

Original researches

Dynamics of the lymph nodes parenchyma relative volume of structural and functional zones in cattle (*Bos taurus*) in early postnatal ontogenesis

Received: 01 December 2021
Revised: 14 December 2021
Accepted: 28 December 2021

M. V. Kravtsova, M. O. Nikitina

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Dnipro State Agrarian and Economic University, Sergii Efremov Str., 25, Dnipro, 49600, Ukraine

Tel.: +38-099-706-58-57
E-mail: kravtsova.m.v@dsau.dp.ua

Cite this article: Kravtsova, M. V., & Nikitina, M. O. (2021). Dynamics of the lymph nodes parenchyma relative volume of structural and functional zones in cattle (*Bos taurus*) in early postnatal ontogenesis. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 9(4), 167–172. doi: 10.32819/2021.94025

Abstract. Lymph nodes are peripheral organs of hemo- and lymphopoiesis, their parenchyma is formed by lymphoid tissue and is divided into separate structural and functional lobules, each of which, in turn, is formed by highly and low-specialized cellular zones. The dynamics of age-related changes in the relative volume of the structural and functional zones of the lymph nodes parenchyma lobules in newborn calves of 10-, 30-, 120-day-old was determined. There were examined: superficial cervical, axillary, iliac, popliteal, medial retropharyngeal, caudal mediastinal, medial iliac, iliocolic lymph nodes. The relative volume of the deep cortex central zones units, lymph nodules, interfollicular zone and medullary cords was determined on thin paraffin histosections stained with hematoxylin and eosin. In newborn calves, the lymph nodes lobules were formed, among the structural and functional zones the centers of the deep cortex units were most developed, the relative volume of which was 27–33% and the medullary cords – 21–31%, and the least ones were lymph nodules. The lymph nodules volume without light centers varied within 0.4–1.6%, with light centers – 0.3–1%. The interfollicular zone was 4–11%. During the first ten days of calf life, the greatest growth dynamics was observed in the deep cortex central zones units, the interfollicular zone, and the medullary cords. Until the age of 30 days, the dynamics of an increase in the relative volume of deep cortex units and interfollicular zone stabilized and showed a further tendency of insignificant growth. The most intense increase in the relative volume of lymph nodules was observed in 120-day-old calves. The volume of the medullary cords decreased in all the examined nodes in 30- and 120-day-old calves.

Key words: lymphoid parenchyma; lymphoid lobules; units of the deep cortex; lymphoid nodules; internodular zones

Динаміка відносного об'єму структурно-функціональних зон паренхіми лімфатичних вузлів бика домашнього (*Bos taurus*) в ранньому постнатальному онтогенезі

М. В. Кравцова, М. О. Нікітіна

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна

Анотація. Лімфатичні вузли – це периферичні органи гемо- і лімфопоєзу, їх паренхіма утворена лімфоїдною тканиною та розділена на окремі структурно-функціональні часточки, кожна з яких, у свою чергу, сформована високо- і низькоспеціалізованими клітинними зонами. Визначена динаміка відносного об'єму структурно-функціональних зон часточок паренхіми лімфатичних вузлів новонароджених, 10-, 30-, 120-добових телят. Досліджували: поверхневий шийний, пахвовий, підключовий, підколінний, медіальний заглотковий, каудальний середостінний, медіальний клубовий, клубовоободовий лімфатичні вузли. Відносний об'єм центральних зон одиниць глибокої кори, лімфатичних вузликів, інтерфолікулярної зони та мозкових тяжів визначали на тонких парафінових гістозрізах, забарвлених гематоксилином і еозином. У новонароджених телят часточки лімфатичних вузлів сформовані, серед структурно-функціональних зон найбільш розвинені центри одиниць глибокої кори відносний об'єм, яких становить 27–33% і мозкові тяжі – 21–31%, а найменш – лімфатичні вузлики. Об'єм лімфатичних вузликів без світлих центрів варіює в межах 0,4–1,6%, зі світлими центрами – 0,3–1,3%. Інтерфолікулярна зона становила 4–11%. Протягом перших десяти діб життя телят найбільша динаміка росту відмічалась центральних зон одиниць глибокої кори, інтерфолікулярної зони та мозкових тяжів. До 30-добового віку динаміка збільшення відносного об'єму одиниць глибокої кори та інтерфолікулярної зони стабілізувалась і демонструвала подальшу тенденцію незначного зростання. Найбільш інтенсивне збільшення відносного об'єму лімфатичних вузликів відмічали у 120-добових телят. Об'єм мозкових тяжів зменшувався у всіх досліджуваних вузлах у 30- та 120-добових телят.

Ключові слова: лімфоїдна паренхіма; лімфатична часточка; одиниці глибокої кори; лімфатичні вузлики; інтерфолікулярна зона.

Вступ

Імунна відповідь – це каскад складних послідовних реакцій систем організму на дію специфічного антигенного чинника. Основною ланкою цього процесу виступають лімфатичні вузли (Surpun, 2014). Саме в них відбувається розшифрування антигенпрезентуючих комплексів і формування у відповідь специфічних біологічних речовин. Лімфатичні вузли побудовані зі стром (капсула, трабекули) та лімфоїдної паренхіми. Згідно сучасної концепції лімфоїдна паренхіма складається з часточок (компаратментів) (Willard-Mack, 2006). У них виділяють високоспеціалізовані зони клітинної проліферації – це сфероподібні структури: центральні зони одиниць глибокої кори (ділянки проліферації Т-лімфоцитів) і лімфатичні вузлики (зони проліферації В-лімфоцитів) та транзитні зони лімфоцитів – стрічкородібні структури: інтерфолікулярна зона, паракортикальні і мозкові тяжі (Sainte-Marie, 2010). Вважають, що існує пряма кореляція між будовою лімфатичного русла і кількістю компартментів паренхіми лімфатичного вузла – кожній аферентній судині відповідає одна лімфатична часточка (Palm et al., 2016; Lee et al., 2017).

Виділяють два типи будови внутрішньоорганного лімфатичного русла. Лімфатичні вузли лабораторних тварин, людини, великої рогатої худоби і більшості ссавців мають класичну будову внутрішньоорганного лімфатичного русла (Gavrilin et al., 2013). Аферентні судини входять у капсулу вузла по всій випуклій поверхні та впадають у крайовий (підкапсулярний) синус, який є основним накопичувальним колектором лімфи. Субкапсулярний синус оточує майже всю поверхню органу. Далі лімфа прямує через проміжні та перитрабекулярні синуси контактуючи з структурно-функціональними зонами лімфоїдної паренхіми (Iwasaki et al., 2016; Gavrilin et al., 2017a).

Будова внутрішньоорганного лімфатичного русла відрізняється у слонів, носорогів, дельфінів, верблюдів і свиней (Moskov et al., 1969; Nicander et al., 1971; Gavrilin et al., 2014; Gavrilin et al., 2017 b, c). У цих ссавців основним лімфатичним колектором постають спеціалізовані лімфатичні цистерни, розташовані в товщі капсулярних трабекул, а звідси лімфа прямує в глибокі та поверхневі синуси паренхіми вузла (Hoshi et al., 1986; Gavrilin et al., 2017 b).

У тварин із класичним типом будови внутрішньоорганного лімфатичного русла лімфатичні часточки розташовані в один шар уздовж крайового синуса. Основа компартменту – центральна зона одиниць глибокої кори, що зверху оточена інтерфолікулярною зоною, з боків – паракортикальними тяжами, а знизу переходить у мозкові тяжі. На основі інтерфолікулярної зони утворюються лімфатичні вузлики, що свідчить про реактивний стан організму. У лімфатичних вузлах із другим типом лімфатичного колектора лімфатичні вузлики формуються в глибоких ділянках паренхіми де внутрішньотрабекулярні синуси утворюють розширення (Gavrilin et al., 2014; Gavrilin et al., 2017 b).

У пренатальному періоді онтогенезу великої рогатої худоби всі структурно-функціональні зони паренхіми лімфатичних вузлів формуються до 5-місячного віку (Gavrilin & Lieshchova, 2008; Gavrilin et al., 2018).

Об'єм структурно-функціональних зон паренхіми лімфатичних вузлів визначений недостатньо. Не в повній мірі визначена динаміка змін зон протягом онтогенезу.

Мета роботи – встановити динаміку вікових перетворень окремих структурно-функціональних зон лімфоїдних часточок паренхіми лімфовузлів у ранньому постнатальному періоді онтогенезу великої рогатої худоби.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені на базі кафедри нормальної і патологічної анатомії сільськогосподарських тварин і відділу морфо-

логічних досліджень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Досліджували лімфатичні вузли новонароджених, 10-, 30-, 120-добових телят по 6 голів у кожній віковій групі. Використовували трупи телят, які загинули від родової асфіксії, задухи, гіпертермії. Досліджували лімфатичні вузли різної локалізації: соматичні – поверхневі шийні, пахвові, підключові, підколінні; вісцеральні – каудальні середостінні, клубовоободові, медіальні заглоткові, медіальні клубові. Лімфатичні вузли відбирали шляхом анатомічного препарування, фіксували у 10%-му розчині формаліну, заливали в парафін. Виготовляли гістологічні зрізи товщиною 3–10 мкм і забарвлювали гематоксиліном і еозином згідно з загальноприйнятими методиками (Horalskyi et al., 2019).

Встановлювали відносний об'єм структурно-функціональних зон паренхіми лімфовузлів методом «крапкового підрахунку» (Avtandilov, 1990), що потрапили на відповідну структуру гістопрепарату за формулою:

$$V = P_i/P_t \cdot 100\%,$$

де V – відносний об'єм структурно-функціональної зони, P_i – кількість крапок, які потрапили на структурно-функціональну зону, P_t – загальна кількість крапок, які потрапили на гістопрепарат. Статистичну обробку даних розраховували за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу. Вірогідність різниці значення в вікових групах розраховували за допомогою t-критерія Ст'юдента (P ≤ 0,05).

Результати

Паренхіма лімфатичних вузлів новонароджених телят має високий ступінь структурно-функціональної диференціації, всі зони розвинені та чітко виражені. Встановлено, що найбільш розвинені серед високоспеціалізованих структур – це центральні зони одиниць глибокої кори, відносний об'єм яких, у соматичних вузлах знаходиться в межах від 27,15 ± 0,63% (у поверхневому шийному) до 31,52 ± 0,15% (у підколінному); в вісцеральних – у діапазоні від 29,43 ± 1,09% (у каудальному середостінному) до 32,63% (у клубовоободовому) (табл. 1). Лімфатичні вузлики – це найменш розвинена високоспеціалізована зона лімфатичних часточок вузлів новонароджених телят. Відносний об'єм лімфатичних вузликів без світлих центрів знаходиться в межах 1,21–1,59% в соматичних і 0,39–0,82% у вісцеральних лімфатичних вузлах, а відносний об'єм вузликів зі світлими центрами – в діапазоні 0,33–0,59% в соматичних і 0,26–1,03% в вісцеральних вузлах (табл. 2).

Серед низькоспеціалізованих, транзитних зон краще розвинені мозкові тяжі у новонароджених телят, їх відносний об'єм варіює в межах 20,66–29,26% в соматичних і 27,36–30,87% в вісцеральних вузлах (табл. 3). Інтерфолікулярна зона знаходиться в діапазоні від 9,65 ± 0,85 (у поверхневому шийному) до 10,59 ± 0,13% (у пахвовому) в соматичних лімфатичних вузлах та в межах від 4,03 ± 0,31 (у медіальному заглотковому) до 8,29 ± 0,29% (у клубовоободовому) у вісцеральних (табл. 4).

До 10-добового віку спостерігається тенденція до збільшення відносного об'єму центральних зон одиниць глибокої кори. В соматичних лімфатичних вузлах відмічається достовірне (P ≤ 0,05) збільшення відносного об'єму на 1,89–6,33%, окрім поверхневого шийного (зменшується на 1,79%). В вісцеральних вузлах цей показник зростає на 0,49–6,90% в медіальному клубовому та медіальному заглотковому і знижується на 0,17–3,34% в клубовоободовому та каудальному середостінному відповідно. Відносний об'єм центрів одиниць глибокої кори варіює в межах 25,36–35,85% в соматичних та 26,09–37,12% вісцеральних вузлах.

Відмічається тенденція до збільшення відносного об'єму інтерфолікулярної зони у 10-добових телят. У соматичних лімфатичних вузлах цей показник зростає на 0,53–2,06% окрім під-

Таблиця 1 – Динаміка відносного об'єму центрів одиниць глибокої кори лімфатичних часточок паренхіми лімфатичних вузлів телят, % ($\bar{x} \pm SD$)

Лімфатичний вузол	Вік, доба			
	Новонароджені	10	30	120
Поверхневий шийний	27,15 ± 0,63	25,36 ± 1,38	25,98 ± 1,09	29,71 ± 1,18*
Підклубовий	29,52 ± 0,74	35,85 ± 0,47*	35,98 ± 0,23	35,27 ± 0,71
Пахвовий	28,52 ± 0,48	33,75 ± 0,29*	34,69 ± 0,47	34,67 ± 1,12
Підколінний	31,52 ± 0,15	33,41 ± 0,74*	35,72 ± 0,82	33,42 ± 0,78*
Каудальний середостінний	29,43 ± 1,09	26,09 ± 1,63*	27,97 ± 0,37	30,02 ± 0,58*
Клубовоободовий	32,63 ± 0,67	32,46 ± 0,78	32,66 ± 0,86	35,43 ± 0,76*
Медіальний заглотковий	30,22 ± 0,87	37,12 ± 0,68*	37,03 ± 0,93	38,13 ± 0,72
Медіальний клубовий	30,04 ± 0,93	30,53 ± 0,86	32,05 ± 0,87	33,18 ± 0,97

Примітка: * – зазначені вибірки, які достовірно відрізняються по відношенню до попередньої вікової групи ($P \leq 0,05$).

колінного (знижується достовірно на 3,17%). В вісцеральних вузлах відносний об'єм інтерфолікулярної зони збільшується на 1,49–5,15% окрім клубовоободового, де він зменшується на 1,40%. Відносний об'єм цієї зони в соматичних лімфатичних вузлах знаходиться в діапазоні 6,86–11,71%, а в вісцеральних – у межах 5,52–9,68%.

У 10-добових телят збільшується відносний об'єм мозкових тяжів. У соматичних вузлах цей показник зростає на 0,98–7,35%, а у вісцеральних на 1,98–8,79%. Відносний об'єм мозкових тяжів у соматичних вузлах варіює від 22,34 ± 0,61 (у пахвовому) до 36,61 ± 0,67% (у поверхневому шийному), а у вісцеральних – від 29,34 ± 0,76 (у медіальному заглотковому) до 39,04 ± 0,73% (у каудальному середостінному).

Відносний об'єм лімфатичних вузликів суттєво зростає окрім підколінного та пахвового лімфатичних вузлів, де відмічено зменшення об'єму лімфатичних вузликів без центрів розмно-

ження на 0,72 та 0,96% відповідно. В соматичних вузлах відносний об'єм лімфатичних вузликів без центрів розмноження збільшується у поверхневому шийному та підклубовому на 0,17 і 0,30%, а об'єм вузликів із центрами розмноження – на 0,04–3,34% (у підклубовому та підколінному). В вісцеральних лімфатичних вузлах відносний об'єм лімфатичних вузликів зростає більше: на 0,41–1,40% (у каудальному середостінному та медіальному клубовому) первинних вузликів і на 2,15–3,53% (у каудальному середостінному та медіальному заглотковому) вторинних вузликів. У соматичних лімфатичних вузлах відносний об'єм лімфатичних вузликів без світлих центрів знаходиться в діапазоні 0,63–1,63% (у пахвовому та підклубовому), а зі світлими центрами в межах 0,63–3,71% (у підклубовому та підколінному). В вісцеральних вузлах ці показники варіюють в діапазонах 1,04–1,88% (у клубовоободовому та медіальному клубовому) та 3,18–3,92% (у каудальному середостінному та клубовоободовому) відповідно.

Таблиця 2 – Динаміка відносного об'єму вузликової лімфоїдної тканини лімфатичних часточок паренхіми лімфатичних вузлів телят, % ($\bar{x} \pm SD$)

Лімфатичний вузол	Функціональна зона	Вік, доба			
		Новонароджені	10	30	120
Поверхневий шийний	Первинні вузлики	1,21 ± 0,02	1,38 ± 0,08	1,76 ± 0,02*	1,28 ± 0,08*
	Вторинні вузлики	0,34 ± 0,01	0,71 ± 0,07*	1,12 ± 0,09	2,15 ± 0,14*
Підклубовий	Первинні вузлики	1,33 ± 0,06	1,63 ± 0,21	1,74 ± 0,04	1,21 ± 0,13*
	Вторинні вузлики	0,59 ± 0,01	0,63 ± 0,18	3,12 ± 0,17*	5,34 ± 0,19
Пахвовий	Первинні вузлики	1,59 ± 0,01	0,63 ± 0,06*	1,76 ± 0,04	1,28 ± 0,07
	Вторинні вузлики	0,33 ± 0,01	2,14 ± 0,17	4,01 ± 0,09*	5,15 ± 0,16
Підколінний	Первинні вузлики	1,55 ± 0,05	0,83 ± 0,01	0,76 ± 0,04	0,63 ± 0,03
	Вторинні вузлики	0,37 ± 0,01	3,71 ± 0,08*	4,01 ± 0,07	5,78 ± 0,18
Каудальний середостінний	Первинні вузлики	0,82 ± 0,03	1,23 ± 0,27	2,74 ± 0,12*	0,38 ± 0,04*
	Вторинні вузлики	1,03 ± 0,04	3,18 ± 0,43*	3,67 ± 0,25	8,92 ± 0,26*
Клубовоободовий	Первинні вузлики	0,41 ± 0,02	1,04 ± 0,06	2,38 ± 0,34	0,63 ± 0,07
	Вторинні вузлики	0,73 ± 0,05	3,92 ± 0,04*	3,81 ± 0,09	11,79 ± 0,32*
Медіальний заглотковий	Первинні вузлики	0,39 ± 0,08	1,63 ± 0,04	2,83 ± 0,08	0,86 ± 0,02*
	Вторинні вузлики	0,26 ± 0,04	3,79 ± 0,08	3,92 ± 0,13	12,45 ± 0,21*
Медіальний клубовий	Первинні вузлики	0,48 ± 0,07	1,88 ± 0,04*	2,85 ± 0,05	0,71 ± 0,07
	Вторинні вузлики	0,29 ± 0,03	3,43 ± 0,07*	3,87 ± 0,04	7,42 ± 0,03*

Примітка: * – зазначені вибірки, які достовірно відрізняються по відношенню до попередньої вікової групи ($P \leq 0,05$).

У 30-добових телят відмічається збільшення відносного об'єму центральних зон одиниць глибокої кори в соматичних лімфатичних вузлах на 0,13–2,31% (у підклубовому та підколінному), а у вісцеральних – на 0,20–1,88% (у клубовоободовому та каудальному середостінному) окрім медіального заглоткового (зменшується на 0,09%). Цей показник у соматичних вузлах максимально виражений у підклубовому ($35,98 \pm 0,23\%$), а мінімально – в поверхневому шийному ($25,92 \pm 1,09\%$). У вісцеральних лімфатичних вузлах найбільше значення спостерігається у медіальному заглотковому ($37,03 \pm 0,93\%$), а найменше – у каудальному середостінному ($27,92 \pm 0,37\%$).

У 30-добових телят виявлена лише тенденція до збільшення відносного об'єму інтерфолікулярної зони соматичних лімфатичних вузлів. Помітно зростає об'єм у поверхневому шийному та підколінному лімфатичних вузлах на 0,44 і 2,62% та знижується у підклубовому та паховому на 0,35 і 1,66%. У вісцеральних лімфатичних вузлах спостерігається збільшення відносного об'єму інтерфолікулярної зони на 0,06–2,50% (у медіальному заглотковому та каудальному середостінному). Відносний об'єм інтерфолікулярної зони у соматичних вузлах варіює від $9,46 \pm 0,22$ (у паховому) до $12,15 \pm 1,18\%$ (у поверхневому шийному), а у вісцеральних – від $6,34 \pm 0,21$ (у медіальному клубовому) до $12,18 \pm 1,18\%$ (у каудальному середостінному).

Спостерігається зменшення відносного об'єму мозкових тяжів до 30-добового віку телят в усіх лімфатичних вузлах. У соматичних вузлах динаміка зменшення об'єму знаходиться в межах 1,63–6,28% (у паховому та підколінному), а у вісцеральних – у діапазоні 2,03–8,61% (у медіальному заглотковому та каудальному середостінному). Найбільший відносний об'єм мозкових тяжів соматичних лімфатичних вузлів відмічено у поверхневому шийному ($31,67 \pm 1,12\%$), а мінімальний – у паховому ($20,71 \pm 0,71\%$), у вісцеральних вузлах максимальне значення спостерігається у каудальному середостінному ($30,43 \pm 1,85\%$), а мінімальне – у медіальному заглотковому ($27,31 \pm 1,16\%$).

До 30-добового віку телят спостерігається тенденція до збільшення відносного об'єму лімфатичних вузликів. Незначне зменшення об'єму вузликів без центрів розмноження (на 0,07%) відмічається у підколінному лімфатичному вузлі та вузликів із центрами розмноження (на 0,11%) у клубовоободовому. В соматичних вузлах відносний об'єм лімфатичних вузликів без центрів розмноження зростає на 0,11–1,13% і сягає 0,76–1,76% (у підколінному, паховому та поверхневому шийному), а об'єм вузликів із центрами розмноження збільшується на 0,30–2,49% і знаходиться в діапазоні від $1,12 \pm 0,09$ (у поверхневому шийному) до $4,01 \pm 0,09\%$ (у паховому).

У вісцеральних лімфатичних вузлах об'єм лімфатичних вузликів без центрів розмноження збільшується на 0,97–1,51% і знаходиться в діапазоні від $2,38 \pm 0,34$ (у клубовоободовому) до $2,85 \pm 0,05\%$ (у медіальному клубовому), а відносний об'єм вузликів із центрами розмноження збільшується на 0,13–0,49% і сягає 3,67–3,92% (у каудальному середостінному та медіальному заглотковому).

До 120-добового віку телят відмічається тенденція до зменшення відносного об'єму центральних зон одиниць глибокої кори соматичних лімфатичних вузлів (на 0,02–2,30%) окрім поверхневого шийного (збільшується на 3,73%). У вісцеральних вузлах відносний об'єм центральних зон одиниць глибокої кори збільшується в діапазоні 1,10–2,77% (у медіальному заглотковому та клубовоободовому). У соматичних вузлах об'єм центральних зон одиниць глибокої кори варіює від $29,71 \pm 1,18$ (у поверхневому шийному) до $35,27 \pm 0,71\%$ (підклубовому), а у вісцеральних – від $30,02 \pm 0,58$ (каудальному середостінному) до $38,13 \pm 0,72\%$ (медіальному заглотковому).

До 120-добового віку відносний об'єм інтерфолікулярної зони демонструє тенденцію до зменшення. У соматичних вузлах цей показник зростає у поверхневому шийному та паховому на 1,44 і 4,08% відповідно, а у вісцеральних лише у медіальному клубовому – на 0,61%. Зменшується відносний об'єм інтерфолікулярної зони на 0,36 і 2,15% у підколінному та підклубовому лімфатичних вузлах, а у вісцеральних – у межах 1,04–2,21% (каудальний середостінний та медіальний заглотковий). Відносний об'єм інтерфолікулярної зони соматичних лімфатичних вузлів знаходиться в діапазоні від $8,65 \pm 0,48$ (у підклубовому) до $13,54 \pm 0,86\%$ (у паховому), а вісцеральних – від $6,95 \pm 0,23$ (у медіальному клубовому) до $11,14 \pm 0,93\%$ (каудальному середостінному).

У 120-добових телят відносний об'єм мозкових тяжів зменшується у всіх досліджуваних лімфатичних вузлах. У соматичних вузлах цей показник знижується на 0,40–4,05% (у підколінному та підклубовому), а у вісцеральних – на 1,01–5,22% (у каудальному середостінному та медіальному заглотковому). Відносний об'єм мозкових тяжів у соматичних вузлах знаходиться в межах від $17,26 \pm 0,94$ (у підклубовому) до $29,06 \pm 1,75\%$ (у поверхневому шийному), у вісцеральних варіює від $22,09 \pm 0,11$ (у медіальному заглотковому) до $29,42 \pm 0,76\%$ (у каудальному середостінному).

Відносний об'єм лімфатичних вузликів без центрів розмноження зменшується у всіх досліджуваних лімфатичних вузлах: на 0,13–0,53% у соматичних і на 1,75–2,36% у вісцеральних, а об'єм вузликів із центрами розмноження помірно збільшується в соматичних (на 1,03–2,22%) і суттєво у вісцеральних (на

Таблиця 3 – Динаміка відносного об'єму мозкових тяжів лімфатичних часточок паренхіми лімфатичних вузлів телят, % ($x \pm SD$)

Лімфатичні вузли	Вік, доба			
	Новонароджені	10	30	120
Поверхневий шийний	$29,26 \pm 0,31$	$36,61 \pm 0,67^*$	$31,67 \pm 1,12$	$29,06 \pm 1,75$
Підклубовий	$23,69 \pm 0,41$	$24,67 \pm 0,63$	$21,31 \pm 0,75$	$17,26 \pm 0,94^*$
Паховий	$20,66 \pm 0,32$	$22,34 \pm 0,61$	$20,71 \pm 0,78$	$19,02 \pm 1,14$
Підколінний	$23,66 \pm 0,81$	$27,02 \pm 0,58^*$	$20,74 \pm 0,93$	$20,34 \pm 1,03$
Каудальний середостінний	$30,25 \pm 1,12$	$39,04 \pm 0,73^*$	$30,43 \pm 1,85$	$29,42 \pm 0,76$
Клубовоободовий	$30,87 \pm 0,34$	$35,16 \pm 0,19^*$	$28,63 \pm 0,28^*$	$25,09 \pm 0,19$
Медіальний заглотковий	$27,36 \pm 0,24$	$29,34 \pm 0,76$	$27,31 \pm 1,16$	$22,09 \pm 0,11^*$
Медіальний клубовий	$29,48 \pm 0,24$	$33,37 \pm 0,37^*$	$30,12 \pm 0,26$	$28,16 \pm 0,19$

Примітка: * – зазначені вибірки, які достовірно відрізняються по відношенню до попередньої вікової групи ($P \leq 0,05$).

Таблиця 4 – Динаміка відносного об'єму міжвузликів зон лімфатичних часточок паренхіми лімфатичних вузлів телят, % ($x \pm SD$)

Лімфатичні вузли	Вік, доба			
	Поверхневий шийний	10	30	120
Поверхневий шийний	9,65 ± 0,85	11,71 ± 0,05	12,15 ± 1,18	13,59 ± 1,73
Підклубовий	10,13 ± 0,89	11,15 ± 0,13	10,8 ± 0,22	8,65 ± 0,48
Пахвовий	10,59 ± 0,13	11,12 ± 0,18	9,46 ± 0,22	13,54 ± 0,86*
Підколінний	10,03 ± 1,24	6,86 ± 0,31*	9,48 ± 0,62*	9,12 ± 0,72
Каудальний середостінний	7,15 ± 0,87	9,68 ± 1,04*	12,18 ± 1,18	11,14 ± 0,93
Клубовоободовий	8,29 ± 0,29	6,89 ± 0,38	8,97 ± 0,24	7,18 ± 0,64
Медіальний заглотковий	4,03 ± 0,31	9,18 ± 0,20*	9,24 ± 0,31	7,03 ± 0,15
Медіальний клубовий	4,03 ± 0,42	5,52 ± 0,11	6,34 ± 0,21	6,95 ± 0,23

Примітка: * – зазначені вибірки, які достовірно відрізняються по відношенню до попередньої вікової групи ($P \leq 0,05$).

3,55–8,53%). Відносний об'єм лімфатичних вузликів без центрів розмноження у соматичних вузлах варіює від $0,63 \pm 0,03$ (у підколінному) до $1,28 \pm 0,08\%$ (у поверхневому шийному), у вісцеральних – від $0,38 \pm 0,04$ (у каудальному середостінному) до $0,86 \pm 0,02\%$ (у медіальному заглотковому). Об'єм вузликів із центрами розмноження більший у вісцеральних лімфатичних вузлах і знаходиться у діапазоні від $7,42 \pm 0,03$ (у медіальному клубовому) до $12,45 \pm 0,21\%$ (у медіальному заглотковому), а у соматичних – від $2,15 \pm 0,14$ (у поверхневому шийному) до $5,78 \pm 0,18\%$ (у підколінному).

Обговорення

Зональна структурна організація часточок паренхіми великої рогатої худоби формується протягом другої третини плідного періоду. У пренатальному періоді відносний об'єм лімфоїдної паренхіми у 3-місячних плодів складає близько 90% (у поверхневому шийному лімфатичному вузлі) та 81% (у вузлі порожньої кишки). До 9-місячного віку плодів цей показник у поверхневому шийному зменшується до 68%, а у лімфовузлі порожньої кишки менше до 72%. Структурно-функціональні зони паренхіми, як високоспеціалізовані так і транзитні диференціюються вже на п'ятому місяці розвитку, проте їх відносний об'єм не однаковий. Так у поверхневому шийному лімфовузлі їх відносний об'єм становить: 5% – інтерфолікулярна зона, 2,5% – центральні зони одиниць глибокої кори, 35% – паракортикальні тяжі, 34% мозкові тяжі та 0,5% – лімфатичні вузлики; у вузлі порожньої кишки – 6,4% – інтерфолікулярна зона, 2,7% – центри одиниць глибокої кори, 33% паракортикальні тяжі, 35% мозкові тяжі та 1,4% – лімфатичні вузлики. До 9-місячного віку плодів відбувається перерозподіл співвідношення цих зон. Збільшується об'єм інтерфолікулярної зони на 4,6% у поверхневому шийному та 3,5% у лімфовузлі порожньої кишки, центральних зон одиниць глибокої кори на 4 і 10%, лімфатичних вузликів на 0,7 і 2%, зменшується об'єм паракортикальних тяжів на 18 і 8% відповідно. У поверхневому шийному об'єм мозкових тяжів майже не змінюється, а у лімфовузлі порожньої кишки зменшується на 12,7% (Gavrilin et al., 2018a). Подальші постнатальні зміни співвідношення відносного об'єму структурно-функціональних зон відображають вікові та адаптивні реакції організму (Gavrilin, et al., 2017). Також на цей процес прямо впливає набуття колострального імунітету. Різко збільшується об'єм лімфатичних вузликів, особливо зі світлим центрами, що значно змінює гістоархітектуру часточки лімфатичного вузла (Gavrilin, et al., 2009).

Серед функціональних зон часточок паренхіми лімфатичних вузлів новонароджених телят найрозвиненіші перисинусоїдальні тяжі (міжвузликові зони, паракортикальні й мозкові тяжі)

загальний відносний об'єм яких варіює від 31 до 39%. Серед сфероподібних високоспеціалізованих зон краще сформовані центри одиниць глибокої кори, їх відносний об'єм становить 27–31,5% у соматичних і 30–33% у вісцеральних вузлах. Найменше розвинена функціональна зона лімфатичної часточки – це лімфатичні вузлики, їх відносний об'єм не перевищує 2%, при цьому вузлики у вісцеральних лімфовузлах розвинені більшою мірою, ніж у соматичних. У телят до 10-добового віку збільшується відносний об'єм майже усіх функціональних зон, на тлі максимального показника об'єму лімфоїдної паренхіми. Суттєво збільшується об'єм лімфатичних вузликів, що більш характерно для вісцеральних вузлів (1–2% первинні; 3–4% вторинні вузлики). У 30-добових телят у всіх вузлах об'єм вторинних лімфоїдних вузликів переважає над об'ємом первинних. Збільшується об'єм центральних зон одиниць глибокої кори та сягає 26–36% у соматичних і 28–37% у вісцеральних вузлах. До 120-добового віку телят у вісцеральних вузлах зростає об'єм центральних зон одиниць глибокої кори (30–38%) та збільшується об'єм вторинних вузликів (7,4–12,5%).

Щодо показника відносної кількості структурно-функціональних зон лімфоїдної паренхіми лімфатичних вузлів, то наукова інформація різниться залежно від видових і вікових особливостей.

Дослідниками встановлено, що у статевозрілих овець інтерфолікулярна зона, одиниці глибокої кори та вузлики становлять 55%, а мозкові тяжі – 45% паренхіми лімфатичного вузла (Goralskiy, 2003). У статевозрілих односторбих верблюдові відносний об'єм інтерфолікулярної зони знаходиться в діапазоні 3–6%, центрів одиниць глибокої кори – 8–16%, лімфатичних вузликів – 9–18%, мозкових тяжів – 19–27% (Gavrilin et al., 2017c). У новонароджених поросят інтерфолікулярна зона разом із одиницями глибокої кори варіює в межах 30–50%, лімфатичні вузлики – 1,6–4%, а мозкові тяжі – 44–57% (Tishkina & Oliiar, 2011).

У іматуронатних тварин на момент народження паренхіма лімфатичних вузлів представлена лімфоїдною тканиною без чіткої диференціації структурно-функціональних зон. У кролів лише з 10-добового віку відмічена тенденція до диференціації зон, візуалізуються лімфатичні вузлики без центрів розмноження. У 30-добовому віці формується остаточна структура часточки паренхіми лімфатичних вузлів. Об'єм інтерфолікулярної зони знаходиться в межах 2,6–3,7%, центрів одиниць глибокої кори – 16–29%, паракортикальних тяжів – 3–3,5%, лімфатичних вузликів – 10,5–14%, мозкових тяжів – 42–50% (Gavrilin, & Gibert, 2018b). У підколінному лімфатичному вузлі статевозрілих крис інтерфолікулярна зона займає 26–27% відносного об'єму, одиниці глибокої кори – 24–24,5%, мозкові тяжі – 11–12%, а лімфатичні вузлики – всього 4,4–3,3% (Vainahii, 1998).

Висновки

Лімфатичні вузли новонароджених телят характеризуються мінімальними показниками відносного об'єму лімфоїдної паренхіми (62–72% – соматичні; 62–68% – вісцеральні).

Динаміка відносного об'єму функціональних зон лімфатичних Кількісна динаміка функціональних зон лімфатичних часточок паренхіми лімфовузлів великої рогатої худоби протягом раннього постнатального онтогенезу визначається тенденцією до поступового збільшення відносного об'єму антигенреактивних структур. У перші дні життя це відбувається за рахунок лімфатичних вузликів, насамперед із центрами розмноження, до 120-добового віку – лімфатичних вузликів із центрами розмноження на тлі відсутності суттєвих змін відповідного показника одиниць глибокої кори.

References

- Avtandilov, G. G. (1990). *Meditsinskaya morfometriya* [Medical morphometry]. Medicine, Moscow (in Russian).
- Bélisle, C., & Sainte-Marie, G. (1981). Tridimensional study of the deep cortex of the rat lymph node. II: Relation of deep cortex units to afferent lymphatic vessels. *The Anatomical Record*, 199(1), 61–72.
- Chernenko, O. M., Lieshchova, M. O., Orishchuk, O. S., Chernenko, O. I., Zaiarko, O. I., Tsap, S. V., Bordunova, O. G. & Dutka, V. R. (2020). Biological features of the formation of cattle in the prenatal period of ontogeny and subsequent dairy production. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (6), 1297–1304.
- Gavrilin, P. N., Lieshchova, M. A., Gavrilina, O. G., & Boldyreva, T. F. (2018a). Prenatal morphogenesis of compartments of the parenchyma of the lymph nodes of domestic cattle (*Bos taurus*). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(1), 95–104.
- Gavrilin, P., & Gibert, I. (2018b). Regularities of the quantitative dynamics of tissue components of the lymph nodes in meat-producing rabbits. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(83), 3–8. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8301>
- Gavrilin, P. N., Gavrilina, O. G., & Kravtsova, M. V. (2017a). The compartments of the parenchyma of the lymph nodes in the newborn bull calves of domestic cattle (*Bos taurus*). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(2), 169–178.
- Gavrilin, P., Lieshchova, M., Rahmoun, D. E., & Benchadi, H. (2013). Features topography and macrostructure of lymph nodes in Camels (*Camelus dromedarius*). *Online Journal of Animal and Feed Research*, 3(2), 106–110.
- Gavrilin, P. N., Gavrilina, E. G., & Evert, V. V. (2017b). Histoarchitectonics of the parenchyma of lymph nodes of mammals with different structure of intranodal lymphatic channel. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 96–107.
- Rahmoun, D. E., Lieshchova, M. A., & Fares, M. A. (2020). Morphological and radiological study of lymph nodes in dromedaries in Algeria. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(2), 330–337.
- Gavrilin, P.N., Masjuk M.O., Tishkina N.N. (2014). Osoblivosti makroskopichnoi strukturi limfatichnih vuzliv svini sviyskoi [Features of macroscopic structure of pig lymph nodes]. *Nauchno-tehnicheskiiy byuletyn nauchno-issledovatel'skogo tsentra biobezopasnosti i ekologicheskogo kontrolya resursov APK*, 2(1), 32–37 (in Ukrainian).
- Gavrilin, P. M., & Kravtsova, M. V. (2020). Morphological features of the lymphatic channel of lymph nodes of in Domestic Bull (*Bos taurus*). *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(1), 9–12.
- Gavrilin, P. M., Perepechaeva, N. H., & Tishkina N. N. (2009). Pryntsypy zonalnoi struktorno-funktsionalnoi orhanizatsii ta morfohenezu kompartmentiv parenkhymy limfatychnykh vuzliv ssavtsiv [Principles of zonal structural-functional organization and morphogenesis of compartments of mammalian lymph node parenchyma]. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2(23), 5–8 (in Ukrainian).
- Horalskiy, L. P. (2003). Osoblivosti gistoarkhitektoniki imunnikh organiv silskogospodarskikh tvarin [Features of histoarchitectonics of immune organs of farm animals]. *Veterinarna Meditsina Ukraini*, 2, 22–23 (in Ukrainian).
- Horalskiy, L. P., Khomych, V. T., & Kononsky, A. I. (2019). Histological techniques and morphological methods in normal and pathological conditions. *Zhitomir, Polissia* (in Ukrainian).
- Hoshi, N., Hashimoto, Y., Kitagawa, H., Kon, Y., Kudo, N. (1986). Histological and immunohistochemical studies on the architecture of lymph nodes in pig. *Japan Journal Veterinary Science*, 48 (6), 1097–1107.
- Iwasaki, R., Mori, T., Ito, Y., Kawabe, M., Murakmi, M., & Maruo, K. (2016). Computed tomographic evaluation of presumptively normal canine sternal lymph nodes. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 52(6), 371–377. doi: 10.5326/JAAHA-MS-6520
- Lieshchova, M. O. (2007). Features of the morphogenesis of bovine fetal lymphoid organs. Extended abstract of candidate's thesis. *NAU, Kyiv* (in Ukrainian).
- Lee, C. M., Park, D. W., Park, S., Kim, J.-H., Park, S.-H., & Kim, C.-S. (2017). Lymph node dissection using bipolar vessel-sealing device during reduced port laparoscopic distal gastrectomy for gastric cancer: Result of a pilot study from a Single Institute. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 27(11), 1101–1108.
- Moskov, M., Schiwatschewa, T., & Bonev, S. (1969). Vergleichshistologische Untersuchung der Lymphknoten der Sauger. Die lymphknoten des dolphins. *Anat Anz*, 124, 49–67.
- Nicander, L., Nafstad, P., Landsverk, T., & Engebretsen, R. H. (1991). A study of modified lymphatics in the deep cortex of ruminant lymph nodes. *Journal of Anatomy*, 178, 203–212.
- Palm, A.-K. E., Friedrich, H. C., & Kleinau, S. (2016). Nodal marginal zone B cells in mice: a novel subset with dormant self-reactivity. *Scientific Reports*, 6(1).
- Sainte-Marie, G. (2010). The lymph node revisited: development, morphology, functioning, and role in triggering primary immune responses. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 293(2), 320–337.
- Suprun, E. N. (2014). Dinamika immunnogo otveta. *Allergologiya i Immunologiya v Pediatrii*, 2(37), 35–40 (in Russian).
- Tishkina, N. M., & Oliiar, A. V. (2011). Morfofunktsionalni osoblyvosti limfatychnykh vuzliv porosiat uprodovzh rannoho postnatalnoho period [Morphofunctional features of piglets' lymph nodes during the early postnatal period]. *Naukovi Pratsi Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii. Seriya: Veterynarna Medytsyna*, 3, 94–101.
- Vainahii, O. M. (1998). Perebudova strukturykh komponentiv limfatychnykh vuzliv pry lokalnii dii chervonoho lazera. *Morfolohiia Praktychnii Veterynarii Ta Medytsyni: Visnyk Bilotserkivskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 6(2), 106–109 (in Ukrainian).
- Willard-Mack, C. L. (2006). Normal structure, function, and histology of lymph nodes. *Toxicologic Pathology*, 34(5), 409–424.