

**Фомина Любовь Леонидовна**

канд. биол. наук, доцент

**Ошуркова Юлия Леонидовна**

канд. биол. наук, доцент

**Баруздина Елена Сергеевна**

канд. ветеринар. наук, доцент

**Кузнецов Артем Аскольдович**

студент

ФГБОУ ВО «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

г. Вологда, Вологодская область

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ВЕТЕРИНАРНОГО КОАГУЛОМЕТРА ДЛЯ КОРРЕКТНОЙ ОЦЕНКИ ГЕМОСТАЗА У РАЗНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ**

***Аннотация:** в статье приведены данные сравнительного анализа показателей свёртывания крови у крупного рогатого скота, птицы и рыб, полученные при стандартной для человека температуре (37°C) и при значениях, соответствующих нормальной температуре тела каждого вида. Показано, что игнорирование термобиологических особенностей ведёт к диагностическим ошибкам. В качестве решения предложен и запатентован оригинальный ветеринарный коагулометр, позволяющий регулировать температурный режим инкубации плазмы.*

***Ключевые слова:** гемостаз, коагулограмма, продуктивные животные, рыбы, птица, температурная зависимость.*

***Введение.** В последние годы накоплен обширный материал, свидетельствующий о значимой роли нарушений гемостаза в патогенезе многих заболеваний сельскохозяйственных животных. Так, у телят при диарее нередко диагностируется ДВС-синдром, который при сепсисе становится ведущей причиной гибели*

[2; 3]. Кроме того, активно изучается влияние гипер- и гипотермических состояний на коагуляционный потенциал [4]. В хозяйствах Вологодской области участились случаи спонтанных носовых кровотечений у коров, что может указывать на скрытые дефекты свёртывающей системы. Однако в рутинной ветеринарной практике такие исследования практически не проводятся, а если и выполняются, то с использованием методик и оборудования, ориентированных на человека. Это заведомо некорректно, поскольку стандартные 37°C, принятые для инкубации плазмы, не совпадают с физиологическими температурами тела большинства животных (у птиц – до 43°C, у КРС – около 40°C, у рыб – 18–28°C), что неизбежно искажает результаты.

*Цель и задачи.* Целью работы было экспериментальное сравнение параметров коагулограммы, определённых при 37°C и при видовых температурах, а также обоснование конструктивных особенностей специализированного ветеринарного коагулометра. В задачи входило:

- измерение АЧТВ, протромбинового и тромбинового времени, уровня фибриногена и антитромбина III в двух температурных режимах;
- доказательство необходимости применения прибора с регулируемым нагревом для адекватной оценки гемостаза.

*Материалы и методы.* Исследования проведены в 2023–2024 гг. на базе Вологодской ГМХА. Объектами служили клинически здоровые особи: радужная форель ( $n = 15$ ), африканский клариевый сом ( $n = 10$ ), карп ( $n = 15$ ), коровы айрширской породы ( $n = 15$ ) и куры-несушки Род-Айленд ( $n = 19$ ). Кровь стабилизировали цитратом натрия, забор осуществляли из хвостовой (КРС), подкрыльцовой (птица) и гемального каналов (рыбы). Бедную тромбоцитами плазму получали центрифугированием (3000 об/мин, 20 мин).

Коагулологические тесты выполняли параллельно: на медицинском коагулометре «Thrombostat» при 37°C и ручным методом в водяной бане при температурах, близких к физиологическим для каждого вида (куры – 43°C, коровы – 40°C, сом – 24°C, карп – 28°C, форель – 18°C). Использованы стандартные реак-

тивы («Тромбо-тест», «Техпластин-тест», «АПТВ-тест», набор для фибриногена). Статистическая обработка включала проверку нормальности (Шапиро-Уилк, Колмогоров-Смирнов), сравнение выборок (Манна-Уитни и Вилкоксона), корреляционный анализ по Спирмену (R) с расчётом  $R^2$  и ANOVA.

*Результаты.* Установлено, что для большинства видов значения коагуляционных тестов при оптимальной температуре достоверно отличаются от таковых при 37°C (табл. 1).

Таблица 1

Коагулограмма рыб, полученная при использовании медицинского (37°C) коагулометра и термостата медицинского водяного ELMi TW-2

|                 | Радужная форель<br>( <i>Oncorhynchus mykiss</i><br>W., n=15) |             | Африканский клариевый<br>сом ( <i>Clarias gariepinus</i> B.,<br>n=10) |              | Обыкновенный<br>чешуйчатый карп<br>( <i>Cyprinus carpio</i> L., n=15) |                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
|                 | 18°C                                                         | 37°C        | 28°C                                                                  | 37°C         | 24°C                                                                  | 37°C           |
| ТВ, с           | 91,76±43,46                                                  | 15,87±1,44* | >1000                                                                 | >1000        | 26,62±5,18                                                            | 535,13±127,76* |
| ПВ, с           | >250                                                         | >250        | >1000                                                                 | >1000        | 11,47±0,80                                                            | 212,74±24,42*  |
| АЧТВ, с         | 34,64±1,66                                                   | 15,21±0,43* | 189,46±65,97                                                          | 153,88±52,49 | 25,73±2,74                                                            | 14,22±1,20*    |
| Фибриноген, г/л | 2,14±0,30                                                    | 1,42±0,85   | >300 с                                                                | 7,03±0,85    | 2,58±0,60                                                             | 1,96±0,25*     |

\* различия с аналогичным показателем при температуре 37°C достоверны ( $p \leq 0,05$ ).

Исключение составили куры: значимых расхождений не зафиксировано (кроме ПВ), что допускает использование медицинских приборов для птицы, но не для других животных (табл. 2).

Таблица 2

Коагулограмма коров и кур, полученная с учетом термобиологического статуса

| Наименование показателя | Коровы<br>(n=14) |             | Куры<br>(n=19) |               |
|-------------------------|------------------|-------------|----------------|---------------|
|                         | 37°C             | 40°C        | 37°C           | 43°C          |
| ТВ (с)                  | 26,54±1,74       | 45,17±4,63* | 46,39±1,74     | 45,52±1,64    |
| ПВ (с)                  | 55,13±13,68      | 34,57±1,68* | 83,13±15,36    | 154,64±41,71* |
| АЧТВ (с)                | 62,83±2,34       | 64,31±6,85  | 64,56±7,67     | 78,82±12,41   |
| Фибриноген (сек)        | 12,46±1,20       | 23,90±5,67* | 93,88±9,75     | 109,15±11,27  |

\* различия с аналогичным показателем при температуре 37°C достоверны ( $p \leq 0,05$ ).

У коров при 40°C выявлена гиперкоагуляция: тромбиновое время сократилось на 61%, протромбиновое – на 29%, тогда как АЧТВ парадоксально удлинилось на 38%, а антитромбин III снизился на 51%. При понижении до 37°C развивалась гипокоагуляция – все показатели возрастали, фибриноген падал на 82%, антитромбин III рос. Корреляция ПВ и активности антитромбина с температурой оказалась высокой ( $R = -0,79$  и  $-0,8$  соответственно;  $p \leq 0,01$ ), вклад температуры в вариабельность составил около 60%.

У кур при 46°C также отмечено ускорение свёртывания (укорочение ТВ и ПВ). Однако при низкой температуре (18°C) у них, в отличие от млекопитающих, также наблюдалась гиперкоагуляция: ПВ сократилось на 81%, возрос уровень фибриногена. Температура детерминировала 71% изменений ТВ и 39% – фибриногена.

Реакции рыб были видоспецифичны. У карпа преобладала гипокоагуляция с угнетением тканевого пути, причём температура определяла 50% вариаций ПВ ( $R = 0,8$ ;  $p \leq 0,01$ ). У сома, напротив, выявлены гиперкоагуляционные сдвиги: рост фибриногена ( $R = -0,7$ ;  $p \leq 0,01$ ) и снижение антитромбина III ( $R = -0,8$ ;  $p \leq 0,01$ ). Видимо, факторы свёртывания сома наиболее термолабильны. У форели достоверных изменений не обнаружено, что, вероятно, связано с адаптацией к холодноводной среде.

На основе полученных данных разработана и запатентована полезная модель «Коагулометр модифицированный ветеринарный с регулируемой температурой инкубации плазмы» [5]. Модификация заключается во введении в термостабилизатор переменного сопротивления (1 кОм) с ручкой регулировки, что позволяет устанавливать температуру в кювете от 37 до 44°C (рис. 1).



Рис. 1. Модифицированный ветеринарный коагулометр

Технический результат – учёт реального термобиологического статуса животного. При сравнении измерений на стандартном и модифицированном приборе получены достоверные различия, особенно выраженные у молодняка.

*Заключение и рекомендации.*

1. Применение медицинских коагулометров (37°C) для диагностики гемостаза у коров, рыб и большинства продуктивных животных ведёт к систематической ошибке, не отражающей истинной скорости реакций.

2. Разработанный ветеринарный коагулометр с регулируемой температурой позволяет проводить исследования корректно, что требует пересмотра референсных интервалов для каждого вида.

3. Выявленные закономерности указывают на риск гиперкоагуляции при тепловом стрессе и гипокоагуляции при охлаждении, что должно учитываться при терапии и профилактике.

4. В экспериментальной биологии и медицине при работе с животными-моделями (свиньи, овцы, мыши) также необходимо ориентироваться на их видовую температуру, а не на универсальные 37°C.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда №23-26-00115, <https://rscf.ru/project/23-26-00115/>*

***Список литературы***

1. The evaluation of hemostatic dysfunction and disseminated intravascular coagulation in dairy cows with abomasal displacement / M. Maden, R. Yildiz, R. Çöl, [et al.] // Polish Journal of Veterinary Sciences. – 2018. – Vol. 21. – No. 4. – P. 769–778.
2. Investigation of the coagulation profile in calves with neonatal diarrhea / G. Gökçe, H. I. Gökçe, H. M. Erdogan, V. Gunes // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. – 2006. – No. 30 (2). – P. 223–227.
3. The evaluation of coagulation profiles in calves with suspected septic shock / K. Irmak, I. Sen, R. Col [et al.] // Veterinary Research Communications. – 2006. – No. 30. – С. 497–503. DOI 10.1007/s11259-006-3258-8. EDN YWQVXM
4. Зависимость коагуляционной активности крови коров *in vitro* от температуры / Л.Л. Фомина, Д.И. Березина, Т.С. Кулакова, К.Э. Моданова. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, №1. – С. 90–97.
5. Патент на полезную модель №229630 U1 Российская Федерация, МПК G01N 11/10, G01N 33/49. Коагулометр модифицированный ветеринарный с регулируемой температурой инкубации плазмы: №2024112375: заявл. 07.05.2024: опубл. 16.10.2024 / Л.Л. Фомина, Т.С. Кулакова, Д.И. Березина [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина». – EDN ZXWYNI.