

УДК 636.2:612.1

**АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЗОТИСТОГО ОБМЕНА
В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА****Белко А.А., Ревякин И.М., Севрюк И.З.**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье приведен корреляционный анализ, касающийся сывороточных белков (общий белок, альбумины, глобулины), мочевины и креатинина. Для этого были использованы биохимические показатели крови, полученные от 10 групп коров (малые выборки), из которых была сформирована 1 большая выборка в 100 животных. Путем использования коэффициента корреляции Спирмена был проведен анализ показателей общего белка, альбуминов, глобулинов, мочевины и креатинина в большой выборке. Результаты сопоставлены с малыми выборками. По итогам проделанной работы оказалось, что концентрация общего белка в большей степени связана с концентрацией глобулинов. Альбумины с глобулинами связаны обратной зависимостью. Концентрации мочевины и креатинина в большой выборке практически не связаны с показателями белка. В малых выборках возникают статистически значимые разнонаправленные связи между мочевиной и белковыми показателями. Такая же тенденция сохраняется и в отношении креатинина, но коэффициенты корреляции гораздо ниже. **Ключевые слова:** коэффициент корреляции, общий белок, альбумины, глобулины, мочевина, креатинин, корова.

CORRELATION ANALYSIS OF NITROGENOUS METABOLISM IN BOVINE SERUM**Belko A.A., Revyakin I.M., Sevryuk I.Z.**

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

The article provides a correlation analysis concerning serum proteins (total protein, albumins, globulins), urea and creatinine. To do this, biochemical blood parameters obtained from 10 groups of cows (small samples) were used, from which 1 large sample was formed in 100 animals. By using Spearman's correlation coefficient, analyses of total protein, albumin, globulin, urea and creatinine scores were performed in a large sample. The results are compared with small samples. As a result of the work done, it turned out that the concentration of total protein is more related to the concentration of globulins. Albumins with globulins are associated with inverse dependence. Concentrations of urea and creatinine in a large sample are practically unrelated to protein performance. In small samples, there are statistically significant multidirectional associations between urea and protein indicators. The same trend persists with respect to creatinine, but the correlation coefficients are much lower. **Keywords:** correlation coefficient, total protein, albumins, globulins, urea, creatinine, cow.

Введение. В настоящее время в ветеринарной медицине широко используются диагностические методы, связанные с показателями биохимического состава крови. Применение же для этих целей автоматических биохимических анализаторов дало возможность не только значительно увеличить скорость проводимых исследований, но и охватить максимально широкий объем выборок животных, что явилось крайне востребованным в различных отраслях животноводства [1, с. 7, 8]. В молочном скотоводстве биохимические показатели сыворотки крови начали использовать не только с целью своевременного выявления патологических процессов в организме, но и в связи с контролем за качеством кормления, обеспечивающего продуктивность животных.

Однако подходы к интерпретации выборочных результатов биохимического анализа крови существенно отличаются от таковых, касающихся отдельных особей. Здесь чаще всего перед специалистами, в случае обнаружения явных отклонений от нормы, не стоит задача вылечить каждое животное. На первый план выходит оценка состояния стада в связи с поставленными задачами, что и осуществляется посредством применения репрезентативных выборок. При этом чаще всего используются среднеарифметические выборочные значения, которые сопоставляются с предполагаемыми нормами для каждого биохимического показателя. Такой подход в большинстве случаев является приемлемым. Вместе с тем при использовании только арифметических средних далеко не всегда удается оценить состояния стада объективно. Среди причин данной ситуации ключевую позицию занимает недостаточная статистическая обработка. С одной стороны, часто не учитывается «нормальность» выборочного распределения, когда в группу со здоровыми животными попадают одно или несколько больных, биохимические показатели которых могут быть многократно повышенными. С другой стороны, при характеристике выборок используется далеко не весь резерв статистических возможностей, позволяющих произвести максимально подробное описание.

В ряде исследований нами были предприняты попытки применения дополнительных статистических значений при характеристике выборочных показателей. В частности, при анализе варьирования сывороточных аминотрансфераз (АСТ, АЛТ) у норок определенную наглядность исследованию придало использование сопоставления медианной средней со средним арифметическим [7]. Позднее, при анализе различий биохимического состава крови между несколькими группами крупно-

го рогатого скота, мы применили дискриминантный анализ, что позволило установить самые значимые показатели и выявить группы, наиболее существенно различающиеся между собой не по отдельным показателям, а по их комплексу [10]. Вместе с тем примененные нами методы статистического анализа выборочных показателей имеют некоторые ограничения. Так, в первом случае, при относительно простых расчетах, исследование фактически не учитывает существующие взаимосвязи между биохимическими показателями крови. Во втором – данные связи учитываются более полно, но владение дискриминантным анализом требует наличия большого количества групп и некоторых специальных навыков в проведении расчетов, что не всегда востребовано и удобно в использовании.

На данном этапе исследований мы обратили внимание на относительно доступный метод анализа выборочных показателей биохимического состава сыворотки крови – корреляционный анализ, который позволяет выявить наличие связи между несколькими показателями, установить ее направленность и степень выраженности. Одним из недостатков данного метода является то, что выявленные связи могут оказаться случайными. Поэтому при его применении важно не только четко соблюдать правила статистической обработки, но и владеть определенной теоретической базой, позволяющей интерпретировать полученные результаты.

Среди большого количества биохимических показателей крови особое место занимают продукты азотистого (белкового) обмена: общий белок, входящие в его состав альбумины и глобулины, а также мочевины и креатинин. Все эти вещества могут являться маркерами разного рода патологических состояний. Белки – это неспецифические показатели, а повышение уровней мочевины и креатинина, чаще всего связывают с поражениями почек. Варьирование же их в пределах нормы, некоторыми исследователями расценивается как отражение динамики энергетического обмена, в том числе и в связи с изменениями показателей белка [2, 5, 6, 9].

В связи с вышеизложенным, основной целью нашего исследования явилась проверка целесообразности использования корреляционного анализа при интерпретации выборочных результатов биохимических показателей азотистого обмена в крови крупного рогатого скота.

Материалы и методы исследований. Исследование проводилось с использованием биохимических показателей сыворотки крови, полученной от 10 групп лактирующих коров, содержащихся в условиях различных хозяйств Республики Беларусь. В каждой группе, отобранной случайным образом, было по 10 животных. Исследование крови, проведенное с использованием биохимического анализатора BS-200 на базе НИИ ПВМиБ УО ВГАВМ, включало в себя 20 показателей, из которых 3 – расчетные. Статистическая обработка производилась при помощи программ Microsoft Excel 2010 и STATISTICA 12.

Поскольку статистическая значимость полученных результатов зависит от объема выборки, для получения максимально достоверной общей корреляционной картины из 10 выборок была сформирована одна выборка ($n=100$), с которой были сопоставлены результаты малых выборок. Так как при проверке нормальности с использованием W -критерия Шапиро-Уилка выяснилось, что большинство распределений отличаются от нормальных, для дальнейших расчетов был выбран коэффициент корреляции Спирмена [3, с. 261].

При проведении корреляционного анализа за основу принимались следующие тесноты связи по шкале Чедока: $r = 0,1-0,3$ – связь слабая; $r = 0,3-0,5$ – связь умеренная; $r = 0,5-0,7$ – связь заметная; $r = 0,7-0,9$ – связь высокая; $r = 0,9-0,99$ – связь весьма высокая.

Результаты исследований. В первую очередь определенный интерес представляют взаимосвязи белков сыворотки крови. В частности, оказалось, что для большой выборки ($n=100$) характерна слабая прямая связь ($r=0,19$) общего белка с альбумином. С глобулином же уровень данной связи является высоким ($r=0,84$) и статистически значимым ($P \leq 0,05$). При этом между глобулином и альбумином отмечена умеренная обратная связь ($r = -0,31$ при $P \leq 0,05$). Такая же тенденция характерна и для малых выборок. Причем в некоторых случаях связь между показателями общего белка и глобулинами приобретает весьма высокий уровень ($r=0,98$ при $P \leq 0,05$), а между общим белком и альбуминами в 90 % случаев изменяется направление связи: от $r = -0,61$ до $r = 0,31$. Однако в этом случае полученные данные статистически значимыми не являются. Связи между альбуминами и глобулинами также в 90 % случаев остаются обратными, но в отдельных выборках могут усиливаться до статистической значимости: от $r = -0,81$ при $P \leq 0,05$ до $r = 0,12$.

Таким образом, проанализировав связи между компонентами сывороточных белков, можно заключить, что в исследованных выборках биохимического состава крови у лактирующих коров на показатели общего белка главным образом влияет фракция глобулинов, количественное присутствие которых выше. При этом обозначенное изменение показателей для малых выборок скорее всего вызвано изменениями концентраций этих компонентов.

Затронув основные показатели сывороточных белков, целесообразно проследить их связь с другими (конечными) показателями азотистого обмена – мочевиной и креатинином.

Учитывая тот факт, что мочевины – это продукт распада белка, теоретически можно было бы ожидать, что ее содержание в крови имело бы положительную связь с белками сыворотки.

В рассматриваемой нами большой выборке концентрация мочевины ($4,03 \pm 0,159$ ммоль/л) находилась в пределах нормы. При этом связь мочевины с общим белком, альбуминами и глобулинами практически отсутствовала: $r = -0,09$; $0,01$ и $-0,06$ соответственно.

В малых выборках цифровые значения коэффициентов корреляции были гораздо выше. В частности, у 90 % групп данный компонент, по принципу обратной связи, был связан с глобулинами. Причем у 20 % групп она являлась заметной ($r = -0,68$ и $r = -0,64$) и статистически значимой ($P \leq 0,05$). По отношению к общему белку также превалировала обратная связь (80 % групп) и аналогично таковой, по отношению к глобулинам, в двух случаях она была заметной и статистически значимой. С альбуминами аналогичная картина выглядела несколько по-другому. В 70 % выборки связь является прямой, а ее уровень колеблется от слабого до высокого. В одной из выборок значение коэффициента корреляции является достоверным: $r = 0,71$ при $P \leq 0,05$.

При анализе выявленных зависимостей в малых выборках мы обратили внимание на тот факт, что в 90 % случаев прямая связь мочевины и альбумина соответствует обратной между мочевиной и глобулином. Правда, только в одном случае оба показателя статистически значимы. Иными словами, в малых выборках имеет место тенденция, когда повышение уровня мочевины сопровождается снижением концентрации глобулинов и возрастанием концентрации альбуминов и среднемолекулярных веществ. С биохимической точки зрения объяснить это сложно. Возможно, что это связано с особенностями обмена продуктов азотистого обмена у жвачных животных [3, с. 5].

Аналогично мочеvine содержание креатинина в сыворотке крови у коров большой выборки также не выходит за границы нормы ($95,48 \pm 1,673$ мкмоль/л). При этом данная азотсодержащая кислота практически не связана с концентрациями общего белка ($r = 0,09$) и глобулинов ($r = -0,03$). По отношению к альбумину имеет место прямая слабая, недостоверная связь ($r = 0,18$).

В малых выборках, как и в случае с мочевиной, у 90 % групп креатинин связан с глобулином обратной зависимостью (слабой или умеренной степени), но в отличие от мочевины, ни один из коэффициентов корреляции статистической значимости не имеет. По отношению к общему белку, при полном отсутствии значимости, обратная корреляционная связь отмечена у 80 % групп. С альбумином же в 80 % случаев связь прямая. При этом в двух группах ее уровень заметный ($r = 0,66$ и $r = 0,68$), что придает статистическую значимость ($P \leq 0,05$).

В целом, хотя креатинин и является одним из продуктов азотистого обмена, с белками сыворотки крови напрямую он не связан. Поэтому, в отличие от мочевины, которая образуется с участием аммиака, появившегося в том числе и из-за распада сывороточных белков, концентрация креатинина так слабо коррелирует с содержанием белков.

Заключение. Таким образом, проведенное нами исследование показало, что при интерпретации результатов биохимического анализа сыворотки крови, связанного оценкой концентрации веществ, имеющих отношение к азотистому обмену, использование корреляционного анализа является приемлемым. Вместе с тем имеется ряд обстоятельств, значительно затрудняющих использование коэффициентов корреляции. Прежде всего к ним относится размер выборок. Как было показано выше, в малых выборках показатели сильно варьируют и теряют свою статистическую значимость по сравнению с большой выборкой. В этом случае достоверно можно утверждать лишь о тенденции, а не о взаимосвязи, что делает выводы, сделанные только на основе корреляционного анализа, весьма спорными. Кроме того, даже статистически значимые корреляционные связи во многих случаях являются сложно объяснимыми и требуют дополнительных исследований и теоретического анализа. Следовательно, использование корреляционного анализа в биохимических показателях крови целесообразно проводить в комплексе с другими методами оценки показателей.

Литература. 1. Экологические проблемы ветеринарной медицины : монография / С. С. Абрамов [и др.] ; ред. С. С. Абрамов. – Витебск : УО ВГАВМ, 2009. – 418 с. 2. Белко, А. А. Среднемолекулярные вещества - показатель степени эндогенной интоксикации организма у телят / А. А. Белко, М. В. Богомольцева // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. : в 2 ч. / УО БГСХА ; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. - Горки, 2011. - Выпуск 14, ч. 2. - С. 189-196. 3. Васильева, С. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота / С. В. Васильева, Ю. В. Конолатов. – Изд. 2-е. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 188 с. 4. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – Москва : Практика, 1998. – 459 с. 5. Громыко, Е. В. Оценка состояния организма коров методами биохимии / Е. В. Громыко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2005. – № 2. – С. 80–94. 6. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови / С. В. Петровский [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 68 с. 7. Ревякин, И. М. Анализ активности сывороточных трансаминаз у клеточной американской норки / И. М. Ревякин, И. Н. Дубина // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». - 2016. – Т. 52, вып. 2. - С. 71–74. 8. Ревякин, И. М. Дефекты волосяного покрова у норки / И. М. Ревякин, В. А. Герасимчик // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 22. – С. 74–77. 9. Соболев, Д. Т. Влияние уровня энергии в рационе у коров на показатели белкового обмена и формирование специфических противовирусных антител на фоне циркуляции возбудителей вирусных пневмоэнтеритов / Д. Т. Соболев, Я. П. Яромчик // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2023. – № 1 (18). – С. 55–57. 10. Сравнительный анализ биохимических показателей крови крупного рогатого скота разных ферм методом дискриминантного анализа / Д. П. Волосевич [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2023. – № 1 (18). – С. 10–13.

Поступила в редакцию 16.10.2023.