Дата публикации: 06.05.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_S1_16
УДК 576.54

Publication date: 06.05.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_S1_16
UDC 576.54

ДИНАМИКА КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЕМ АЛЬФА-ФЕТОПРОТЕИНА, ОБЩЕГО БЕЛКА В ГОМОГЕНАТЕ КУРИНОГО ЭМБРИОНА И ЕГО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

С.В. Черников[1], Л.Д. Тимченко[2], М.Ш. Шахбанов[2], Е.В. Какулия[2], Д.А. Гусаков[3]
[1]«Аллерген» – филиал АО «НПО Микроген», г. Ставрополь, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Россия
[3]ООО «НПО Наутек», г. Ставрополь, Россия

Аннотация. В гомогенате куриного эмбриона установлена по-разному выраженная на протяжении онтогенеза коррелятивная зависимость уровня альфа-фетопротеина с общим белком, длиной, массой тела и жизненно важных органов (печени, сердца, легких). Для всех внутренних органов характерно постепенное снижение корреляционной зависимости массы с уровнем альфа-фетопротеина. Однако степень корреляционной связи с массой печени вплоть до 20-х суток остается высокой. Функциональная корреляция с массой печени отмечена на 12 сутки, а с массой легких и сердца она остается выраженной. Минимальная коррелятивная взаимосвязь уровня всех исследуемых параметров зарегистрирована на 20 сутки.

Ключевые слова: альфа-фетопротеин, куриный эмбрион, онтогенез, морфометрические показатели, общий белок.

DYNAMICS OF THE CORRELATION BETWEEN THE LEVEL OF ALPHA-FETOPROTEIN, TOTAL PROTEIN IN THE CHICKEN EMBRYO HOMOGENATE AND ITS MORPHOMETRIC PARAMETERS

S.V. Chernikov[1], L.D. Timchenko[2], M.Sh. Shakhbanov[2], E.V. Kakulia[2], L.A. Gusakov[3]
[1]"Allergen" Inc. – branch of the Scientific-Production Association "Microgen" JSC, Stavropol, Russia
[2]North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia
[3]Scientific-Production Association "Nautek" LLC, Stavropol, Russia

Abstract. The correlation of alpha-fetoprotein levels with total protein, body length and mass, mass of vital organs (liver, heart, lungs), expressed in different ways throughout the ontogenesis, has been established in the chicken embryo homogenate. All internal organs are characterized by a gradual decrease in the correlation between body mass and alpha-fetoprotein level. However, the degree of correlation with liver mass remains high up to 20 days. Functional correlation with liver mass was noted on day 12, although it remains pronounced in case of lung and heart mass. We also registered the minimum correlative relationship of the level of all studied parameters registered on day 20.

Keywords: alpha-fetoprotein, chicken embryo, ontogenesis, morphometric parameters, total protein.

Введение. В организме куриного эмбриона, как в сложнейшей, постоянно совершенствующейся и модифицирующейся живой системе, непрерывно происходят многочисленные и разнообразные химические реакции, в которых в качестве пусковых, промежуточных и эффекторных компонентов выступает множество веществ и химических элементов, выполняющих свою биологическую роль в тесной взаимосвязи друг с другом и с различными органами и тканями.

Поэтому совершенно очевидно, что отсутствие или количественные колебания того или иного элементов приводят к качественным изменениям процесса, в

котором они принимают участие, и, как следствие, в нарушении морфофункционального статуса организма развивающего эмбриона.

Изучение взаимозависимости между компонентами химических реакций организма, обеспечивающих его морфофункциональную полноценность, сложными биологическими активными веществами и состоянием внутренних органов давно является приоритетным направлением для биологической науки.

Однако, несмотря на это, многие стороны этого направления еще остаются «белым пятном» в биологии. Одним из признанных методов выяснения степени взаимосвязи между отдельными морфофункциональными показателями организма является метод корреляции.

С учетом вышеизложенного, в рамках наших исследований, в качестве приоритетной поставлена задача по изучению коррелятивной взаимосвязи уровня альфа-фетопротеина (АФП) с общим белком и с некоторыми морфометрическими показателями тела и жизненно важных органов куриного эмбриона в процессе развития.

Интерес к АФП вызван его ролью в качестве вещества-регулятора, который обладает низкомолекулярной структурой и, соответственно, реализует свои функции на молекулярном уровне [1], являющийся по своей структуре уникальным соединением белковой природы.

Его эффекты реализуются на уровне комплексной регуляции клеточной пролиферации, механизмов апоптоза, обеспечения клетки энергетическим и пластическим материалом, иммунорегуляции, индукции регуляторных сигналов через усиление экспрессии рецепторов и других жизненно важных органов [2-9].

Однако установление функций этого белка остаётся на протяжении продолжительного периода самой загадочной и противоречивой областью в исследовании [10-13]. В случае куриного эмбриона, как общепринятой, доступной адекватной модели для изучения эмбриогенеза, данные о содержании и роли АФП в его формировании, к сожалению, единичны.

В связи с вышеизложенным, результаты исследований, представленные в данной статье, актуальны и своевременны.

Цель работы: проследить в онтогенезе динамику корреляционной зависимости между уровнем АФП, общего белка, длиной и массой тела, а также массой жизненно важных органов.

Морфометрические показатели тела и внутренних органов куриного эмбриона позволили выявить ряд особенностей их динамики в онтогенезе. В то же время известно, что все формообразовательные процессы всегда имеют химическую основу. Поэтому, акцентируя внимание на регуляторной роли АФП в пренатальном онтогенезе, сочли необходимым провести коррелятивные параллели уровня этого белка на разных этапах онтогенеза с динамикой массы, длины тела и массы внутренних органов, поскольку именно эти критерии являются интегрированным отражением реализации всех регуляторных механизмов и эффекторных структурных преобразований в эмбриональном развитии.

Методы и организация исследования. Работа выполнялась на базе ПНИЛ «Экспериментальной иммуноморфологии, иммунопатологии и иммунобиотехнологии» СКФУ.

Объектом исследования служили инкубационные яйца кур породы «Леггорн» и эмбрионы. Все использованные для эксперимента яйца инкубировались в лабораторных условиях при температуре +37,5± 2°С и относительной влажности 80% в вентилируемом инкубаторе ИПХ-10И (Россия).

За развитием эмбриона осуществляли наблюдение с помощью овоскопа-прибора контроля качества яиц ПКЯ-10.

В связи с особенностями объекта исследования, длину тела и окружность грудной клетки измеряли в сантиметрах с помощью штангенциркуля, нитки, сантиметровой ленты и линейки. Измерения проводили на

горизонтальной, ровной поверхности. За критерий длины тела принимали линейный краниокаудальный размер, измеряемый от верхушки черепа до конца хвоста.

Массу тела эмбриона и жизненно важных органов измеряли в граммах с использованием электронных весов ВЛТЭ-150 (класс точности II, ГОСТ 24104-2001) (Россия).

После проведения морфометрических измерений определяли содержание АФП, общего белка.

Для исследования содержания АФП и общего белка были адаптированы методики, используемые для определения этих показателей в сыворотке крови. Адаптация заключалась в использовании гомогенизированной массы из куриного эмбриона вместо сыворотки крови, которую приготавливали с помощью гомогенизатора фирмы Vitek (Австрия). Полученная гомогенизированная масса центрифугировалась на 8000 об/с в течение 20 минут с использованием центрифуги Hettich (Universal 320, Германия).

Содержание общего белка исследовали колориметрическим биуретовым методом с помощью биохимического фотометра Stat Fax 1904+R (США) и набора реагентов ПРОТЕИН-НОВО (В-8012).

Содержание АФП определяли с использованием иммуноферментного анализатора марки Stat Fax 303 Plus (США) с помощью набора реагентов АФП-ИФА-БЕСТ (Т-8456) для определения АФП в сыворотке крови. (Инструкция по применению набора реагентов для иммуноферментного определения концентрации альфа-фетопротеина в сыворотке крови, 2008).

Результаты экспериментов подвергали вариационно-статистической обработке с использованием программы Primer of Biostatistics (Version 4.03). Количественные данные проверяли на нормальность распределения с использованием критерия Шапиро-Уилка. Вычисляли среднюю арифметическую величину, стандартную ошибку среднего. Для выявления статистических различий данных применяли критерий Стьюдента.

Для сравнения варьирующих признаков, измеряемых в различных единицах, использовали ту же программу с критериями расчета коррелятивной зависимости. Определяли коэффициент корреляции Пирсона. Согласно расчетам, слабая степень прямой корреляции соответствовала величине от 0 до 0,3, заметная корреляция – от 0,3 до 0,5; выраженная – от 0,5 до 0,7; тесная – от 0,7 до 0,8; весьма тесная – от 0,8, до 0,9; функциональная – от 0,9 до 1. В случае обратной корреляции величина отрицательная [12-13].

Результаты исследования и их обсуждение. Количественные значения массы тела и внутренних органов, а также уровня АФП и общего белка в эмбрионах процессе развития представлены в таблице 1.

Данные, полученные в ходе коррелятивного анализа уровня АФП с содержанием общего белка и некоторыми морфометрическими показателями, отражены в таблице 2.

Таблица 1

Среднее значение альфа-фетопротеина, общего белка и морфометрических показателей куриного эмбриона в онтогенезе

Сутки развития	Масса тела эмбриона, г	Длина тела, см	Лёгкие, г	Печень, г	Сердце, г	Общий белок, г/л (n=20)	Доля АФП (%) (n=20)
5	0,213± 0,006	1,4± 0,02	не оценивали	не оценивали	не оценивали	6,7± 0,05	0,39× 10^{-4}
6	0,353± 0,007*	1,9± 0,03*	не оценивали	не оценивали	не оценивали	8,0± 0,07*	0,93× 10^{-4}
7	0,552± 0,009*	2,2± 0,04*	не оценивали	не оценивали	не оценивали	8,8± 0,07*	0,24× 10^{-4}
8	0,846± 0,013*	2,3± 0,02*	не оценивали	не оценивали	не оценивали	8,7± 0,08	0,21× 10^{-4}
9	1,291± 0,019*	2,5± 0,02*	не оценивали	не оценивали	не оценивали	15,1± 0,22*	0,09× 10^{-4}
10	1,954± 0,024*	3,2± 0,03*	0,027± 0,004	0,028± 0,0005	0,016± 0,0006	15,0± 0,22	0,16× 10^{-4}
11	2,945± 0,054*	3,5± 0,02*	0,036± 0,003*	0,067± 0,0008*	0,028± 0,0007*	22,0± 0,26*	0,23× 10^{-4}
12	4,422± 0,082*	4,6± 0,03*	0,046± 0,004*	0,094± 0,0012*	0,043± 0,0008*	38,0± 0,37*	1,41× 10^{-4}
13	6,264± 0,078*	5,3± 0,03*	0,073± 0,005*	0,145± 0,0013*	0,063± 0,0008*	56,4± 0,33*	0,26× 10^{-4}
14	8,538± 0,122*	5,7± 0,02*	0,101± 0,008*	0,182± 0,0011*	0,094± 0,0012*	51,1± 0,33*	0,32× 10^{-4}
15	11,47± 0,152*	6,2± 0,03*	0,133± 0,007*	0,271± 0,0011*	0,117± 0,0008*	45,0± 0,38*	0,71× 10^{-4}
16	14,84± 0,142*	7,2± 0,02*	0,164± 0,006*	0,323± 0,0025*	0,133± 0,0007*	40,0± 0,34*	0,38× 10^{-4}
17	18,71± 0,175*	7,5± 0,02*	0,193± 0,010*	0,468± 0,0018*	0,154± 0,0008*	40,3± 0,33	0,18× 10^{-4}
18	22,87± 0,140*	7,8± 0,02*	0,235± 0,006*	0,518± 0,0022*	0,173± 0,0008*	34,0± 0,46*	0,50× 10^{-4}
19	27,54± 0,186*	8,1± 0,02*	0,278± 0,008*	0,687± 0,0027*	0,195± 0,0008*	38,0± 0,41*	0,08× 10^{-4}
20	32,86± 0,215*	8,5± 0,04*	0,335± 0,011*	0,743± 0,0026*	0,214± 0,0007*	47,4± 0,41*	0,04× 10^{-4}

Примечание: АФП – альфа-фетопротеин; *($p<0,05$) – достоверная разница в сравнении с предыдущими сутками

Таблица 2

Онтогенетическая динамика корреляции уровня альфа-фетопротеина с общим белком, морфометрическими показателями тела и внутренних органов куриных эмбрионов

Сутки развития (n=100)	Масса тела	Длина тела	Масса лёгких	Масса печени	Масса сердца	Общий белок (n=20)
5	0,645	0,501	не оценивали	не оценивали	не оценивали	0,738
6	0,571	0,439	не оценивали	не оценивали	не оценивали	0,602
7	0,351	0,350	не оценивали	не оценивали	не оценивали	0,240
8	0,379	0,363	не оценивали	не оценивали	не оценивали	0,124
9	0,403	0,378	не оценивали	не оценивали	не оценивали	0,223
10	0,444	0,409	0,448	0,864	0,502	0,315
11	0,563	0,453	0,406	0,780	0,406	0,459
12	0,739	0,486	0,541	0,943	0,672	0,660
13	0,644	0,361	0,364	0,851	0,444	0,250
14	0,396	0,315	0,271	0,783	0,311	0,339
15	0,336	0,287	0,227	0,755	0,124	0,278
16	0,232	0,266	0,184	0,746	0,114	0,254
17	0,261	0,105	0,114	0,732	0,084	0,229
18	0,113	0,078	0,036	0,669	0,079	0,154
19	0,089	0,053	0,015	0,565	0,026	0,110
20	0,078	0,051	0,014	0,439	0,024	0,090

Корреляционная зависимость между изменчивостью уровня АФП и динамикой общего белка в онтогенезе свидетельствуют о зависимости указанных показателей друг от друга на протяжении всего эксперимента.

Так, максимальная (0,738 – тесная) корреляция уровня АФП с общим белком отмечена на 5 сутки эмбриогенеза. Уже на следующие сутки она снижается, оставаясь выраженной (0,602), и далее продолжает снижаться вплоть до 7 суток развития.

С 8-12 сутки вновь регистрируется увеличение до 0,660. Затем, начиная с 12 суток, коррелятивная связь снижается и соответствует уровню слабой корреляции. Минимального значения (0,090) коэффициент корреляции с общим белком достигает к концу эмбрионального развития. В целом, с развитием отмечается снижение коррелятивной взаимосвязи. В то же время 14 сутки составляют исключение, так как в это время зарегистрирована заметная корреляция (0,339).

Что касается корреляционной зависимости между АФП и показателями длины и массы тела, то они изменяются приблизительно в равной степени. На всем протяжении наблюдения посуточная изменчивость коэффициента корреляции не закономерна. К концу эмбриогенеза этот показатель снижается, достигая для длины тела 0,051, а для массы тела – 0,078, что представляет слабую взаимосвязь. Такая же степень коррелятивной взаимосвязи зарегистрирована с 16-и суток с массой тела, а с 15 суток – с длиной.

Самый высокий коэффициент корреляции (0,739) зарегистрирован с массой тела на 12 сутки инкубации куриных яиц. Выраженная коррелятивная взаимосвязь на уровне 0,645, 0,571, 0,563 и 0,644 отмечено на 5, 6, 11 и 13 сутки соответственно. С 12 суток эмбриогенеза отмечено снижение коэффициента корреляции между АФП и массой тела.

Начиная с 5, вплоть до 20 суток развития, отмечается снижение величины коррелятивной зависимости между уровнем АФП и длиной тела.

На 5 сутки развития зарегистрировали максимальный (0,501) коэффициент корреляции.

Что касается коэффициента корреляции массы печени с уровнем АФП, то он самый значительный в сравнении с остальными органами практически на всем протяжении онтогенеза. На 12 сутки развития коррелятивная взаимосвязь между этим показателем функциональная (0,943). После этого периода степень коррелятивной зависимости снижается, достигая к 20 суткам самого низкого значения (0,439 – заметная).

Максимальный коэффициент корреляции уровня АФП с массой легких и сердца зарегистрирован на 12 сутки инкубации (0,541 и 0,672 соответственно). С 12 суток инкубации коррелятивная взаимосвязь уровня АФП с массой легких и сердца снижается.

Заключение. В гомогенате куриного эмбриона, начиная с 10 по 20 сутки развития отмечена коррелятивная зависимость уровня АФП с массой жизненно важных органов (сердца, печени и легких). В этот период развития самая высокая коррелятивная взаимосвязь уровня АФП отмечается с массой печени. При этом после 12 суток отмечается постепенное снижение коэффициента корреляции уровня АФП с массой.

Тем не менее, степень коррелятивной взаимосвязи с массой печени вплоть до 20 суток остаётся высокой (заметная). На 12 сутки развития с массой печени отмечена функциональная корреляция, а с массой лёгких и сердца – выраженная. На 20 сутки развития отмечена минимальная коррелятивная взаимосвязь уровней АФП и всех исследуемых показателей.

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00178, URL: https://rscf.ru/project/24-26-00178/ (дата обращения: 14.02.24).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Funding: The study was funded by a grant from the Russian Science Foundation No. 24-26-00178, available at: https://rscf.ru/en/project/24-26-00178/ (accessed 14.02.24).

Conflict of interest. The authors declare no known conflicts of interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ширшев, С. В. Белки фетоплацентарного комплекса в регуляции иммунных реакций / С. В. Ширшев // Усп. совр. биол. – 1993. – Т. 113. – Вып. 2. – С. 230-246.

2. Шмагель, К. В. Альфа-фетопротеин: строение, функции и роль в эмбриогенезе / К. В. Шмагель, В. А. Черешнев // Акушерство и гинекология. – 2002. – № 5. – С. 6-8.

3. Альфа-фетопротеин / Черешнев В. А., Родионов С. Ю., Черкасов В. А. [и др.]. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 376 с

4. Selective inhibition of murine T-cell proliferation and limphokine-activated natural killer cell function by AFP / Hooper D. C, Cohen B. L., Ducas D. [et al] // Biological activities of alpha-fetoprotein. – 1987 – Vol. 1. – P. 153-167.

5. Endocinosis of three serum proteins of a multigene family and of arachidonic acid in human lecnin-stimulated T-lymphocytes / M. Geuskens, J. M. Torres, C. Esteban, J. Uriel // Microsc. Res. Tech. – 1994. – Vol. 28. – № 4. – P. 297-307. DOI: 10.1002/jemt.1070280406.

6. Geuskens, M. A study, by electron microscopy, of the specific uptake of alpha-fetoprotein by mouse embryonic fibroblasts in relation to in vitro aging, and by human mammary epithelial tumor cells in comparison with normal donors' cells / M. Geuskens, T. Dupressoir, J. Uriel // J. Submicrosc. Cytol. Pathol. – 1991. – Vol. 23. – P. 59-66.

7. Nunes, E. A. Biological role of alpha-fetoprotein in the endocrinological field: data and hypotheses / E. A. Nunes // Tumour. Biol. – 1994. – Vol. 15. – № 2. – P. 63-72. DOI: 10.1159/000217876.

8. Influence of AFP, CEA and PSA on the in vitro production of cytokines / Filella X., Molina R., Alcover J. [et al] // Tumour Biol. – 2001. – Vol. 22. – № 2. – P. 67-71. DOI: 10.1159/000050598.

9. Абелев, Г. И. 25 лет изучения α-фетопротеина / Г. И. Абелев // Онтогенез. – 1989. – Т. 20. – № 6. – С. 607-615.

10. Виноградская, Г. Р. ПЦР-технологии в диагностике, прогнозе и контроле терапии онкологических заболеваний / Г. Р. Виноградская, О. В. Маринец // Вопр. онколог. – 2001. – Т. 47. – С. 7-17.
11. Гранов, А. М. Интервенционная радиология в комбинированном хирургическом лечении рака печени / А. М. Гранов, П. Г. Таразов, Д. А. Гранов // Вопр. онколог. – 2002. – Т. 48. – С. 480-488.
12. Држевецкая, И. А. Методические указания к практикуму по физиологии человека и животных.Статистическая обработка результатов физиологических исследований / И. А. Држевецкая. – Ставрополь, 1990. – Ч. 3. – 27 с.
13. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
14. Арешидзе, Д. А. Методы статистической обработки данных в биологии / Д. А. Арешидзе. – Ставрополь, 2003. – 40 с.

REFERENCES

1. Shirshev S.V. Proteins of the fetoplacental unit in the regulation of immune reactions. *Uspekhi sovremennoj biologii*, 1993, vol. 113, no. 2, pp. 230-246. (in Russ.)
2. Shmagel' K.V., Chereshnev V.A. Alpha-fetoprotein: structure, functions and role in embryonic development. *Obstetrics and gynecology*, 2002, no. 5, pp. 6-8. (in Russ.)
3. Chereshnev, V.A., Rodionov S.Yu., Cherkasov V.A., Malyutina N.N., Orlov O.A. Alpha-fetoprotein. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2004. 376 p. (in Russ.)
4. Hooper, D.C., Cohen B.L., Ducas D., Gronvik K., Hoskin D., Murgita R. Selective inhibition of murine T-cell proliferation and limphokine-activated natural killer cell function by AFP. *Biological activities of alpha-fetoprotein*, 1987, vol. 1, pp. 153-167.
5. Geuskens M., Torres J.M., Esteban C., Uriel J. Endocinosis of three serum proteins of a multigene family and of arachidonic acid in human lecnin-stimulated T-lymphocytes. *Microsc. Res. Tech*, 1994, vol. 28, no. 4, pp. 297-307.
6. Geuskens M., Dupressoir T., Uriel J. A study, by electron microscopy, of the specific uptake of alpha-fetoprotein by mouse embryonic fibroblasts in relation to in vitro aging, and by human mammary epithelial tumor cells in comparison with normal donors' cells. *J. Submicrosc. Cytol. Pathol*, 1991, vol. 23, pp. 59-66. DOI: 10.1002/jemt.1070280406.
7. Nunes E.A. Biological role of alpha-fetoprotein in the endocrinological field: data and hypotheses. *Tumour. Biol*, 1994, vol. 15, no. 2, pp. 63-72. DOI: 10.1159/000217876.
8. Filella, X., Molina R., Alcover J., Coca F., Zarco M.A., Ballesta A.M. Influence of AFP, CEA and PSA on the in vitro production of cytokines. *Tumour Biol*, 2001, vol. 22, no. 2, pp. 67-71. DOI: 10.1159/000050598.
9. Abelev G.I. 25 years of studying α-fetoprotein. *Russian Journal of Developmental Biology*, 1989, vol. 20, no. 6, pp. 607-615. (in Russ.)
10. Vinogradskaya G.R., Marinets O.V. PCR technologies in diagnosis, prognosis and control of cancer therapy. *Problems in oncology*, 2001, vol. 47, pp. 7-17. (in Russ.)
11. Granov A.M., Tarazov P.G., Granov D.A. Interventional radiology in combined surgical treatment of liver cancer. *Problems in oncology*, 2002, vol. 48, pp. 480-488. (in Russ.)
12. Drzhevetskaya, I.A. Guidelines for a practical course on human and animal physiology. Statistical processing of the results of physiological studies. Part 3. Stavropol, 1990. 27 p. (in Russ.)
13. Lakin G.F. Biometrics. Moscow: Vyshaya shkola, 1990. 352 p. (in Russ.)
14. Areshidze D.A. Methods of statistical data processing in biology. Stavropol, 2003. 40 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Сергей Валерьевич Черников – кандидат биологических наук, начальник отделения сублимационной сушки медицинских иммунобиологических препаратов и лекарственных средств, «Аллерген» – филиал АО «НПО Микроген», Ставрополь, e-mail: bioafp@yandex.ru.
Людмила Дмитриевна Тимченко – доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, медико-биологический факультет, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: l_timchenko@mail.ru.
Магомед Шамилович Шахбанов – ассистент кафедры зоологии и паразитологии, медико-биологический факультет, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: msma5@mail.ru.
Екатерина Викторовна Какулия – аспирант медико-биологического факультета, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: miss.k97@yandex.ru.

Данила Александрович Гусаков – генеральный директор ООО «НПО Наутек», Ставрополь, e-mail: Danila.gusakov86@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Sergej V. Chernikov – Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Freeze-Drying Medicinal Immuno-Biological Preparations and Drugs, Allergen Inc. – branch of the Scientific-Production Association "Microgen" JSC, Stavropol, e-mail: bioafp@yandex.ru.
Lyudmila D. Timchenko – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher, Faculty of Biomedical Sciences, North-Caucasus Federal University, Stavropol, e-mail: l_timchenko@mail.ru
Magomed Sh. Shakhbanov – Assistant of the Department of Zoology and Parasitology, Faculty of Biomedical Sciences, North-Caucasus Federal University, Stavropol, e-mail: msma5@mail.ru
Ekaterina V. Kakulia – Post-Graduate Student, Faculty of Biomedical Sciences, North-Caucasus Federal University, Stavropol, e-mail: miss.k97@yandex.ru.
Danila A. Gusakov – General Director, Scientific-Production Association "Nautek" LLC, Stavropol, e-mail: Danila.gusakov86@gmail.com

Для цитирования: Динамика корреляционной взаимосвязи между уровнем альфа-фетопротеина, общего белка в гомогенате куриного эмбриона и его морфометрическими показателями / Черников С. В., Тимченко Л. Д., Шахбанов М. Ш. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – 2024. – Т. 8. – № S1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_S1_16

For citation: Chernikov S.V., Timchenko L.D., Kakulia E.V., Shakhbanov M.Sh., Gusakov L.A. Dynamics of the correlation between the level of alpha-fetoprotein, total protein in the chicken embryo homogenate and its morphometric parameters. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. S1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_S1_16