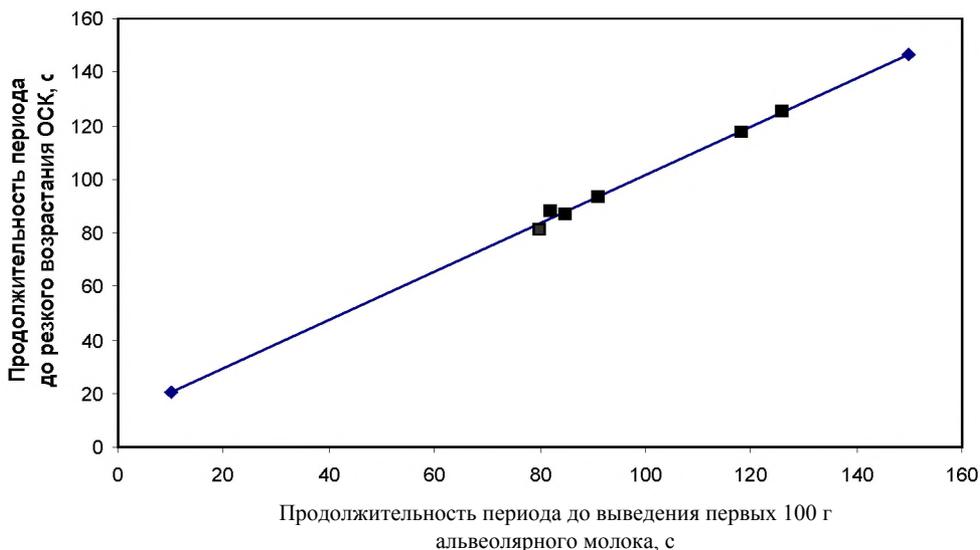


Рис. 2. Взаимосвязь между продолжительностью периода до выведения первых 100 г альвеолярного молока и длительностью интервала до резкого возрастания ОСК ($y = 0,9x + 11,6$)

Следует отметить, что у всех исследуемых коров максимальные значения ОСК были достигнуты позже максимума молоковыведения на 17,4-87,8 с. У коров № 6 и 8 разность периода между максимумами кровоснабжения и молоковыведения была минимальной. У данных коров начиная с момента молокоотдачи наблюдалась определенная сопряженность динамики кровоснабжения вымени и молоковыведения (рис. 1).

В среднем по указанным коровам максимальное увеличение ОСК в сравнении с исходным уровнем составило $0,81 \pm 0,10$ л/мин. Наивысший уровень ОСК отмечен в тот же 30-секундный интервал, когда наблюдался максимум молоковыведения. После момента достижения максимальных значений интенсивности молоковыведения и ОСК наблюдалась фаза снижения как интенсивности молоковыведения, так и значений ОСК в вымени.

Представленные факты позволяют предположить, что двухфазное изменение кровоснабжения вымени обусловлено процессами сжатия и последующей релаксации альвеол в процессе молокоотдачи. Одним из механизмов, регулирующих уровень кровоснабжения некоторых органов, является изменение их сосудистого сопротивления. Ранее нами было показано, что увеличение ОСК в вымени коров в процессе доения вызвано снижением сосудистого сопротивления данного органа [8]. На тонус сосудов может оказывать влияние механический фактор — деформация тканей, сопряженных с сосудами и капиллярами [1]. В опытах на козах установлена линейная и обратная взаимосвязь между скоростью кровотока в молочной железе и давлением в ней [21]. Отмеченная зависимость означает, что при уменьшении внешнего давления на сосуды происходит их расширение. И наоборот, увеличение давления приводит к сужению сосудов и как следствие к снижению величины объемной скорости кровотока в молочной железе.

Деформация альвеол наблюдается в период молокоотдачи и вызывается сокращением миоэпителиальных клеток. Выделяют две фазы изменения функционального состояния альвеол. В первую фазу альвеолы сжимаются и объем их полостей прогрессивно уменьшается. При максимальной степени сокращения миоэпителия альвеолы будут сжаты до минимального объема. После прекращения активного воздействия окситоцина миоэпителий начинает расслабляться, и объем полостей альвеол будет восстанавливаться до состояния, близкого к исходному. Таким образом, период изменения функционального состояния альвеолярного комплекса состоит из фаз сжатия и расширения альвеол. Начинается он с момента сокращения миоэпителия и заканчивается, когда наступает полная релаксация миоэпителиальных клеток и объем альвеолярных полостей достигнет исходного состояния. Очевидно, тонус кровеносных сосудов вымени при изменении состояния альвеол также будет изменяться. В фазу сжатия альвеол сосуды будут расширяться в зависимости от интенсивности сокращения миоэпителия, а уровень кровоснабжения вымени при этом будет увеличиваться. В момент, когда альвеолы достигнут максимальной степени сжатия, очевидно, значения ОСК в вымени будут максимальными. При релаксации миоэпителиальных клеток и последующем увеличении объема альвеол будет увеличиваться внешнее давление на капилляры и сосуды. Под действием этого давления сосуды будут сужаться, вызывая снижение ОСК в вымени. В момент, когда объем альвеол возвратится к исходному или близкому к нему уровню, сосудистый тонус также стабилизируется, и уровень кровоснабжения вымени будет соответствовать значениям, наблюдаемым до начала молокоотдачи.

Рассмотренный механизм процесса молокоотдачи позволяет предположить, что изменение функционального состояния альвеолярного комплекса приводит к сопряженному изменению уровня кровоснабжения вымени. При этом показатели кровоснабжения вымени могут служить индикатором этого изменения. В частности, момент резкого увеличения ОСК в вымени будет соответствовать началу активного сокращения альвеол. Максимальный уровень кровоснабжения вымени будет наблюдаться в момент максимального сжатия альвеол. А в точке, когда значения ОСК снижаются до уровня, наблюдаемого в момент резкого увеличения ОСК, вероятно, заканчивается период изменения функционального состояния альвеол. Соответственно периоды изменения кровоснабжения вымени могут характеризовать интервалы изменения функциональной активности альвеол при молокоотдаче. Так, по продолжительности периода повышенного кровоснабжения вымени можно оценить длительность периода изменения функционального состояния альвеолярного комплекса при молокоотдаче. Длительность периода от момента резкого увеличения ОСК до достижения своего максимального значения будет характеризовать продолжительность фазы сжатия альвеол до своего максимума. Продолжительность периода от точки достижения максимального уровня кровоснабжения вымени до момента возвращения его к исходному уровню может характеризовать длительность фазы расширения альвеол.

Исследования показали (табл. 4), что продолжительность периода от начала сжатия альвеол до возвращения их объема к исходному состоянию составила $287 \pm 11,2$ с. Из них длительность периода сжатия альвеол до своего максимума составила $92,4 \pm 4,1$ с. Остальной промежуток времени занимает фаза расслабления миоэпителия и восстановления объема альвеол. Очевидно, что длительность фазы молокоотдачи не может быть больше периода сжатия альвеол, так как в период релаксации миоэпителия отсутствуют условия для перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел.

Литературные данные по продолжительности фазы молокоотдачи противоречивы. Одним из распространенных методов оценки интенсивности молокоотдачи является регистрация ВВД [11, 12, 15, 17, 21, 23]. По кривой ВВД можно рассчитать величину латентного периода молокоотдачи, определить точки начала сокращения альвеол и достижения максимального уровня ВВД. Момент начала сокращения альвеол, отмечаемый на кривой ВВД, у исследователей не вызывает сомнений. Однако мнения по вопросу окончания молокоотдачи неоднозначны. Ряд авторов считают окончанием молокоотдачи момент достижения максимального значения ВВД, а длительность молокоотдачи оценивают по продолжительности периода увеличения ВВД до максимума. Продолжительность молокоотдачи у коров, определенная указанным способом, составила 40-60 с [2]. Другие исследователи [11, 12] считают, что фаза молокоотдачи более продолжительна.

Ранее при анализе двухвершинных кривых молоковыведения установлено, что начало второго повышения интенсивности молоковыведения совпадает по времени с моментом повышения ВВД, а формы кривых молоковыведения и ВВД идентичны до момента достижения максимальных значений [11]. Указанный факт означает, что отрезок кривой интенсивности молоковыведения от начала молокоотдачи до момента достижения максимальных значений может характеризовать фазу перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел. В нашей работе период выведения альвеолярного молока (ДЖ) состоял из двух фаз: увеличения (ДЕ) и снижения (ЕЖ) интенсивности молоковыведения. Продолжительность фазы увеличения интенсивности молоковыведения составила в среднем $44,3 \pm 3,2$ с. Остальной период выведения альвеолярного молока (206,9-44,3 с) приходился на фазу снижения интенсивности молоковыведения. Очевидно, наличие двух фаз выведения альвеолярного молока зависит от изменения количества молока, находящегося в цистернальном отделе. Повышение интенсивности молоковыведения в первый период выведения альвеолярного молока может свидетельствовать об увеличении количества молока в цистернальном отделе. Отсутствие поступления молока в цистернальный отдел обуславливает снижение интенсивности молоковыведения во вторую фазу выведения альвеолярного молока. Границей изменения интенсивности молоковыведения с положительной на отрицательную является момент достижения максимальной интенсивности молоковыведения. Указанный показатель будет свидетельствовать об окончании перемещения альвеолярного молока в цистернальный отдел. В связи с этим период от выведения первой порции альвеолярного молока до момента достижения максимальной интенсивности молоковыведения может быть использован для оценки продолжительности перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел. Ранее методом катетеризации соска под вакуумом установлено, что у коров переход альвеолярного молока в цистернальный отдел продолжается не более 50 с [4]. Оценка периода повышения ВВД до максимального значения показала, что продолжительность перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел составляет 42 с [11] и 36-49 с [12]. Продолжительность перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел, оцененная по кривой молоковыведения, вполне согласуется с вышеприведенными данными.

Продолжительность перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел можно определить, зная начало молокоотдачи. Однако если доению предшествует полноценная подготовка вымени, то по динамике молоковыведения практически невозможно определить начало молокоотдачи вследствие смешения цистернального и альвеолярного молока. В то же время по кривой изменения кровоснабжения вымени определение начала молокоотдачи возможно вне зависимости от характера выве-

дения фракций молока. Указанное обстоятельство означает, что при одновременной регистрации показателей молоковыведения и ОСК в вымени продолжительность перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел можно определить по величине интервала между моментами резкого повышения ОСК и достижения максимума молоковыведения.

Акт молокоотдачи заключается в перемещении альвеолярной фракции молока в цистернальный отдел. Начинается он с момента сокращения миоэпителия и сжатия альвеол и заканчивается в тот момент, когда полости цистернального отдела будут полностью заполнены альвеолярным молоком. Отмеченная нами различная продолжительность периода сжатия альвеол и фазы перемещения альвеолярного молока в цистернальный отдел свидетельствует о том, что при характеристике акта молокоотдачи следует отдельно оценивать продолжительность фазы сжатия альвеол и длительность перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел.

Выводы

1. Наличие продолжительного латентного периода молокоотдачи у медленно выдаиваемых коров обуславливает возможность раздельного выведения цистернальной и альвеолярной фракций молока.

2. Двухфазное изменение уровня кровоснабжения вымени в процессе доения вызвано деформацией альвеол вследствие сокращения и расслабления миоэпителия. Фаза возрастания ОСК является следствием сжатия альвеол. Последующее снижение уровня кровоснабжения обусловлено фазой их расширения.

3. Показатели кровоснабжения вымени могут служить индикатором изменения функционального состояния альвеол. По величине показателей кровоснабжения вымени можно оценить следующие параметры: начало активного сжатия альвеол и окончание фазы их расширения, продолжительность периода изменения функционального состояния, а также длительность фаз сжатия и расширения.

4. Процессы сжатия альвеол до максимума и перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел являются составной частью акта молокоотдачи. Однако они различаются по продолжительности. Если длительность фазы сжатия альвеол у медленно выдаиваемых коров составляет 92,4 с, то переход молока из альвеол в цистернальный отдел осуществляется в среднем за 44,3 с.

5. Одновременная регистрация динамики молоковыведения и кровоснабжения вымени позволяет оценивать величину латентного периода молокоотдачи у медленно выдаиваемых коров по параметрам молоковыведения и кровоснабжения вымени, а продолжительность перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел определять по параметрам молоковыведения. При отсутствии выраженной фазы выведения цистернального молока продолжительность перехода альвеолярного молока в цистернальный отдел можно определить по длительности периода между моментом резкого увеличения ОСК и точкой достижения максимальной интенсивности молоковыведения.

Библиографический список

1. Дворецкий Д.П. Механо генная регуляция тонуса и реактивности кровеносных сосудов//Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова, 1999. № 9-10. С. 1267-1277.
2. ЗаксМ.Г. Физиология двигательного аппарата молочной железы сельскохозяйственных животных. М.; Л, 1958.

3. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М., 1980.
4. *Лусис М.Э., Келлис Э.А., Межале За.* Определение фактической скорости молокоотдачи у коров // Новое в методах испытаний тракторов и сельскохозяйственных машин. М., 1973. Вып. XII. Ч. 1. С. 192-195.
5. *Мещеряков В.П.* Взаимосвязь латентного периода молокоотдачи и объемной скорости кровотока в вымени у коров // Известия ТСХА. 2011. Вып. 2. С. 153-160.
6. *Мещеряков В.П.* Динамика молоковыведения у коров в зависимости от преддоильной подготовки вымени // Известия ТСХА. 2005. Вып. 1. С. 110-115.
7. *Мещеряков В.П., Шевелев НС.* Оценка усиления кровоснабжения вымени коровы при доении // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 6. С. 122-126.
8. *Тверской Г.Б., Жестоканов О.П., Мещеряков В.П.* Влияние машинного доения на кровообращение в вымени коровы // Бюллетень ВНИИФБиП с.-х. животных. 1988. Вып. 2 (90). С. 32-36.
9. *Шевелев Н.С., Мещеряков В.П.* Сопряженность динамики молоковыведения и кровоснабжения вымени коров в процессе выдаивания // Сельскохозяйственная биология, 2008. № 4. С. 80-85.
10. *Avadi M., Caja G., Suchx., Knight C.H.* Use of ultrasonography to estimate cistern size and milk storage at different milking intervals in the udder of dairy cows // J. of Dairy Research. 2003. Vol. 70. P. 1-7.
11. *Bruchnaier R.M., Blum J. W.* Simultaneous recording release, milk ejection and milk flow during milking of dairy cows with and without prestimulation // J. of Dairy Research. 1996. Vol. 63. №2. P. 201-208.
12. *Bruchnaier R.M., Hilger M.* Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling // J. of Dairy Research. 2001. Vol. 68. № 3. P. 369-376.
13. *Bruchnaier R.M., Rothenanger E., Blum J. W.* Measurement of mammary gland cistern size and determination of the cisternal milk fraction in dairy cows // Milchwissenschaft. 1994. Vol. 49. № 10. P. 543-546.
14. *Bruchnaier R.M., Weinitz O.* Induction of milk ejection and milk removal in different production systems // J. of Animal Science. 2008. Vol. 86. P. 15-20.
15. *Fubini S.L., Aromando M.C., Bristol D.G., Deuel D., Parker J.E.* Temporal relationships between mammary blood flow and intramammary pressure during milking of cattle // Federation Proceedings. 1985. Vol. 44. № 3. P. 848.
16. *Goft H., Worstorf H., Prediger A.* Zur Analyse von Anstiegsunterbrechungen und Erfassung bimodaler Verlaufsfonnen bei Milchflusurven von Kuhem//Milchwissenschaft. 1991. Vol. 46. №3. S. 161-165.
17. *Gorewit R.C., Aromando M.C., Bristol D.J.* Measuring bovine mammary gland blood flow using a transit time ultrasonic flow probe // J. of Dairy Science. 1989. Vol. 72. P. 1918-1928.
18. *Houvenaghel A., Peeters G., Verschooten F.* Influences of manual udder stimulation and oxytocin on mammary artery blood flow in lactating cows // Arch. Int. de Phannacodynamie et de Tlierapie. 1973. Vol. 205. № 1. P. 124-133.
19. *Knight C.H., Hirst D., Dewhurst R.J.* Milk accumulation and distribution in the bovine udder during the interval between milkings // J. of Dairy Research. 1994. Vol. 61. P. 167-177.
20. *Mayer H., Schams D., Worstorf H., Prokopp A.* Secretion of oxytocin and milk removal as affected by milking cows with and without manual stimulation // J. of Endocrinology. 1984. Vol. 103. P. 355-361.
21. *Pearl S.L., Downey H.F., Lepper T.L.* Intramammary pressure and mammary blood flow in lactating goats // J. of Dairy Science. 1973. Vol. 56. № 10. P. 1319-1323.
22. *Pfeilsticker H. U., Bruchnaier R.C., Blum J. W.* Cisternal milk in the dairy cow during lactation and after preceding teat stimulation // J. of Dairy Research. 1996. Vol. 63. P. 509-515.
23. *Thompson P.D., Pike T.L.* Effect of milking stimuli on teat cisternal pressure and udder blood flow in a lactating cow // J. of Dairy Science. 1973. Vol. 56. № 5. P. 657.

BLOOD SUPPLY TO THE UDDER OF SLOW MILKING COWS DURING THE REMOVAL OF CISTERNAL AND ALVEOLAR MILK FRACTIONS

V.P. MESCHERYAKOV

(RSAU-MAA named after K A. Timiryazev)

The parameters of removal of cisternal and alveolar milk fractions and indicators of blood supply to the udder in the process of its removal from slow milking cows, the black-and-white breed being studied. It was discovered that at the beginning of milk ejection the sharp increase in blood supply to the udder occurred. The mechanism of changes in blood supply to the udder during milk ejection has been considered. Two-phase change of blood supply to the udder during milking is considered as a conjugated reaction of vascular system to the processes of compression and subsequent distention of the alveolar complex. Some indicators of blood supply to the udder have been proposed they help to estimate changes in functional status of alveoli during milk ejection. It becomes possible to determine the duration of the phase when alveolar milk is transported into cisternal compartment according to the length of the period of increased milk ejection.

Key words: cow, blood supply to the udder, milk removal, milk fractions, milk ejection, compression and distention of alveoli.

Мещеряков Виктор Петрович — к.б.н. ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева»; e-mail: kfmsxa@kaluga.ru