



Наукові перспективи
Видавнича група

Перспективи та інновації науки



Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського

Видавнича група «Наукові перспективи»

Луганський державний медичний університет

Громадська наукова організація «Система здорового довголіття в мегаполісі»

Християнська академія педагогічних наук України

Всеукраїнська асоціація педагогів і психологів з духовно-морального виховання

*за сприяння КНП "Клінічна лікарня №15 Подільського району м.Києва",
Центру дієтології Наталії Калиновської*

«Перспективи та інновації науки»

№ 5(63) 2026

Київ – 2026

ISSN 2786-4952 Online

УДК 001.32:1/3](477)(02)

Ідентифікатор медіа - R40-05846

DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-5\(63\)](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-5(63))

«Перспективи та інновації науки»: журнал. 2026. № 5(63) 2026. С. 5440



**Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 27.09.2021
№ 1017 журналу присвоєно категорію "Б" із психології та педагогіки**

**Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 27.04.2023
№ 491 журналу присвоєно категорію "Б" із медицини: спеціальність 222**

*Рекомендовано до видавництва Президією громадської наукової організації
«Всеукраїнська Асамблея докторів наук з державного управління» (Рішення від 18.05.2026, № 7/5-26)*

*Журнал видається за підтримки КНП "Клінічна лікарня №15 Подільського району м.Києва", Центру дієтології Наталії
Калиновської*



Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (IC), Research Bible, міжнародної пошукової системи Google Scholar

Електронний науковий журнал «Перспективи та інновації науки» заснований з метою висвітлення актуальних питань теорії та практики медицини, біології, біотехнології та реабілітації в Україні, за кордоном. Видання розраховано на науковців, викладачів, педагогів-практиків, представників органів державної влади та місцевого самоврядування, здобувачів вищої освіти, громадсько-політичних діячів

Згідно Порядку формування Переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказом МОН України від 15.01.2018 № 32, повнотекстовий доступ до наукових статей журналу представлений на платформі «Наукова періодика України» в Національній бібліотеці України імені В.І. Вернадського НАН України та в Національному репозитарії академічних текстів

Голова редакційної колегії:



Вадзюк Степан Несторович - доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки Тернопільського національного медичного університету імені І.Я.Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України (Україна)

Заступник голови редакційної колегії: Торяник Інна Іванівна - доктор медичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник лабораторії вірусних інфекцій Державної установи «Інститут мікробіології та імунології імені І.І. Мечникова Національної академії медичних наук України» (Харків, Україна)

Редакційна колегія:

1. **Алієв, Ельнур М.** доктор медичних наук, професор, професор Азербайджанського медичного університету (Азербайджан)
2. **Бабова Ірина Костянтинівна** - доктор медичних наук, професор, старший науковий співробітник відділу економічного регулювання природокористування ДУ "Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень Національної академії наук України", лікар ФРМ (фізичної та реабілітаційної медицини) ДУ "Територіальне медичне об'єднання МВС України по Одеській області" (Одеса, Україна)

- Kramarchuk V.V., Yashkina T.O.** **2099**
STRUCTURED PATIENT EDUCATION FOR NON-COMMUNICABLE DISEASES IN PRIMARY CARE
- Martyts Iu.M., Zmarko Yu.K., Kuchyrka L.I., Martyts O.Yu.** **2114**
APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN ORTHODONTIC PRACTICE
- Mykhaloiko O.Ya.** **2126**
COMPARISON OF THE EFFICACY AND SAFETY OF ASPIRIN AND CLOPIDOGREL IN THE SECONDARY PREVENTION OF ATHEROTHROMBOTIC STROKE
- Ostafiichuk O.R.** **2135**
CHANGES IN PERIODONTAL TISSUES FOLLOWING CROWN LENGTHENING SURGERY
- Parakhin A.A., Kovalchuk N.V., Mykhailiuk M.M., Yevtushenko V.V.** **2145**
CHRONIC NON-SPECIFIC LOW BACK PAIN AS A CONSEQUENCE OF FASCIAL FIXATION OF THE SAPHENOUS NERVE IN THE ADDUCTOR CANAL
- Pecheriaha S., Orletska V.** **2158**
MODERN ASPECTS OF ETIOPATHOGENESIS AND DIAGNOSIS OF FETAL GROWTH RESTRICTION
- Piechnikova O.** **2170**
THE RELATIONSHIP BETWEEN THE DEGREE OF FACIAL SOFT TISSUE PTOSIS AND THE CHOICE OF CORRECTION METHOD
- Savchuk T.V., Leshchenko I.V.** **2186**
VASCULAR-STROMAL INDEX OF TERMINAL CHORION VILLI IN CORONAVIRUS DISEASE (COVID-19) IN PREGNANT WOMEN
- Stakhurska I.O.** **2197**
MODULATION OF THE GUT MICROBIOTA IN MAMMALS UNDER THE INFLUENCE OF FOOD ADDITIVES: FROM DYSBIOSIS TO METABOLIC DISORDERS (LITERATURE REVIEW)
- Syenko O.A., Shtompel V.Yu.** **2208**
ROLE OF TEACHING THE BASICS OF ELECTROCARDIOGRAPHY IN THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF MID-LEVEL MEDICAL SPECIALISTS

UDC: 618.36-091:616.98:578.834

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-5\(63\)-2186-2196](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-5(63)-2186-2196)

Savchuk Tetiana Vasylivna MD, PhD, Associate Professor, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pathological Anatomy, Bogomolets National Medical University, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0002-7218-0253>

Leshchenko Ivan Viacheslavovych PhD, Department of Physiology, Bogomolets National Medical University, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0001-8239-256X>

VASCULAR-STROMAL INDEX OF TERMINAL CHORION VILLI IN CORONAVIRUS DISEASE (COVID-19) IN PREGNANT WOMEN

Abstract.

Background. The SARS-CoV-2 coronavirus infects cells that express angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2). The virus's effect on endothelial cells leads to impaired blood rheological properties, as well as changes in the vascular wall, stromal edema, and increased thickness of the vasculosyncytial membranes. This results in impaired perfusion and the development of placental dysfunction.

Objective: To determine the stromal–vascular index of terminal chorionic villi in pregnant women with COVID-19.

Methods. We examined 170 placentas from pregnant women with COVID-19: Group I (n=136) – placentas from live births, and Group II (n=34) – from cases of antenatal asphyxia. Depending on the duration of the post-COVID interval (the time between the diagnosis of COVID-19 in the mother and delivery), the following subgroups were formed: I.1 (n=90) and II.1 (n=12) – post-COVID interval of 5–22 weeks; I.2 (n=80) and II.2 (n=22) – 1–4 weeks. COVID-19 in the pregnant woman was confirmed by a positive polymerase chain reaction (PCR) result for the presence of SARS-CoV-2 viral RNA. For comparison, placentas (n=120) from physiological deliveries prior to the COVID-19 epidemic were examined. An immunohistochemical method using monoclonal antibodies against CD31 and smooth muscle actin (α -SMA) was employed, along with statistical analysis methods. To quantitatively determine the expression of the immunohistochemical marker, we performed qualitative pixel-by-pixel visualization of the structures under study (stroma, vessels), which differ in color upon immunohistochemical staining, using the ONLINE JPG TOOLS service. This was followed by calculation of the vascular-stromal index (VSI): $VSI = V_{\text{vessels}} / V_{\text{stroma}}$.

Results and Conclusions. In the main groups, a decrease in the percentage of blood vessels in the terminal chorionic villi was observed in 100% of pregnant women

ISSN 2786-4952 Online

with COVID-19. An increase in this indicator in Group I.1 indicated vascular recovery as the duration of the post-COVID interval increased. The narrowing of the lumen of the terminal villi was facilitated by the phenotypic transformation (α -SMA-positive) of pericytes with the acquisition of contractile properties. The percentage of stroma increased in the main groups: I.2; II.1 and II.2 – 71 [67;73]; 86 [78;89], and 85 [84;87] compared to the control group—32 [30;35]—which was due to edema (groups I.2, II.2) and stromal fibrosis (groups I.1 and II.1). The latter indicates that pericytes have acquired a myofibroblast-like phenotype.

All main groups were characterized by a decrease in SSI: I.1, I.2; II.1, and II.2 – 0.86 [0.83; 0.98]; 0.38 [0.34; 0.51]; 0.16 [0.14; 0.24]; 0.17 [0.15; 0.19], respectively, compared to the control group – 2.15 [1.52; 2.81]. The lowest value was observed in cases of antenatal fetal death. A decrease in the stromal-vascular index of terminal chorionic villi in coronavirus disease (COVID-19) in pregnant women is a manifestation of chorionic villus remodeling caused by structural changes.

Keywords: placenta, COVID-19, SARS-CoV-2, chorionic villi, terminal villi, pericytes.

Савчук Тетяна Василівна канд. мед. наук, доцент, доцент кафедри патологічної анатомії НМУ імені О.О. Богомольця, Київ, <https://orcid.org/0000-0002-7218-0253>

Лещенко Іван В'ячеславович старший викладач кафедри фізіології НМУ імені О.О. Богомольця, Київ, <https://orcid.org/0000-0001-8239-256X>

СУДИННО-СТРОМАЛЬНИЙ ІНДЕКС ТЕРМІНАЛЬНИХ ВОРСИН ХОРІОНА ПРИ КОРОНАВІРУСНІЙ ХВОРОБІ (COVID 19) У ВАГІТНОЇ

Анотація.

Актуальність. Коронавірус SARS-CoV-2 вражає клітини, що експресують ангіотензинперетворюючий фермент 2 (angiotensin-converting enzyme 2 – ACE2).

Вплив вірусу на ендотеліоцити призводить до порушення реологічних властивостей крові, а також до змін судинної стінки, набряку строми, збільшення товщини васкулоцитальних мембран. Це призводить до порушення перфузії та розвитку плацентарної дисфункції.

Метою було визначення стромально-судинного індексу термінальних ворсин хоріона при коронавірусній хворобі (COVID 19) у вагітної

Методи. Досліджували 170 плацент при COVID-19 у вагітної: I група (n=136) – плаценти при народженні живого плода та II група (n=34) – при антенатальній асфіксії. В залежності від тривалості постковідного інтервалу (проміжок часу між діагностуванням COVID-19 у матері та пологами) були сформовані підгрупи: I.1 (n=90) та II.1 (n=12) – постковідний інтервал склав 5-22

тижні; I.2 (n=80) та II.2 (n=22) – 1-4 тижні. COVID-19 у вагітної підтверджено позитивним результатом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) на наявність РНК вірусу SARS-CoV-2. Для порівняння даних досліджували плаценту (n=120) при фізіологічних пологах до епідемії COVID-19. Використовували імуногістохімічний метод з використанням моноклональних антитіл проти CD31, гладком'язового актину (α -SMA) та статистичні методи дослідження. Для кількісного визначення експресії імуногістохімічного маркера впроваджували якісну попиксельну візуалізацію досліджуваної структури (строма, судини), які різняться за кольором при їх імуногістохімічному фарбуванні з використанням сервісу ONLINE JPG TOOLS. З подальшим обчисленням судинно-стромального індексу (CCI): $CCI = V_{\text{суд}}/V_{\text{стр}}$.

Результати та підсумок. В основних групах при коронавірусної хвороби у вагітної в 100% виявлялося зменшення відсотку судин в термінальній ворсині хоріона. Збільшення даного показника в групі I.1 свідчило про відновлення судин при збільшенні тривалості постковідного інтервалу. Звуження просвіту судин термінальних ворсин сприяла трансформація фенотипу (α -SMA-позитивні) перицитів з набуттям контрактильних властивостей. Відсоток строми збільшувався в основних групах: I.2; II.1 та II.2 – 71 [67;73]; 86 [78;89] та 85 [84;87] проти групи порівняння – 32 [30;35], що обумовлювалося набряком (групи I.2, II.2) та фіброзом строми (групи I.1 та II.1). Останній є свідченням набуття перицитами міофібробластоподібного фенотипу.

Всі основні групи характеризувалися зменшення CCI: I.1 I.2; II.1 та II.2 – 0,86 [0,83;0,98]; 0,38 [0,34; 0,51]; 0,16 [0,14; 0,24]; 0,17 [0,15; 0,19] відповідно проти групи порівняння – 2,15 [1,52; 2,81]. Найменший показник виявився при антенатальній загибелі плода. Зменшення стромально-судинного індексу термінальних ворсин хоріона при коронавірусній хворобі (COVID 19) у вагітної – прояв ремоделювання ворсин хоріона, обумовлених структурними змінами.

Ключові слова: плацента, COVID-19, SARS-CoV-2, ворсини хоріона, термінальні ворсини, перицити.

Problem Statement. The SARS-CoV-2 coronavirus infects cells that express angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) [1,2]. In the placenta, these cells include vascular endothelial cells, syncytiotrophoblast, and telocytes [3,4]. Endothelial dysfunction leads to impaired blood rheological properties and platelet activation, followed by disturbances in microcirculation, fibroblast activation, development of fibrosis, and the formation of placental insufficiency [5–9]. The birth of PCR-negative neonates is explained by compensatory mechanisms of the placenta, which manifest as structural changes in the vessels and stroma of chorionic villi [10–12]. This prompted us to conduct the present study.

Objective: To determine the stromal–vascular index of terminal chorionic villi in pregnant women with COVID-19.

Materials and methods.

To achieve the objective, a study was conducted on 170 placentas from pregnant women with COVID-19: Group I (n=136) – placentas from live births, and Group II (n=34) – placentas from cases of antenatal asphyxia. The material was obtained under a cooperation agreement at the Department of Pathological Anatomy of the National Specialized Children's Hospital Ohmatdyt of the Ministry of Health of Ukraine for the period from 2020 to 2022. Subgroups were formed based on the duration of the post-COVID interval (the time between the mother's COVID-19 diagnosis and delivery). In subgroups I.1 (n=90) and II.1 (n=12), the post-COVID interval was 5–22 weeks; in subgroups I.2 (n=80) and II.2 (n=22), it was 1–4 weeks. COVID-19 in pregnant women was confirmed by a positive polymerase chain reaction (PCR) result for the presence of SARS-CoV-2 viral RNA. For data comparison, placentas (n=120) from physiological deliveries prior to the COVID-19 epidemic were examined. The immunohistochemical (IHC) method was applied using monoclonal antibodies against CD31 and smooth muscle actin (α -SMA) (Thermo Fisher Scientific, USA) at working dilutions.

To quantitatively determine the expression of the immunohistochemical marker, we implemented qualitative pixel-by-pixel visualization of the structure under study (stroma, vessels), which differ in color upon immunohistochemical staining (utility model patent No. u2024 2856; <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1841687/>).

After fixing the placental tissue sections in 10% neutral formalin, passing them through a series of alcohol solutions of increasing concentration, embedding them in paraffin, and preparing 5-micrometer-thick tissue sections, the immunohistochemically stained microscopic slides were photographed through a microscope using a digital camera (Fig. 1.A.1–D.1).

In Microsoft Paint, the histological structures under study were further colored in the photos (capillary lumens in black, background in green) (Fig. 1.A.2–D.2), followed by uploading the archived photos in JPEG format to ONLINE JPG TOOLS (onlinejpgtools.com/find-dominant-jpg-colors).

Using this service, we determined the percentage of a pixel's color in the photo that corresponds to the percentage of the structure under study (Fig. 1.A.3–D.3). Next, we calculate the percentages of vessels (V_{vess}) and stroma (V_{str}) without accounting for the background percentage: $V_{vess} = V_{vess1} \times 100 / (V_{str1} + V_{vess1})$. $V_{Stroma} = V_{Stroma1} \times 100 / (V_{Stroma1} + V_{vess1})$, where V_{vess1} ; V_{str1} – percentage of colors (vessels, stroma) in ONLINE JPG TOOLS Followed by calculation of the vascular-stromal index (VSI): $VSI = V_{vess} / V_{str}$

Presentation of Main Findings.

In the acute phase of coronavirus disease in pregnant women, a decrease in the percentage of vessels in the terminal chorionic villi was observed in 100% of cases in groups I.2 and II.1. In groups I.1 and II.2, this indicator was 97.8% and 91.7%, respectively (Fig. 2.A–D; Table 1).

Table 1

Pathomorphological changes in the stroma and vessels of the terminal chorionic villi in COVID-19 in pregnant women and in the comparison group

Parameters	COVID-19 (N=170)				Comparison (n=120)	p
	Live births (Group I) (N=136)		Antepartum asphyxia (Group II) (N=34)			
	I.1 (n=90)	I.2 (n=80)	II.1 (n=12)	II.2 (n=22)		
Narrowing of the lumen of terminal villi, n (%) [95% CI]; % of vessels	88 (97.8) [94.8–100]; 46 [44;59]*	80 (100) [95.5–100]; 29 [27;33]*	12 (100) [84.1–100] 14[11;22]*	21 (91.7) [67.1–100]; 15 [13;17]*	0 (0) [0.0–3.8]; 68 [65;70]	P ₁₋₂ <0.001 P ₁₋₃ <0.001 P ₁₋₄ <0.001 P ₁₋₅ <0.001 P ₂₋₃ <0.001 P ₂₋₄ <0.001 P ₃₋₅ <0.001 P ₄₋₅ <0.001
Stromal edema of terminal villi, n (%) [95% CI]; % of stroma	86 (95.6) [91.4–99.8]; 55 [53;60]*	80 (100) [95.5–100]; 71 [67;73]*	11 (91.7) [67.1–100]; 86 [78;89]*	n=22 100 [91.7– 100]; 85 [84;87]*	0 0 [0.0–3.8]; 32 [30;35]	P ₁₋₂ <0.001 P ₁₋₃ <0.001 P ₁₋₄ <0.001 P ₁₋₅ <0.001 P ₂₋₃ <0.001 P ₂₋₄ <0.001 P ₃₋₅ <0.001 P ₄₋₅ <0.001
Vascular-stromal index (VSI)	0.86 [0.83;0.98]*	0.38 [0.34; 0.51]*	0.16 [0.14; 0.24]*	0.17 [0.15; 0.19]*	2.15 [1.52; 2.81]	P ₁₋₂ <0.001 P ₁₋₃ <0.001 P ₁₋₄ <0.001 P ₁₋₅ <0.001 P ₂₋₃ <0.001 P ₂₋₄ <0.001 P ₃₋₅ <0.001 P ₄₋₅ <0.001

Note: *p<0.01 (Kruskal–Wallis test)

The percentage of vessels was reduced in all main groups (Table 1; Fig. 1.A–D). The lowest percentage was observed in cases of antenatal fetal death (group II.1 – 14 [11;22] and II.2 – 15 [13;17] versus the comparison group – 68 [65;70] (Fig. 2.E). In the acute phase of the disease with live birth, the corresponding figure was 29 [27;33]. In group I.1, the percentage of vessels increased to 46 [44;59], indicating vascular recovery with an increase in the duration of the post-COVID interval (Fig. 1.B).

The percentage of stroma increased in the main groups (Table 1; Fig. 1.A–D). The highest percentage of stroma was observed in groups I.2, II.1, and II.2—71 [67;73], 86 [78;89], and 85 [84;87], respectively, compared to the comparison group—32 [30;35]. In group I.1, the percentage of stroma in the terminal villus decreased—55 [53;60] (Table 1; Fig. 1.B).

The increase in the percentage of stroma during the acute phase of the disease was due to edema (Fig. 2.A). As the duration of the post-COVID interval increased,

ISSN 2786-4952 Online

stromal fibrosis was observed (Fig. 2.B). Edema and stromal fibrosis led to an increase in the thickness of the vasculosyncytial membranes and a more central location of the vessels (Fig. 1.A–D.1).

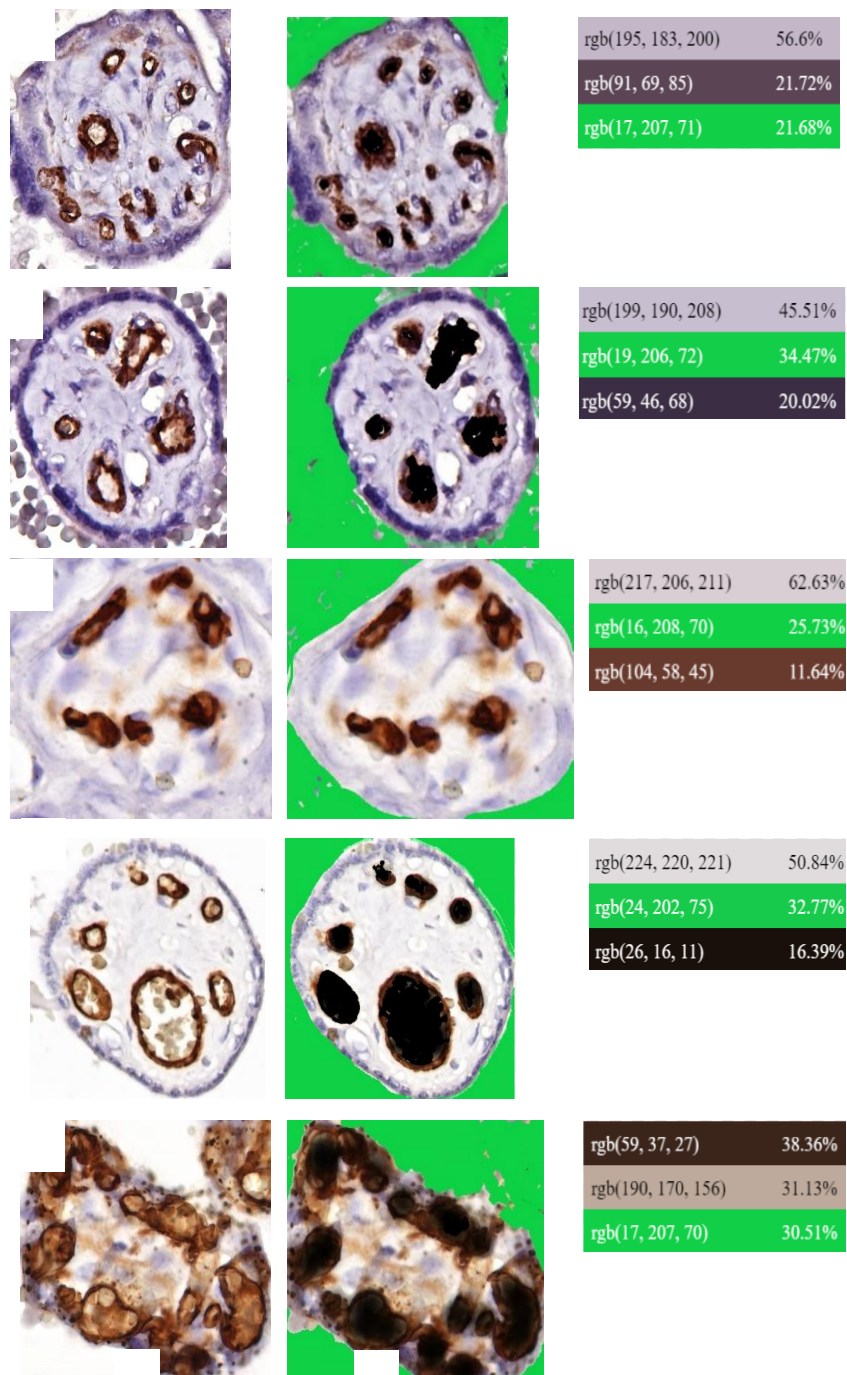


Fig. 1. Quantitative determination of the percentage of blood vessels and stroma in a histological section of a terminal villus in a pregnant woman with COVID-19 and in the Comparison group. 1 – Microscopic changes in the blood vessels and stroma of the terminal chorionic villus in COVID-19 – 1 (A–D) and in the comparison group – E. Expression of monoclonal antibodies against CD31 in the endothelium of

chorionic villus arterioles, $\times 600$. 2 (A–E) – In Microsoft Paint, the lumen of the vessels and the background surrounding the villi were colored in shades different from the histological staining of the structures (villi stroma) in the photo – black and green. 3 (A–D) – Determination of the percentages of vessels (black), stroma (gray), and background (green) using the ONLINE JPG TOOLS program.

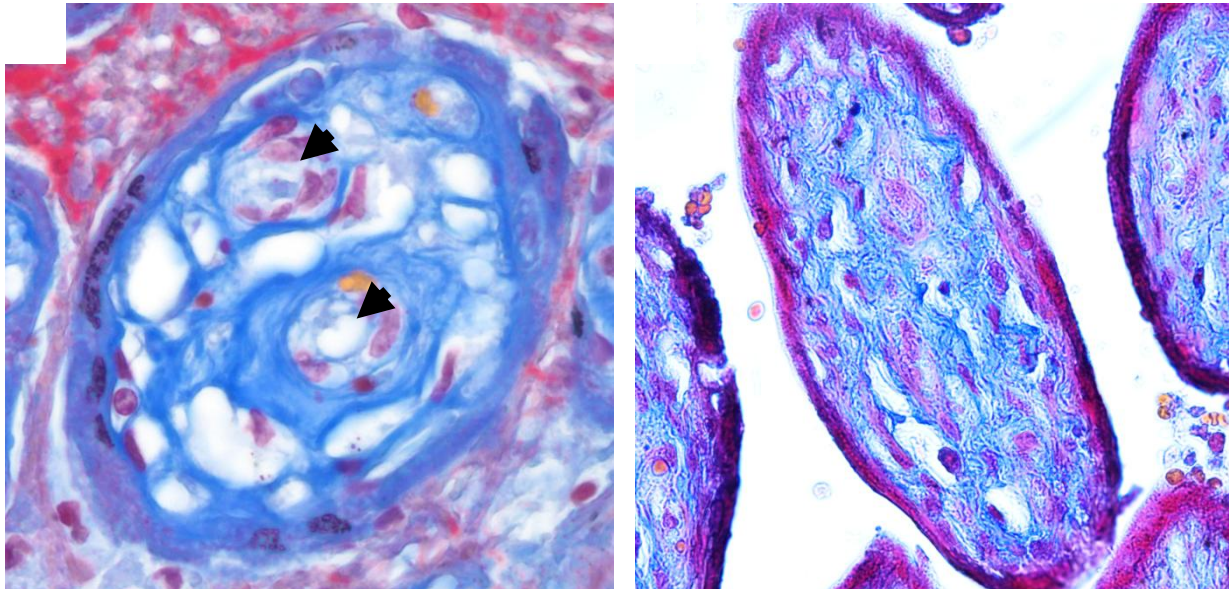


Fig. 2. Structural changes in the stroma of terminal villi in COVID-19 in a pregnant woman in groups I.2(A) and II.1(B). A – narrowing of the vascular lumen (arrow), stromal edema. B – avascular villus, stromal fibrosis (blue). MSB. A, B $\times 400$.

All main groups were characterized by a decrease in VSI: I.1, I.2; II.1, and II.2 – 0.86 [0.83; 0.98]; 0.38 [0.34; 0.51]; 0.16 [0.14; 0.24]; 0.17 [0.15; 0.19], respectively, compared to the comparison group – 2.15 [1.52; 2.81]. The lowest value was observed in cases of antenatal fetal death.

In the main groups, α -SMA-positive elements were detected in the walls of the terminal villi blood vessels (Fig. 3.B, C, D), indicating the activation of pericytes under hypoxic conditions in COVID-19 with an increase in the duration of the post-COVID interval. In the walls of the terminal villi blood vessels of the comparison group, α -SMA expression was not detected (Fig. 3.E), as smooth muscle cells are normally absent in them [14]. Such a transformation of the pericyte phenotype [15], accompanied by the acquisition of contractile properties [16], explained the reduction in capillary lumen and impaired perfusion leading to the development of placental insufficiency [13].

Additionally, the acquisition of a myofibroblast-like phenotype by pericytes leads to the development of stromal fibrosis (groups I.1 and II.1) [14]. Pericyte activation is a compensatory response to hypoxic and endothelial damage. The severity of chorionic villus damage and the rate of recovery influence the outcome of the pregnancy.

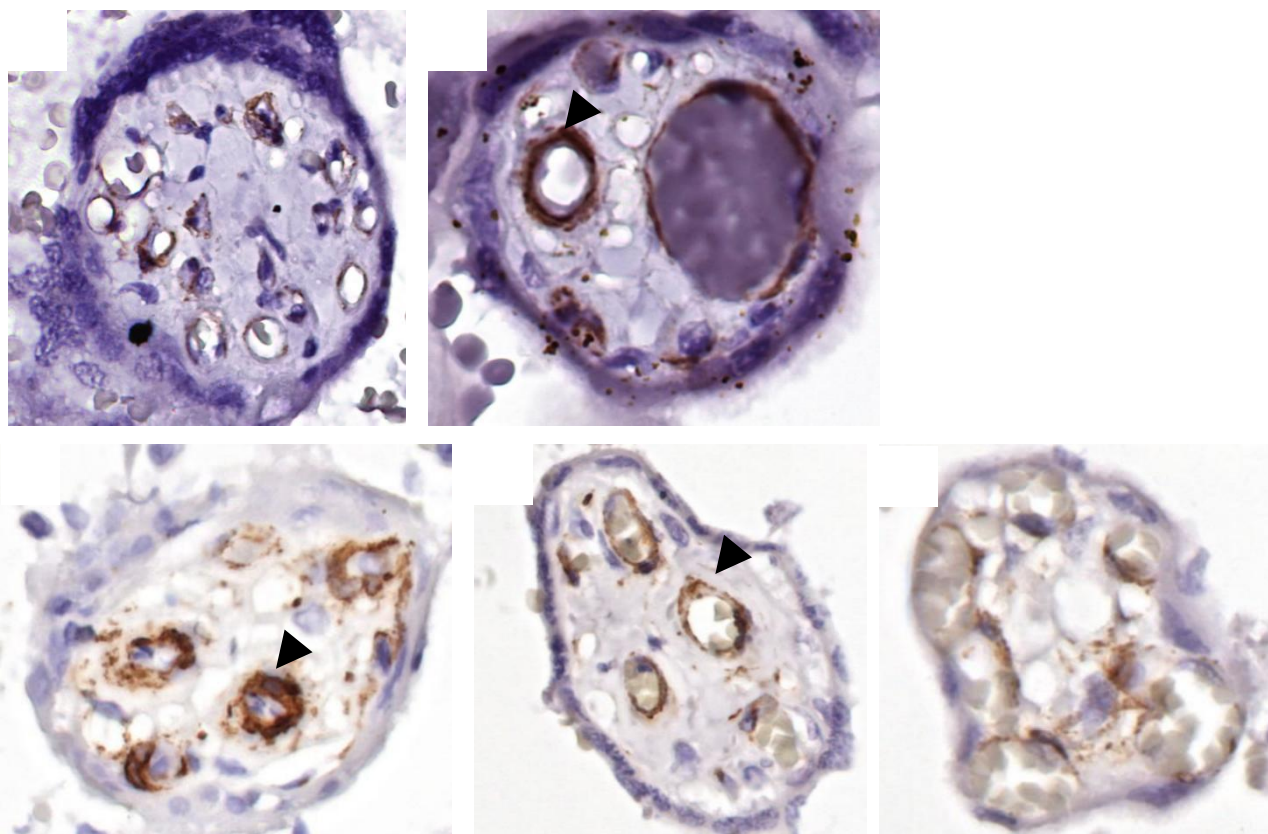


Fig. 3. Structural changes in the blood vessels of the terminal villi of the chorion in a pregnant woman with COVID-19 in the main groups and the comparison group. A – Group I.2. B – Group I.1. C – Group II.2. D – Group II.1. E – Comparison group. A–D – central location of vessels in the terminal villus. E – peripheral location of vessels in the control group. Arrow – α -SMA-positive pericytes. A–E – expression of smooth muscle actin (α -SMA); $\times 1200$.

Thus, the phenotypic transformation of pericytes in the terminal villi of the chorion in COVID-19 in a pregnant woman is a key mechanism for vascular and stromal remodeling.

Conclusions. A decrease in the stromal-vascular index of terminal chorionic villi in coronavirus disease (COVID-19) in a pregnant woman is a manifestation of chorionic villus remodeling caused by structural changes.

Author Contributions:

The author confirms their contribution to the work: concept and study design, data collection, analysis and interpretation of results, verification, reviewing, and editing – T. V. Savchuk.

The author confirms their contribution to the work: concept and study design, verification, reviewing, and editing – I. V. Leshchenko.

References:

1. Beyerstedt, S., Casaro, E.B., Rangel, É.B. (2021). COVID-19: angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) expression and tissue susceptibility to SARS-CoV-2 infection. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 40(5). <https://doi.org/10.1007/s10096-020-04138-6>

2. Tian, X., Li, C., Huang, A., et al. Potent binding of the 2019 novel coronavirus spike protein by a SARS coronavirus-specific human monoclonal antibody. *Emerging Microbes & Infections*. 2020. 9(1), 382–385. <https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1729069>
3. Bryce, C., Grimes, Z., Pujadas, E., et al. Pathophysiology of SARS-CoV-2: the Mount Sinai COVID-19 autopsy experience. *Modern Pathology*. 2021; 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41379-021-00793-y>
4. Deanfield, J.E., Halcox, J.P., Rabelink, T.J. (2007). Endothelial Function and Dysfunction. *Circulation*, 115(10), 1285–1295. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.106.652859>
5. Savchuk, T. V., Leshchenko, I. V., Vaslovich, V. V., Chernenko, O. G., & Malysheva, T. A. (2025). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) During Pregnancy: Pathomorphological Ultrastructural Changes in the Placenta. *Pathologia*, 22(3), 187–199. <https://doi.org/10.14739/2310-1237.2025.3.338824>
6. Baergen, R. N., & Heller, D. S. (2020). Placental Pathology in Covid-19 Positive Mothers: Preliminary Findings. *Pediatric and Developmental Pathology*, 23(3), 177–180. <https://doi.org/10.1177/1093526620925569>
7. Savchuk, T. (2024). Pathomorphological changes in the placenta in pregnant women with coronavirus disease (COVID-19) at 19–32 weeks of gestation. *Proceedings of the Shevchenko Scientific Society. Medical Sciences*, 73(1). <https://doi.org/10.25040/ntsh2024.01.16>
8. Giordano, G., Petrolini, C., Corradini, E., Campanini, N., Esposito, S., & Perrone, S. (2021). COVID-19 in pregnancy: placental pathological patterns and effect on perinatal outcome in five cases. *Diagnostic Pathology*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13000-021-01148-6>
9. Corbetta-Rastelli, C. M., Altendahl, M., Gasper, C., Goldstein, J., Afshar, Y., & Gaw, S. L. (2023). Analysis of placental pathology after COVID-19 by timing and severity of infection. *American Journal of Obstetrics & Gynecology, Maternal-Fetal Medicine*, 5(7), 100981–100981. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2023.100981>
10. Kramar, S., Nebesna Z., Yakymchuk Yu., Boychuk, A., Shevchuk, O., Korda, M., & Vari, S. G. (2025). Changes in Placentas of Pregnant Women Infected with COVID-19. *International Journal of Molecular Sciences*. 26(17), 8596–8596. <https://doi.org/10.3390/ijms26178596>
11. Savchuk, T. V. (2024). Pathomorphological changes in the placenta in coronavirus disease (COVID-19) in pregnant women in the second and third trimesters of pregnancy. *Medical Perspectives*, 4 (29), 84–94. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2024.4.319224>
12. Savchuk, T.V. (2024). Pathomorphological changes in the placenta during the acute phase of COVID-19 in a pregnant woman. *Eastern Ukrainian Medical Journal*, 2 (12), 323–334. [https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12\(2\):323-334](https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12(2):323-334)
13. Sohlberg, S., Mulic-Lutvica, A., Lindgren, P., Ortiz-Nieto, F., Wikström, A.-K., & Wikström, J. (2014). Placental perfusion in normal pregnancy and early and late preeclampsia: A magnetic resonance imaging study. *Placenta*, 35(3), 202–206. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2014.01.008>
14. MacPhee, C. A., Natale, B. V., Noordhof, C., Wang, S., Lima, P. D. A., & Natale, D. R. C. (2025). The regulation of placental pericyte function through transforming growth factor β -1 signaling. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20432-9>
15. Brandt, M. M., Christian, Ranganath Maringanti, Ihsan Chrifi, Kramann, R., Verhaar, M. C., Duncker, D. J., Mokry, M., & Cheng, C. (2019). Transcriptome analysis reveals microvascular endothelial cell-dependent pericyte differentiation. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51838-x>
16. Harris, S. E., Matthews, K. S. H., Palaiologou, E., Tashev, S. A., Lofthouse, E. M., Pearson-Farr, J., Goggin, P., Chatelet, D. S., Johnston, D. A., Jongen, M. S. A., Page, A. M., Cleal, J. K., & Lewis, R. M. (2021). Pericytes on placental capillaries in terminal villi preferentially cover endothelial junctions in regions furthest away from the trophoblast. *Placenta*, 104, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2020.10.032>

References:

1. Beyerstedt, S., Casaro, E. B., Rangel, É. B. (2021). COVID-19: angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) expression and tissue susceptibility to SARS-CoV-2 infection. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 40(5). <https://doi.org/10.1007/s10096-020-04138-6> [in English].
2. Tian, X., Li, C., Huang, A., Xia, S., Lu, S., Shi, Z., & Ying, T. (2020). Potent binding of the 2019 novel coronavirus spike protein by a SARS coronavirus-specific human monoclonal antibody. *Emerging Microbes & Infections*, 9(1), 382–385. <https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1729069>
3. Bryce, C., Grimes, Z., Pujadas, E., Ahuja, S., Beasley, M. B., Albrecht, R., & Petersen, B. (2021). Pathophysiology of SARS-CoV-2: the Mount Sinai COVID-19 autopsy experience. *Modern Pathology*, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41379-021-00793-y> [in English].
4. Deanfield, J.E., Halcox, J.P., & Rabelink, T.J. (2007). Endothelial Function and Dysfunction. *Circulation*, 115(10), 1285–1295. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.106.652859> [in English].
5. Savchuk, T. V., Leshchenko, I. V., Vaslovych, V. V., Chernenko, O. H., & Malysheva, T. A. (2025). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Pregnancy: Pathomorphological Ultrastructural Changes of the Placenta. [Coronavirus disease 2019 (COVID-19) in pregnancy: pathomorphological ultrastructural changes of the placenta]. *Pathologia*, 22(3), 187–199. <https://doi.org/10.14739/2310-1237.2025.3.338824> [in Ukrainian].
6. Baergen, R. N., & Heller, D. S. (2020). Placental Pathology in Covid-19 Positive Mothers: Preliminary Findings. *Pediatric and Developmental Pathology*, 23(3), 177–180. <https://doi.org/10.1177/1093526620925569> [in English].
7. Savchuk, T. (2024). Pathomorphological changes of the placenta in coronavirus disease (COVID-19) in pregnant women at 19–32 weeks of gestation. *Proceedings of the Shevchenko Scientific Society. Medical Sciences*, 73(1). <https://doi.org/10.25040/ntsh2024.01.16> [in Ukrainian].
8. Giordano, G., Petrolini, C., Corradini, E., Campanini, N., Esposito, S., & Perrone, S. (2021). COVID-19 in pregnancy: placental pathological patterns and effect on perinatal outcome in five cases. *Diagnostic Pathology*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13000-021-01148-6> [in English].
9. Corbetta-Rastelli, C. M., Altendahl, M., Gasper, C., Goldstein, J., Afshar, Y., & Gaw, S. L. (2023). Analysis of placental pathology after COVID-19 by timing and severity of infection. *American Journal of Obstetrics & Gynecology, Maternal-Fetal Medicine*, 5(7), 100981–100981. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2023.100981> [in English].
10. Kramar, S., Nebesna Z., Yakymchuk Yu., Boychuk, A., Shevchuk, O., Korda, M., & Vari, S. G. (2025). Changes in Placentas of Pregnant Women Infected with COVID-19. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(17), 8596–8596. <https://doi.org/10.3390/ijms26178596> [in English].
11. Savchuk, T. V. (2024). Pathomorphological changes of the placenta in coronavirus disease (COVID-19) in pregnant women in the second and third trimesters of pregnancy. [Pathomorphological changes of the placenta in coronavirus disease (COVID-19) in pregnant women in the second and third trimesters of pregnancy]. *Medicni Perspektivi*, 29(4), 84–94. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2024.4.319224> [in Ukrainian].
12. Savchuk, T. (2024). Pathomorphological changes of the placenta in the acute period of COVID-19 in pregnant women. *Eastern Ukrainian Medical Journal*. [Pathomorphological changes of the placenta in the acute period of COVID-19 in pregnant women]. *Eastern Ukrainian Medical Journal*, 2 (12), 323–334. [https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12\(2\):323-334](https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12(2):323-334) [in Ukrainian].
13. Sohlberg, S., Mulic-Lutvica, A., Lindgren, P., Ortiz-Nieto, F., Wikström, A.-K., & Wikström, J. (2014). Placental perfusion in normal pregnancy and early and late preeclampsia: A magnetic resonance imaging study. *Placenta*, 35(3), 202–206. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2014.01.008> [in English].

14. MacPhee, C. A., Natale, B. V., Noordhof, C., Wang, S., Lima, P. D. A., & Natale, D. R. C. (2025). The regulation of placental pericyte function through transforming growth factor β -1 signaling. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20432-9> [in English].
15. Brandt, M. M., Christian, Ranganath Maringanti, Ihsan Chrifi, Kramann, R., Verhaar, M. C., Duncker, D. J., Mokry, M., & Cheng, C. (2019). Transcriptome analysis reveals microvascular endothelial cell-dependent pericyte differentiation. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51838-x> [in English].
16. Harris, S. E., Matthews, K. S. H., Palaiologou, E., Tashev, S. A., Lofthouse, E. M., Pearson-Farr, J., Goggin, P., Chatelet, D. S., Johnston, D. A., Jongen, M. S. A., Page, A. M., Cleal, J. K., & Lewis, R. M. (2021). Pericytes on placental capillaries in terminal villi preferentially cover endothelial junctions in regions furthest away from the trophoblast. *Placenta*, 104, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2020.10.032> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 07.05.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.05.2026