

Научная статья /  
Original research article

doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-76-83  
УДК: 636.2; 577.171

Жукова А. С.<sup>1</sup>, Чинаров Р. Ю.<sup>1</sup>, Митяшова О. С.<sup>1</sup>

## Связь режимов проведения OPU (Ovum Pick-Up) и концентрации гормонов, ассоциированных со стрессом, у телок-доноров голштинской породы

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста

### Рекомендации для цитирования:

Жукова А. С. Связь режимов проведения OPU (Ovum Pick-Up) и концентрации гормонов, ассоциированных со стрессом, у телок-доноров голштинской породы / А. С. Жукова, Р. Ю. Чинаров, О. С. Митяшова // Генетика и разведение животных. — 2025. — № 4. — С. 76–83. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-76-83>

**For citation:** Zhukova A. Association between Ovum Pick-Up (OPU) frequency and stress-related hormone concentrations in Holstein heifer oocyte donors / A. Zhukova, R. Chinarov, O. Mityashova // Genetics and animal breeding. — 2025. — № 4. — P. 76–83. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2025-4-76-83>

Поступила в редакцию: 11.11.2025.

Received: 11.11.2025.

© Zhukova A. Chinarov R., Mityashova O., 2025

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** the authors declare that they have no conflict of interest.

при однократном и двукратном режимах. При проведении пункции фолликулов дважды в неделю концентрация исследуемых гормонов во втором периоде (OPU11-20) оказалась значимо выше по сравнению с первым (OPU1-10) ( $p < 0,05$ ), в то время как при выборе режима 1w таких различий обнаружено не было ( $p > 0,05$ ).

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот; голштинская порода; трансвагинальная аспирация.

**Введение.** Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ), к числу которых относят множественную овуляцию и перенос эмбрионов, забор яйцеклеток (ovum pick-up, OPU) и получение эмбрионов in vitro являются неотъемлемой частью современного высокопродуктивного животноводства, реализованного на высоком техно-

### Аннотация.

**Цель:** определить, влияет ли проведение трансвагинальной аспирации овариальных фолликулов (OPU) на концентрацию гормонов, ассоциированных со стрессом, в сыворотке крови телок-доноров ооцитов голштинской породы и установить, приводит ли интенсивность и продолжительность использования животных к изменению данного показателя.

**Материалы и методы.** Исследование проведено на базе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста на телках голштинской породы ( $n=10$ ) с синхронизированным половым циклом. Через 4 дня после наступления охоты проводили УЗИ-ассоциированные трансвагинальные пункции фолликулов. Пяти животным (режим 1w) аспирацию фолликулов проводили 1 раз в неделю с интервалом в 7 дней, другим пяти животным (режим 2w) — 2 раза в неделю с интервалом в 3–4 дня. Суммарное количество пункций составило 10 для режима 1w и 20 для режима 2w с делением в обоих случаях на два периода равной продолжительности. На следующий день после прихода в охоту и в дни проведения OPU у животных брали кровь, в сыворотке которой определяли концентрацию кортизола, адреналина и норадреналина методом ИФА.

**Результаты.** После проведения первого сеанса OPU у доноров возрастает сывороточная концентрация гормонов, ассоциированных со стрессом. Содержание кортизола повышается с 15,8 [4,8; 36,2] до OPU до 26,8 [15,5; 49,0] нг/мл после первой пункции ( $p=0,0195$ ), адреналина — с 60,3 [44,8; 108,1] до 105,0 [69,2; 132,6] пг/мл ( $p=0,0488$ ), норадреналина — с 51,0 [43,7; 53,9] до 70,7 [54,8; 82,5] пг/мл ( $p=0,0137$ ), соответственно. При сравнении концентрации гормонов в идентичных периодах при режимах 1w и 2w значимых различий не выявлено ( $p > 0,05$ ). Содержание кортизола в исследуемые временные точки было соизмеримо ( $p > 0,05$ ). Уровень адреналина и норадреналина в крови животных при использовании их в качестве доноров ооцитов оказался более высоким по сравнению с точкой вне OPU как в первом, так и во втором периодах

логическом уровне. Целью применения данных процедур является повышение воспроизводительной способности, сокращение генерационного интервала, получение потомства от генетически ценных родителей [1, 2].

Прижизненная аспирация фолликулов — технология, позволяющая многократно получать

ооциты у одного и того же животного — донора в течение продолжительного времени, что ведет к повышению числа эмбрионов с охарактеризованной генетикой и, как следствие, увеличению эффективности ВРТ в животноводстве. Однако болезненные ощущения у животных, обусловленные многократной травматизацией стенки влагалища и яичников, а также выполнением эпидуральной анестезии, могут быть причиной индукции стрессовых реакций у доноров ооцитов [3]. Стресс определяется как нарушение гомеостаза вследствие воздействия физических или психологических стимулов — стрессоров. Следствием воздействия неблагоприятных факторов являются поведенческие реакции, активация всех систем организма, метаболические изменения [4, 5]. Описаны два типа реакции организма на стрессорное воздействие: быстрая и медленная. В первом случае происходит активация симпатической нервной системы с последующей секрецией катехоламинов: адреналина и норадреналина. Активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси является медленной реакцией на стресс и ведет к выделению кортикостероидов, усиливающих эффекты катехоламинов [5].

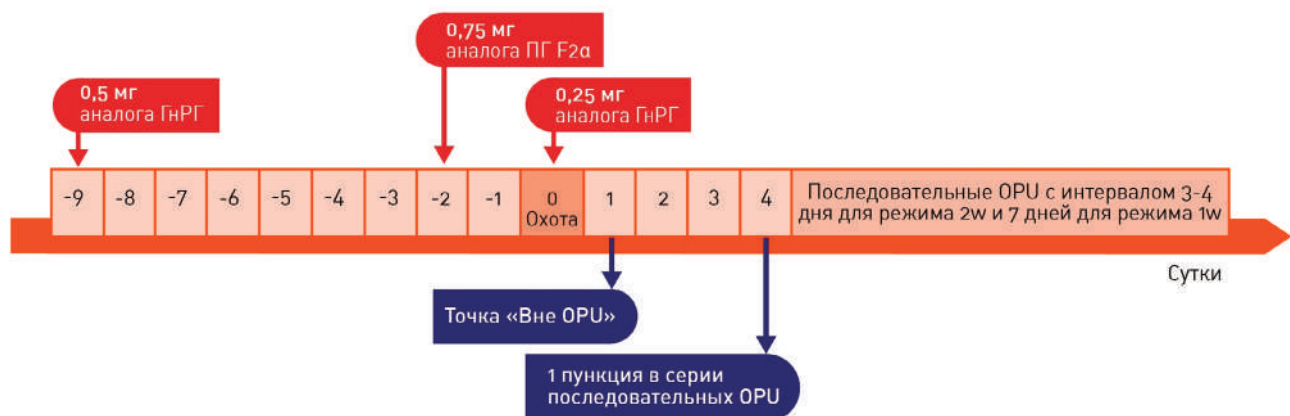
В настоящее время уделяется пристальное внимание благополучию высокопродуктивных животных, в том числе проводятся исследования, направленные на снижение возможного стрессорного воздействия на них факторов окружающей среды [6], поскольку последствиями стресса являются не только снижение продуктивности, но и подавление репродуктивного потенциала [7, 8].

В зависимости от продолжительности воздействия стрессоров и ответа на стимул выделяют острый и хронический стресс, эффект которых на организм может существенно различаться [9, 10]. Так, показано, что краткосрочный стресс способен вызывать повышение подвижности и

концентрации спермиев в эякуляте быков [11], а стресс-ассоциированные гормоны являются частью гормонального каскада при отеле у крупного рогатого скота [12]. В то же время хронический стресс подавляет секрецию гонадотропин-рилизинг-гормона гипоталамусом, что снижает выработку лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов гипофизом, в результате чего происходит нарушение функции яичников [5]. Наряду с подавлением фолликулогенеза снижается качество получаемых ооцитов: повышается уровень апоптоза в клетках кумулюса, накапливаются активные формы кислорода и нарушается процесс мейоза в ооцитах [13, 14]. Изменение качества ооцитов ведет к снижению оплодотворяемости и количества эмбрионов, достигающих стадии бластоцисты, и уменьшению внутренней клеточной массы в них [15].

**Цель:** определить, влияет ли проведение трансвагинальной аспирации овариальных фолликулов на концентрацию гормонов, ассоциированных со стрессом, в сыворотке крови телок-доноров ооцитов голштинской породы и установить, приводит ли интенсивность и продолжительность использования животных к изменению данного показателя.

**Материалы и методы.** Исследование проведено на базе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста на телках голштинской породы ( $n=10$ ) в период с сентября по ноябрь 2024 года. Исследование на животных выполнено в соответствии с существующими нормами обращения с животными, используемыми в экспериментальных целях (IETS №123, 1986). Протокол был одобрен Комиссией ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста по биоэтике (протокол №1 от 15.01.2024 г.). Средний возраст животных на начало эксперимента составил 20 месяцев (от 19 до 21 месяца), показатель упитанности составил 3 балла. Жи-



**Рис. 1.** Схема синхронизации полового цикла животных и выполнения пункций в ходе проведения эксперимента. ГнРГ — гонадотропин-рилизинг гормон; ПГ F2α — простагландин F2α; OPU — аспирация фолликулов.

**Fig. 1.** Scheme of synchronization of the animals' sexual cycle and punctures performed during the experiment. GnRH — gonadotropin-releasing hormone; PG F2α — prostaglandin F2α; OPU — follicle aspiration.

вотные содержались беспривязно с ежедневным выпасом на пастбище, рацион кормления соответствовал зоотехническим нормам. Схема эксперимента представлена на рис. 1.

Телок-доноров ооцитов приводили в состояние охоты путем последовательных внутримышечных инъекций синтетических гормональных препаратов: Фертагил (Intervet, Нидерланды) и Эстрофан (Bioveta, Чехия) [16]. Через 4 дня после достижения животными состояния охоты (0 день цикла) проводили УЗИ-ассоциированные трансвагинальные пункции фолликулов с целью получения ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК). Части животных (режим 1w, n=5) пункции проводили 1 раз в неделю с интервалом в 7 дней, другой части животных (режим 2w, n=5) — 2 раза в неделю с интервалом в 3—4 дня. Суммарное количество пункций составило 10 для режима 1w и 20 для режима 2w с делением на два периода равной продолжительности: первый период включал ОРУ1—5 и ОРУ1—10 для режимов 1w и 2w, соответственно, второй период — ОРУ6—10 и ОРУ11—20, соответственно. Проведение пункции фолликулов проводили с использованием системы для ОРУ у крупного рогатого скота (Minitube, Германия).

Кровь для исследования получали из хвостовой вены сразу после ректального обследования, выполняемого с целью установления фазы полового цикла животных (точка вне ОРУ), либо после выполнения пункции фолликулов. Кровь собирали в вакуумные пробирки Vacuette (GreinerBio-One, Австрия) с активатором свертывания. Сыворотку получали путем центрифугирования образцов крови в течение 5 минут при 6000 об/мин, аликвоты хранили при температуре -80°C.

Исследование концентрации гормонов, ассоциированных со стрессом, проводили методом иммуноферментного анализа с использованием коммерческих наборов (Fine Test (КНР) для оценки концентрации кортизола, Cloud-Clone Corp. (КНР) — для определения уровня адренолина и норадренолина) согласно инструкции производителя. Минимальные определяемые

концентрации гормонов составили 0,234 нг/мл для кортизола, 2,54 пг/мл для адренолина и 4,31 пг/мл для норадренолина.

Статистическую обработку проводили с применением программ SPSS Statistics 21 (США) и Медкалк (Бельгия). Нормальность распределения определена с использованием критерия Шапиро-Уилка. Оценку статистической значимости различий проводили с использованием критериев Манна-Уитни и Вилкоксона для несвязанных и связанных выборок соответственно. Данные представлены как медиана [интерквартильный размах] (Me [Q25; Q75]). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Нами была проанализирована концентрация гормонов, ассоциированных со стрессом, в сыворотке крови за несколько дней до начала серии пункций (точка вне ОРУ) и после проведения первой процедуры. Результаты представлены в таблице 1.

Установлено, что в сыворотке крови животных после проведения первого сеанса ОРУ существенно возрастает концентрация гормонов, связанных со стрессом ( $p < 0,05$ ). Наиболее часто используемым способом диагностики состояния стресса является определение концентрации кортизола в плазме или сыворотке крови, несмотря на большое разнообразие биологических маркеров данного состояния как инвазивных, так и неинвазивных [17]. Нарастание концентрации исследуемых гормонов (адренолина, норадренолина и кортизола) подтверждает активацию как быстрого, опосредованного включением симпат-адреновой нервной системы, так и медленного, обусловленного активацией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, ответа на воздействие стрессоров. Установленное нами повышение уровня адренолина и норадренолина в крови телок-доноров ооцитов при выполнении пункций во многом объясняет нарастание частоты сердечно-сосудистых сокращений при проведении ОРУ у животных, поскольку известно, что реакции со стороны сердечно-сосудистой системы являются одним из наиболее характерных последствий повышения концентрации катехоламинов в крови [18].

**Таблица 1. Концентрация гормонов, ассоциированных со стрессом, в сыворотке крови телок-доноров ооцитов голштинской породы вне ОРУ и после проведения первой пункции фолликулов. Me [Q25; Q75].**

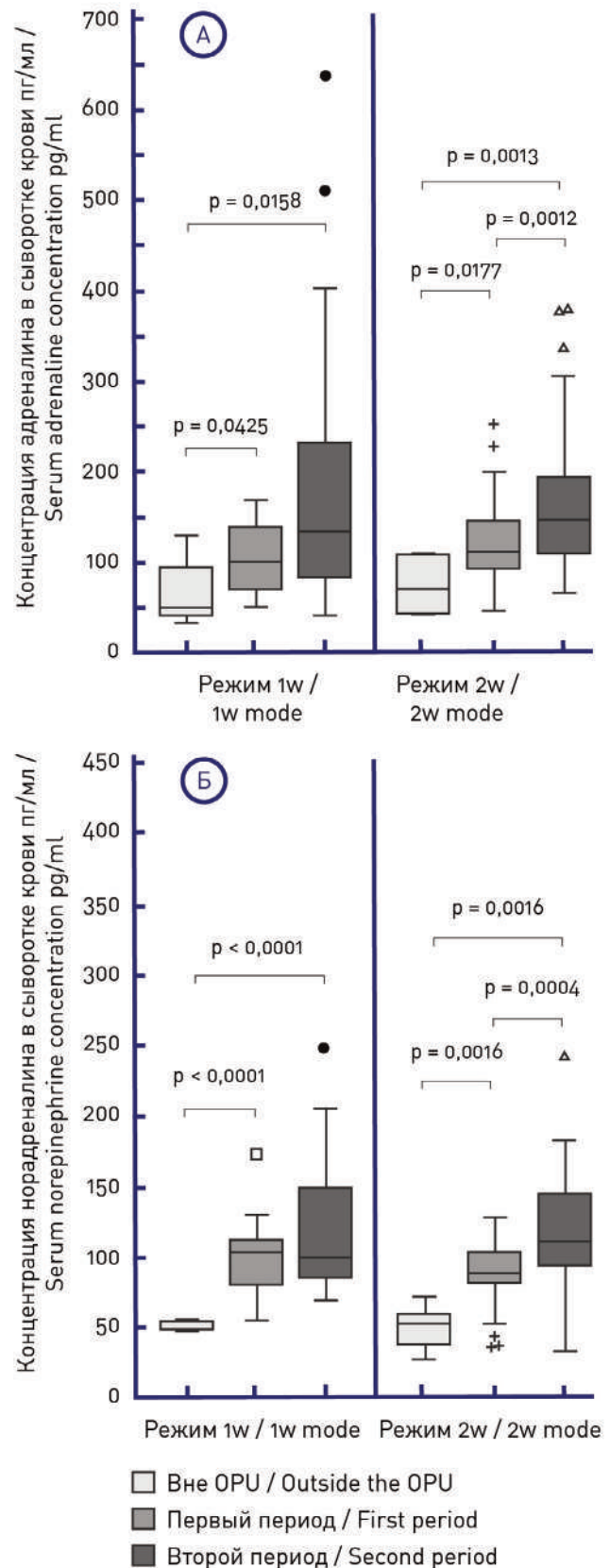
**Table 1. Concentrations of stress-associated hormones in the serum of Holstein oocyte donor heifers outside the OPU and after the first follicle puncture. Me [Q25; Q75].**

| Период                | Кортизол, нг/мл  | Адренолин, пг/мл   | Норадренолин, пг/мл |
|-----------------------|------------------|--------------------|---------------------|
| Вне ОРУ, n=10         | 15,8 [4,8 36,2]  | 60,3 [44,8 108,1]  | 51,0 [43,7 53,9]    |
| После I пункции, n=10 | 26,8 [15,5 49,0] | 105,0 [69,2 132,6] | 70,7 [54,8 82,5]    |
| p                     | <b>0,0195</b>    | <b>0,0488</b>      | <b>0,0137</b>       |

Для оценки влияния продолжительности использования телок-доноров ооцитов на концентрацию гормонов стресса мы выделили 2 периода использования животных, каждый из которых составил 5 недель. Поскольку режим выполнения ОРУ (1w или 2w) был неодинаковым у животных, суммарное количество пункций в каждом периоде для телок из группы 1w составило 5 пункций, а для доноров из группы 2w — 10 пункций. Результаты представлены на рисунке 2.

При сравнении концентрации гормонов в крови доноров ооцитов в идентичных периодах при режимах 1w и 2w значимых различий выявлено не было ( $p > 0,05$ ). При анализе концентрации гормонов стресса в динамике для каждого режима установлено, что содержание кортизола значимо не различалось в исследуемые временные точки ( $p > 0,05$ ), что согласуется с полученными ранее данными [18, 19]. Однако уровень адреналина и норадреналина в крови животных при использовании их в качестве доноров ооцитов оказался более высоким по сравнению с точкой вне ОРУ как в первом, так и во втором периодах при однократном и двукратном режимах. В отличие от кортизола данные катехоламины секретируются в ответ на воздействие факторов, вызывающих острый стресс, и индуцируют реакции всех систем организма, к числу которых относят повышение артериального давления, увеличение частоты сердечных сокращений, сердечного выброса и притока крови к мышцам и мозгу, расширение бронхиол, глюконеогенез, снижение моторики кишечника [5]. Выявленное нами стойкое повышение уровня данных гормонов в крови телок-доноров на фоне неизменной концентрации кортизола может быть следствием того, что в течение исследуемого периода (2 месяца) проведение процедуры ОРУ индуцирует у животных реакции острого стресса при отсутствии признаков хронического. В то же время Petyim и соавторами показано, что статистически значимое повышение концентрации кортизола в крови доноров происходит в конце 4-месячного периода выполнения данной процедуры [18].

Обращает на себя внимание, что при проведении пункций фолликулов дважды в неделю концентрация исследуемых гормонов во втором периоде (11—20 пункций) оказалась значимо выше по сравнению с первым (1—10 пункций) ( $p < 0,05$ ), в то время как при выборе режима 1w таких различий обнаружено не было ( $p > 0,05$ ). Данные результаты позволяют предположить, что более длительный период восстановления между пункциями при режиме 1w является более благоприятным с точки зрения адаптации животных к воздействию стрессоров. Результаты, по-



**Рис. 2.** Концентрация адреналина (А) и норадреналина (Б) в сыворотке крови телок-доноров голштинской породы в первом и втором периодах при различных режимах проведения ОРУ.

**Fig. 2.** Concentration of adrenaline (A) and noradrenaline (B) in the blood serum of Holstein donor heifers in the first and second periods under different OPU regimens.

лученные при выполнении настоящего исследования, согласуются с ранее выявленным нами снижением количества аспирированных фолликулов на овуляторном яичнике, а также числа пригодных для культивирования ооцит-кумулусных комплексов во втором периоде по сравнению с первым при использовании животных 2 раза в неделю [16]. Известно, что одним из последствий воздействия стрессоров является истощение интраовариального резерва фолликулов [20] и снижение их потенциала к созреванию [14].

**Заключение.** Таким образом, увеличение продолжительности интенсивного (2 раза в неделю) использования телок голштинской породы с це-

лью получения ооцитов ведет к нарастанию в их крови концентрации гормонов, ассоциированных со стрессом. На основании полученных данных можно сделать предположение о целесообразности сокращения периода использования животных, а также о необходимости проведения мероприятий, направленных на снижение уровня стресса у доноров с целью предотвращения негативного влияния данного состояния на их репродуктивный потенциал. Результаты настоящего исследования носят характер предварительных, поскольку для оценки эффективности технологии необходимо принимать во внимание репродуктивные исходы в контексте полученных данных.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание № FGGN-2024-0014).*

### Литература

1. Зиновьева Н. А. Вспомогательные репродуктивные технологии: история становления и роль в развитии генетических технологий в скотоводстве (обзор) / Н. А. Зиновьева, С. В. Полябин, Р. Ю. Чинаров // Сельскохозяйственная биология. — 2020. — Т. 55. — № 2. — С. 225–242. doi: 10.15389/agrobiology.2020.2.225rus.
2. Бабенков В. Ю. Роль репродуктивных биотехнологий в воспроизводстве и сохранении генофонда редких и исчезающих пород крупного рогатого скота / В. Ю. Бабенков, Н. В. Чимидова, А. И. Хахлинов, А. В. Убушиева, В. И. Манжиев // Животноводство и кормопроизводство. — 2023. — № 106 (1). — С. 67–76.
3. Bomzon A. Pain and Stress in Cattle: A Personal Perspective / Israel Journal of Veterinary Medicine. — 2011. — Vol. 66. — № 2. — P. 12–20.
4. Jurkovich V. A Review of the Effects of Stress on Dairy Cattle Behaviour / V. Jurkovich, P. Hejel, L. Kovács // Animals (Basel). — 2024. — Vol. 14. — № 14. — P. 2038. Doi: 10.3390/ani14142038.
5. Chu B. Physiology, Stress Reaction / B. Chu, K. Marwaha, T. Sanvictores, A. O. Awosika, D. Ayers // In: StatPearls [Internet]. — Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. — 2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541120/>
6. King M. T. M. Minimizing stress to enhance cow health and productivity / M. T. M. King, T. J. De Vries. WCDs Advances in Dairy Technology. — 2023. — Vol. 34. — P. 161–168.
7. Fernandez-Novo A. The Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies in Beef Cattle-A Review / A. Fernandez-Novo, S. S. Pérez-Garnelo et al. // Animals (Basel). — 2020. — Vol. 10. — № 11. — 2096. doi: 10.3390/ani10112096.
8. Pérez-Garnelo S. S. Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies in Male and Female, Beef and Dairy Cattle / S. S. Pérez-Garnelo, M. J. Utrilla et al. // Assisted Reproductive Technologies in Animals Volume 1. — J. C. Gardyn, K. Satué Ambrojo (eds). — Cham: Springer. — 2024. — P. 127–193. doi: 10.1007/978-3-031-73079-5\_6.
9. MohanKumar S. M. J. Neuroendocrine Regulation of Adaptive Mechanisms in Livestock / S. M. J. MohanKumar, P. Balasubramanian, M. Dharmaraj, P. S. MohanKumar // Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production. — V. Sejian, S. Naqvi, T. Ezeji, J. Lakritz, R. Lal (eds.). — Berlin: Springer— 2012. — P. 263–298. doi: 10.1007/978-3-642-29205-7\_11.
10. Brown E. J. The involvement of the hypothalamopituitary-adrenocortical axis in stress physiology and its significance in the assessment of animal welfare in cattle / E. J. Brown, A. Vosloo // Onderstepoort Journal of Veterinary Research. — 2017. — Vol. 84. — № 1. — P. a1398.
11. Nickolov V. Influence of stress with different power and time of action on reproduction performance in bulls / V. Nickolov, E. Ivanova // Bulgarian Journal of Agricultural Science. — 1995. — № 1. — P. 329–335.
12. Möstl E. Stimulation of androgen and oestrogen concentrations in plasma of cows after administration of a synthetic glucocorticoid (flumethasone) at the end of gestation / E. Möstl, H.S. Choi, E. Bamberg // The Journal of Endocrinology. — 1985. — Vol. 105. — № 1. — P. 121–126. doi: 10.1677/joe.0.1050121.
13. Dehdehi L. Chronic Stress Diminishes the Oocyte Quality and In Vitro Embryonic Development in Maternally Separated Mice / L. Dehdehi, M. G. Novin, Y. Sadeghi // International Journal of Women's Health and Reproduction Sciences. — 2019. — Vol. 8. — № 1). — P. 29–36. doi: 10.15296/ijwhr.2020.04.

14. Лебедева Д. А. Влияние гонадотропной стимуляции яичников в условиях хронического психосоциального стресса на качество ооцитов мышей / Д. А. Лебедева, Т. Н. Игонина, Е. Ю. Брусенцев, Н. А. Шавшаева, С. Я. Амстиславский // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. — 2024. — № 110 (6). — С. 930–944.
15. Burkuš J. Stress exposure during the preimplantation period affects blastocyst lineages and offspring development / J. Burkuš, M. Kačmarová, J. Kubandová, N. Kokošová, K. Fabianová, D. Fabian, J. Koppel, Š. Čikoš // The Journal of Reproduction and Development. — 2015. — Vol. 61. — № 4. — P. 325–331. doi: 10.1262/jrd.2015-012.
16. Чинаров Р. Ю. Влияние периода серии ОПУ на паттерн развития овариальных фолликулов и извлечение ооцитов у телок-доноров голштинской породы / Р. Ю. Чинаров, В. А. Луканина, Г. Н. Сингина // Достижения науки и техники АПК. — 2025. — Т. 39. — № 2. — С. 63–68. doi: 10.53859/02352451\_2025\_39\_2\_63.
17. King S. L. Stress hormones: how do they measure up? / S. L. King, K. M. Hegadoren // Biological Research for Nursing. — 2002. — Vol. 4. — № 2. — P. 92–103. doi: 10.1177/1099800402238334.
18. Petyim S. Ovum pick-up in dairy heifers: Does it affect animal well-being? / S. Petyim, R. Bege, A. Madej, B. Larsson // Reproduction in Domestic Animals, 2007. — № 42. — P. 623–632. doi: 10.1111/j.1439-0531.2006.00833.x.
19. Chastant-Maillard S., Consequences of transvaginal follicular puncture on well-being in cows / S. Chastant-Maillard, H. Quinton, J. Lauffenburger, N. Cordonnier-Lefort, C. Richard, J. Marchal, P. Mormede, J.P. Renard // Reproduction. — 2003. — № 125. — P. 555–563. doi: 10.1530/rep.0.1250555.
20. Gao L. Diminished ovarian reserve induced by chronic unpredictable stress in C57BL/6 mice / L. Gao, F. Zhao, Y. Zhang, W. Wang, Q. Cao // Gynecological Endocrinology. — 2020. — Vol. 36. — № 1. — P. 49–54. doi: 10.1080/09513590.2019.1631274.

Zhukova A.<sup>1</sup>, Chinarov R.<sup>1</sup>, Mityashova O.<sup>1</sup>

## Association between Ovum Pick-Up (OPU) frequency and stress-related hormone concentrations in Holstein heifer oocyte donors

<sup>1</sup> Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst

### Abstract.

**Purpose:** to determine whether transvaginal ultrasound-guided ovum pick-up (OPU) procedures influence the concentrations of stress-associated hormones in the serum of Holstein heifer oocyte donors, and to assess whether the intensity and duration of donor use affect these hormonal indicators.

**Materials and Methods.** The study was conducted at the L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry (FGBNU FIC VIZh) on Holstein heifers ( $n = 10$ ) with synchronized estrous cycles. Four days after the onset of estrus, transvaginal ultrasound-guided follicular aspiration was performed. Five animals (regimen 1w) underwent OPU once per week at 7-day intervals, while another five animals (regimen 2w) were subjected to OPU twice per week at 3–4-day intervals. The total number of procedures was 10 for regimen 1w and 20 for regimen 2w, each divided into two equal-duration periods. Blood samples were collected the day after estrus onset and on each OPU day. Serum concentrations of cortisol, adrenaline, and noradrenaline were determined using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).

**Results.** Following the first OPU session, serum concentrations of stress-related hormones in donors increased significantly. Cortisol levels rose from 15,8 [4,8; 36,2] ng/mL before OPU to 26,8 [15,5; 49,0] ng/mL after the first aspiration ( $p = 0,0195$ ); adrenaline increased from 60,3 [44,8; 108,1] to 105,0 [69,2; 132,6] pg/mL ( $p = 0,0488$ ); noradrenaline from 51,0 [43,7; 53,9] to 70,7 [54,8; 82,5] pg/mL ( $p = 0,0137$ ), respectively. No significant differences in hormone concentrations were observed between regimens 1w and 2w when compared within identical periods ( $p > 0,05$ ). Cortisol levels remained comparable across the studied time points ( $p > 0,05$ ). In both regimens, adrenaline and noradrenaline concentrations were higher during OPU sessions than outside OPU periods. In the twice-weekly regimen (2w), the concentrations of the analyzed hormones in the second period (OPU11–20) were significantly higher than in the first (OPU1–10) ( $p < 0,05$ ), whereas no such differences were detected under the once-weekly regimen (1w) ( $p > 0,05$ ). These findings are preliminary, as comprehensive evaluation of the technology's efficiency requires consideration of reproductive outcomes in light of the obtained data.

**Key words:** cattle; Holstein breed; Ovum Pick-Up; stress; cortisol; catecholamines.

## References

1. Zinovieva N. A. Assisted reproductive technologies: history of formation and role in the development of genetic technologies in cattle breeding (review) / N. A. Zinovieva, S. V. Pozyabin, R. Yu. Chinarov // *Agricultural biology*. — 2020. — Vol. 55. — №. 2. — P. 225–242. doi: 10.15389/agrobiology.2020.2.225rus.
2. Babenkov V. Yu. The role of reproductive biotechnologies in the reproduction and preservation of the gene pool of rare and endangered cattle breeds / V. Yu. Babenkov et al. // *Animal husbandry and forage production*. — 2023. — № 106 (1). — P. 67–76.
3. Bomzon A. Pain and Stress in Cattle: A Personal Perspective / *Israel Journal of Veterinary Medicine*. — 2011. — Vol. 66. — № 2. — P. 12–20.
4. Jurkovich V. A Review of the Effects of Stress on Dairy Cattle Behaviour / V. Jurkovich, P. Hejel, L. Kovács // *Animals (Basel)*. — 2024. — Vol. 14. — № 14. — P. 2038. Doi: 10.3390/ani14142038.
5. Chu B. Physiology, Stress Reaction / B. Chu et al. // In: *StatPearls [Internet]*. — Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. — 2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541120/>
6. King M. T. M. Minimizing stress to enhance cow health and productivity / M. T. M. King, T. J. De Vries. *WCDS Advances in Dairy Technology*. — 2023. — Vol. 34. — P. 161–168.
7. Fernandez-Novo A. The Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies in Beef Cattle-A Review / A. Fernandez-Novo, S. S. Pérez-Garnelo et al. // *Animals (Basel)*. — 2020. — Vol. 10. — № 11. — 2096. doi: 10.3390/ani10112096.
8. Pérez-Garnelo S. S. Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies in Male and Female, Beef and Dairy Cattle / S. S. Pérez-Garnelo, M. J. Utrilla et al. // *Assisted Reproductive Technologies in Animals Volume 1*. — J. C. Gardyn, K. Satué Ambrojo (eds). — Cham: Springer. — 2024. — P. 127–193. doi: 10.1007/978-3-031-73079-5\_6.
9. MohanKumar S. M. J. Neuroendocrine Regulation of Adaptive Mechanisms in Livestock / S. M. J. MohanKumar, P. Balasubramanian et al. // *Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production*. — V. Sejian, S. Naqvi, T. Ezeji, J. Lakritz, R. Lal (eds.). — Berlin: Springer— 2012. — P. 263–298. doi: 10.1007/978-3-642-29205-7\_11.
10. Brown E. J. The involvement of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis in stress physiology and its significance in the assessment of animal welfare in cattle / E. J. Brown, A. Vosloo // *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. — 2017. — Vol. 84. — № 1. — P. a1398.
11. Nickolov V. Influence of stress with different power and time of action on reproduction performance in bulls / V. Nickolov, E. Ivanova // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. — 1995. — № 1. — P. 329–335.
12. Möstl E. Stimulation of androgen and oestrogen concentrations in plasma of cows after administration of a synthetic glucocorticoid (flumethasone) at the end of gestation / E. Möstl, H.S. Choi, E. Bamberg // *The Journal of Endocrinology*. — 1985. — Vol. 105. — № 1. — P. 121–126. doi: 10.1677/joe.0.1050121.
13. Dehdehi L. Chronic Stress Diminishes the Oocyte Quality and In Vitro Embryonic Development in Maternally Separated Mice / L. Dehdehi, M. G. Novin, Y. Sadeghi // *International Journal of Women's Health and Reproduction Sciences*. — 2019. — Vol. 8. — № 1). — P. 29–36. doi: 10.15296/ijwhr.2020.04.
14. Lebedeva D. A. The effect of gonadotropic ovarian stimulation under conditions of chronic psychosocial stress on the quality of mouse oocytes / D. A. Lebedeva, T. N. Igonina et al. // *I.M. Sechenov Russian Physiological Journal*. — 2024. — № 110 (6). — P. 930–944.
15. Burkuš J. Stress exposure during the preimplantation period affects blastocyst lineages and offspring development / J. Burkuš, M. Kačmarová et al. // *The Journal of Reproduction and Development*. — 2015. — Vol. 61. — № 4). — P. 325–331. doi: 10.1262/jrd.2015-012.
16. Chinarov R. Yu. Influence of the OPU series period on the pattern of ovarian follicle development and oocyte retrieval in Holstein donor heifers / R. Yu. Chinarov, V. A. Lukanina, G. N. Syngina // *Achievements of science and technology in the agro-industrial complex*. — 2025. — Vol. 39. — № 2. — P. 63–68. doi: 10.53859/02352451\_2025\_39\_2\_63.
17. King S. L. Stress hormones: how do they measure up? / S. L. King, K. M. Hegadoren // *Biological Research for Nursing*. — 2002. — Vol. 4. — № 2. — P. 92–103. doi: 10.1177/1099800402238334.
18. Petyim S. Ovum pick-up in dairy heifers: Does it affect animal well-being? / S. Petyim, R. Bege, A. Madej, B. Larsson // *Reproduction in Domestic Animals*, 2007. — № 42. — P. 623–632. doi: 10.1111/j.1439-0531.2006.00833.x.
19. Chastant-Maillard S., Consequences of transvaginal follicular puncture on well-being in cows / S. Chastant-Maillard, H. Quinton et al. // *Reproduction*. — 2003. — № 125. — P. 555–563. doi: 10.1530/rep.0.1250555.
20. Gao L. Diminished ovarian reserve induced by chronic unpredictable stress in C57BL/6 mice / L. Gao, F. Zhao, Y. Zhang, W. Wang, Q. Cao // *Gynecological Endocrinology*. — 2020. — Vol. 36. — № 1. — P. 49–54. doi: 10.1080/09513590.2019.1631274.

*Сведения об авторах:*

**Жукова Анастасия Сергеевна** — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории эмбриональных технологий; ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; 142132, Россия, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, дом 60; e-mail: anastasia.s.belyaeva@gmail.com.

**Чинаров Роман Юрьевич** — кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории эмбриональных технологий; ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; 142132, Россия, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, дом 60; e-mail: roman\_chinarov@mail.ru.

**Митяшова Ольга Сергеевна** — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологических проблем репродукции животных; ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; 142132, Россия, Московская область, Городской округ Подольск, поселок Дубровицы, дом 60; e-mail: mityashova\_o@mail.ru.

*Authors:*

**Zhukova Anastasia Sergeevna** — PhD (Biol. Sci.), senior researcher of the laboratory of embryo technologies; Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Russia; 142132, Russia, Moscow region, Podolsk urban district, Dubrovitsy village, house 60; e-mail: anastasia.s.belyaeva@gmail.com.

**Chinarov Roman Yurievich** — PhD (Vet. Sci.), senior researcher of the laboratory of embryo technologies; Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Russia; 142132, Russia, Moscow region, Podolsk urban district, Dubrovitsy village, house 60; e-mail: roman\_chinarov@mail.ru.

**Mityashova Olga Sergeevna** — PhD (Biol. Sci.), senior researcher of the laboratory of biological problems of animal reproduction; Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Russia; 142132, Russia, Moscow region, Podolsk urban district, Dubrovitsy village, house 60; e-mail: mityashova\_o@mail.ru.