

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОХИМИИ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ

Халимова Юлдуз Салохиддиновна

Азиатский международный университет

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15535962>

Аннотация. Система свертывания крови представляет собой сложный биохимический процесс, который обеспечивает остановку кровотечения и защиту организма от чрезмерной потери крови. Этот процесс включает в себя каскад реакций с участием белков плазмы, клеток и ионов кальция. Система свертывания крови функционирует в тесной взаимосвязи с системой антикоагуляции и фибринолиза, обеспечивая баланс между образованием и разрушением тромбов.

Ключевые слова: свертывание крови, гемостаз, тромбоциты, факторы свертывания, фибринолиз, антикоагулянты, тромбин, фибриноген, кальций, каскад свертывания.

Свертывание крови представляет собой сложную сеть биохимических реакций, которая активируется при нарушении целостности сосудистой системы. Целью свертывания является контроль локального перехода плазмы крови из жидкого состояния в желеобразное и, как следствие, остановка кровотечения. Любые нарушения хрупкого равновесия в этой системе приводят к серьезным последствиям, связанным с тромбозом или кровотечением.

В первой части нашего обзора мы рассмотрим современные концепции биохимии свертывания крови. Во второй части мы рассмотрим механизмы его регуляции, а в третьей мы опишем попытки применения этих фундаментальных концепций для решения практических задач в диагностике и лечении нарушений гемостаза.

Основные компоненты системы свертывания крови:

1. Факторы свертывания крови — это белковые соединения, представленные в виде неактивных ферментов (прозимогенов), которые активируются при запуске каскада свертывания. Существует 13 основных факторов свертывания, обозначенных римскими цифрами (I–XIII).
2. Клеточные элементы — тромбоциты, клетки сосудистого эндотелия и эритроциты, участвующие в процессе агрегации и образовании первичного тромба.
3. Кальций (Ca^{2+}) является важным кофактором для активации нескольких факторов свертывания крови.
4. Фосфолипиды — это мембранные компоненты клеток, которые обеспечивают сборку ферментных комплексов системы свертывания крови.

Биохимический механизм свертывания крови представляет собой каскад реакций, включающий три основные фазы:

5. Инициация — активируется либо внешний, либо внутренний путь свертывания крови. Внешний путь начинается с высвобождения тканевого фактора (фактор III), который взаимодействует с фактором VIIa и ионами кальция, активируя фактор X. Внутренний путь включает активацию фактора XII при контакте с поврежденной поверхностью, который запускает последовательную активацию факторов XI, IX и VIII.

6. Активируемый в фазе свертывания фактор X (Ха) вместе с фактором V, кальцием и фосфолипидами образует протромбиназу, которая преобразует протромбин (фактор II) в тромбин.

7. Образование фибринового сгустка — тромбин расщепляет фибриноген (фактор I) до фибрина, который полимеризуется и стабилизируется под действием фактора XIIIa, образуя прочный тромб.

Локальный переход плазмы крови из жидкого состояния в желеобразное обусловлен активацией каскада свертывания и образованием фибринового сгустка. Этот процесс начинается в месте повреждения сосуда и включает в себя следующие этапы:

Активация тромбоцитов, которые выделяют факторы, способствующие свертыванию крови.

Образование протромбиназы, которая катализирует превращение протромбина в тромбин.

Тромбин активирует фибриноген, который превращается в нерастворимые нити фибрина.

Нити фибрина образуют сетчатую структуру, которая удерживает клетки крови и белки плазмы, что приводит к переходу жидкости в желеобразное состояние.

Стабилизация сгустка под действием фактора XIII, который укрепляет межмолекулярные связи в фибрине. Этот процесс предотвращает потерю крови и способствует заживлению поврежденного сосуда.

Современные концепции биохимии свертывания крови выявили новые механизмы регуляции системы свертывания крови. Среди ключевых аспектов можно выделить:

Роль микрочастиц — внеклеточных пузырьков, секретируемых тромбоцитами и эндотелиальными клетками, играет важную роль в активации свертывания крови.

Генетические факторы — мутации в генах, кодирующих факторы свертывания крови (например, лейденский фактор V), могут привести к гиперкоагуляции и повышенному риску тромбоза.

Эффект воспаления — воспалительные процессы активируют систему свертывания крови посредством взаимодействия цитокинов и эндотелия.

Новые антикоагулянты — современные достижения в фармакологии привели к появлению новых лекарственных препаратов (например, ингибиторов фактора Ха и тромбина), которые обеспечивают более целенаправленный контроль свертываемости крови.

Система свертывания крови имеет несколько механизмов контроля:

Антикоагулянты — это белки, препятствующие чрезмерному свертыванию крови (антитромбин III, протеины C и S, гепарин).

Фибринолиз — это процесс разрушения кровяного сгустка при участии плазмина, который расщепляет нити фибрина.

Современные представления о биохимии свертывания крови основаны на детальном изучении каскадного механизма коагуляции, взаимодействия плазменных факторов и клеточных элементов. Свертывание крови представляет собой сложный многоэтапный процесс, включающий активацию как внешнего, так и внутреннего пути коагуляции, ведущий к образованию фибринового сгустка и его последующему лизису.

Исследования в области молекулярной биологии и генетики позволили выявить ключевые регуляторные механизмы, участвующие в гемостазе, включая роль эндотелия,

тромбоцитов и плазменных ингибиторов свертывания. Особое внимание уделяется изучению протеолитической активности тромбина, механизму фибринолиза и антикоагулянтных систем, таких как антитромбин III, протеин C и S.

Современные технологии позволяют не только глубже понять патогенез нарушений гемостаза, но и разрабатывать инновационные методы диагностики и лечения тромбозов и коагулопатий. Генетические исследования и биоинженерия открывают перспективы персонализированной медицины, направленной на коррекцию свертывающей системы крови с учетом индивидуальных особенностей пациента.

Таким образом, биохимия свертывания крови остается актуальной областью научных исследований, направленной на совершенствование терапевтических подходов и повышение эффективности профилактики тромботических и геморрагических состояний.

REFERENCES

1. Халимова, Ю. С. (2021). MORPHOFUNCTIONAL ASPECTS OF THE HUMAN BODY IN THE ABUSE OF ENERGY DRINKS. *Новый день в медицине*, 5(37), 208-210.
2. Халимова, Ю. С. (2022). МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЯИЧНИКОВ КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОФЕИН СОДЕРЖАЩИХ НАПИТОК. *Gospodarka i Innowacje.*, 23, 368-374.
3. Salokhiddinovna, X. Y. (2023). INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS ON THE MALE REPRODUCTIVE SYSTEM. *EUROPEAN JOURNAL OF MODERN MEDICINE AND PRACTICE*, 3(10), 6-13.
4. Халимова, Ю. С., & Шокиров, Б. С. (2022). МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ АЛКОГОЛИЗМЕ. *Scientific progress*, 3(2), 782-789.
5. Halimova, Y. S. (2023). Morphological Aspects of Rat Ovaries When Exposed to Caffeine Containing Drink. *BEST JOURNAL OF INNOVATION IN SCIENCE, RESEARCH AND DEVELOPMENT*, 2(6), 294-300.
6. Halimova, Y. S., Shokirov, B. S., & Khasanova, D. A. (2023). Reproduction and Viability of Female Rat Offspring When Exposed To Ethanol. *Procedia of Engineering and Medical Sciences*, 32-35.
7. Salokhiddinovna, H. Y. (2023). Morphological Features of the Human Body in Energy Drink Abuse. *EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION*, 3(5), 51-53.
8. Халимова, Ю. С., & Шокиров, Б. С. (2022). СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ АСПЕКТАХ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА ПРИ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ НАПИТКАМИ. *PEDAGOGS jurnali*, 4(1), 154-161.
9. Halimova, Y. S. (2023). Morphofunctional Aspects of Internal Organs in Chronic Alcoholism. *AMALIY VA TIBBIYOT FANLARI ILMIY JURNALI*, 2(5), 83-87.
10. Shokirov, B. S. (2021). Halimova Yu. S. Antibiotic-induced rat gut microbiota dysbiosis and salmonella resistance Society and innovations.
11. Халимова, Ю. С., & Шокиров, Б. С. (2021). Репродуктивность и жизнеспособность потомства самок крыс при различной длительности воздействия этанола. In *Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения*:

Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов, посвященной году науки и технологий, (Екатеринбург, 8-9 апреля 2021): в 3-х т.. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

12. Khalimova, Y. S. BS Shokirov Morphological changes of internal organs in chronic alcoholism. *Middle European scientific bulletin*, 12-2021.
13. Шокиров, Б. С., & Халимова, Ю. С. (2022). ДИСБИОЗ ВЫЗВАННЫЙ АНИБИОТИКАМИ КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ КРЫС И УСТОЙЧИВОСТЬ К САЛМОНЕЛЛАМ. *Scientific progress*, 3(2), 766-772.
14. Salokhiddinovna, X. Y. (2023). Clinical Features of the Course of Vitamin D Deficiency in Women of Reproductive Age. *EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION*, 3(11), 28-31.
15. Шокиров, Б., & Халимова, Ю. (2021). Антибиотик-индуцированный дисбиоз микробиоты кишечника крыс и резистентность к сальмонеллам. *Общество и инновации*, 2(4/S), 93-100.
16. Salokhiddinovna, X. Y. (2023). MORPHOLOGICAL CHANGES IN PATHOLOGICAL FORMS OF ERYTHROCYTES. *EUROPEAN JOURNAL OF MODERN MEDICINE AND PRACTICE*, 3(11), 20-24.
17. Salokhiddinovna, X. Y. (2023). ERITROTSITLAR PATOLOGIK SHAKLLARINING MORFOLOGIK O'ZGARISHLARI. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 33(1), 167-172.
18. Шокиров, Б., & Халимова, Ю. (2021). Antibiotic-induced rat gut microbiota dysbiosis and salmonella resistance. *Общество и инновации*, 2(4/S), 93-100.
19. Шокиров, Б. С., & Халимова, Ю. С. (2021). Пищеварительная функция кишечника после коррекции экспериментального дисбактериоза у крыс бифидобактериями. In *Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов, посвященной году науки и технологий, (Екатеринбург, 8-9 апреля 2021): в 3-х т..* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
20. Salokhiddinovna, X. Y. (2023). Anemia of Chronic Diseases. *Research Journal of Trauma and Disability Studies*, 2(12), 364-372.
21. Salokhiddinovna, X. Y. (2023). MALLORY WEISS SYNDROME IN DIFFUSE LIVER LESIONS. *Journal of Science in Medicine and Life*, 1(4), 11-15.
22. Salokhiddinovna, X. Y. (2023). SURUNKALI KASALLIKLARDA UCHRAYDIGAN ANEMIYALAR MORFO-FUNKSIONAL XUSUSIYATLARI. *Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi*, 10(3), 180-188.
23. Халимова, Ю. С. (2024). КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИТАМИНА D В ФОРМИРОВАНИЕ ПРОТИВОИНФЕКЦИОННОГО ИММУНИТА. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 36(3), 86-94.

24. Saloxiddinovna, X. Y. (2024). CLINICAL FEATURES OF VITAMIN D EFFECTS ON BONE METABOLISM. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 36(5), 90-99.
25. Saloxiddinovna, X. Y. (2024). CLINICAL AND MORPHOLOGICAL ASPECTS OF AUTOIMMUNE THYROIDITIS. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 36(5), 100-108.
26. Saloxiddinovna, X. Y. (2024). MORPHOFUNCTIONAL FEATURES BLOOD MORPHOLOGY IN AGE-RELATED CHANGES. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 14(4), 146-158.
27. Saloxiddinovna, X. Y. (2024). CLINICAL MORPHOLOGICAL CRITERIA OF LEUKOCYTES. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 14(4), 159-167.
28. Saloxiddinovna, X. Y. (2024). Current Views of Vitamin D Metabolism in the Body. *Best Journal of Innovation in Science, Research and Development*, 3(3), 235-243.
29. Saloxiddinovna, X. Y. (2024). MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF THE STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF THE OVARIES. *EUROPEAN JOURNAL OF MODERN MEDICINE AND PRACTICE*, 4(4), 220-227.
30. Saloxiddinovna, X. Y. (2024). Modern Views on the Effects of the Use of Cholecalciferol on the General Condition of the Bod. *JOURNAL OF HEALTHCARE AND LIFE-SCIENCE RESEARCH*, 3(5), 79-85.
31. Халимова, Ю. С., & Хафизова, М. Н. (2024). МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЯИЧНИКОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ). *TADQIQOTLAR. UZ*, 40(5), 188-198.
32. Халимова, Ю. С. (2024). Морфологические Особенности Поражения Печени У Пациентов С Синдромом Мэллори-Вейса. *Journal of Science in Medicine and Life*, 2(6), 166-172.
33. Xalimova, Y. S. (2024). Morphology of the Testes in the Detection of Infertility. *Journal of Science in Medicine and Life*, 2(6), 83-88.
34. KHALIMOVA, Y. S. (2024). MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF TESTICULAR AND OVARIAN TISSUES OF ANIMALS IN THE AGE ASPECT. *Valeology: International Journal of Medical Anthropology and Bioethics*, 2(9), 100-105.
35. Salokhiddinovna, K. Y. (2024). IMMUNOLOGICAL CRITERIA OF REPRODUCTION AND VIABILITY OF FEMALE RAT OFFSPRING UNDER THE INFLUENCE OF ETHANOL. *EUROPEAN JOURNAL OF MODERN MEDICINE AND PRACTICE*, 4(10), 200-205.
36. Salokhiddinovna, K. Y., Saifiloevich, S. B., Barnoevich, K. I., & Hikmatov, A. S. (2024). THE INCIDENCE OF AIDS, THE DEFINITION AND CAUSES OF THE DISEASE. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 55(2), 195-205.
37. Nematilloevna, K. M., & Salokhiddinovna, K. Y. (2024). IMPORTANT FEATURES IN THE FORMATION OF DEGREE OF COMPARISON OF ADJECTIVES IN LATIN. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 55(2), 150-157.
38. Saloxiddinovna, X. Y., & Ne'matillaevna, X. M. (2024). FEATURES OF THE STRUCTURE OF THE REPRODUCTIVE ORGANS OF THE FEMALE

- BODY. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 55(2), 179-183.
39. Хафизова, М. Н., & Халимова, Ю. С. (2024). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ОТРЕЗКОВ В НАИМЕНОВАНИЯХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ФАРМАЦЕВТИКЕ. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 55(2), 172-178.
40. Хафизова, М. Н., & Халимова, Ю. С. (2024). МОТИВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ ЛАТЫНИ И МЕДИЦИНСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 55(2), 165-171.
41. Халимова, Ю. С., & Хафизова, М. Н. (2024). ОСОБЕННОСТИ СОЗРЕВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЯИЧНИКОВ. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, 55(2), 188-194.
42. Халимова, Ю. С., & Хафизова, М. Н. (2024). КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИЦ ЗЛОУПОТРЕБЛЯЮЩЕЕСЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ НАПИТКАМИ. *TADQIQOTLAR. UZ*, 40(5), 199-207.
43. Халимова, Ю. С., & Хафизова, М. Н. (2024). кафедра Клинических наук Азиатский международный университет Бухара, Узбекистан. *Modern education and development*, 10(1), 60-75.
44. Халимова, Ю. С., & Хафизова, М. Н. (2024). КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ У ЛИЦ, СТРАДАЮЩИХ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ. *TADQIQOTLAR. UZ*, 40(5), 240-250.
45. Халимова, Ю. С., & Хафизова, М. Н. (2024). МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ. *Modern education and development*, 10(1), 76-90.
46. Khalimova, Y. S. (2024). Features of Sperm Development: Spermatogenesis and Fertilization. *American Journal of Bioscience and Clinical Integrity*, 1(11), 90-98.
47. Salokhiddinovna, K. Y., & Nematilloevna, K. M. (2024). MODERN MORPHOLOGY OF NEMATOPHOETIC ORGANS. *Modern education and development*, 16(9), 50-60.
48. Khalimova, Y. (2025). MORPHOLOGY OF PATHOLOGICAL FORMS OF PLATELETS. *Modern Science and Research*, 4(2), 749-759.
49. Salokhiddinovna, K. Y., & Nematilloevna, K. M. (2025). MODERN MORPHOLOGY OF NEMATOPHOETIC ORGANS. *Modern education and development*, 19(2), 498-508.
50. Халимова, Ю. С., & Хафизова, М. Н. (2025). СОВРЕМЕННАЯ МОРФОЛОГИЯ КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ. *Modern education and development*, 19(2), 487-497.
51. Халимова, Ю. С., & Хафизова, М. Н. (2025). ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРНАЯ МОРФОЛОГИЯ НЕФРОНОВ. *Modern education and development*, 19(2), 464-475.
52. Salokhiddinovna, X. Y., & Nematilloevna, X. M. (2025). NEFRONLARNING GISTOLOGIK TUZILISH MORFOLOGIYASI. *Modern education and development*, 19(2), 509-520.
53. Salokhiddinovna, X. Y., & Ne'matilloevna, X. M. (2025). QON YARATUVCHI A'ZOLARNING ZAMONAVIY MORFOLOGIYASI. *Modern education and development*, 19(2), 476-486.