
PHYSIOLOGICAL AND PHARMACOLOGICAL FOUNDATIONS OF GENERAL ANESTHESIA IN MODERN MEDICAL PRACTICE

Aleksandra Aleksandrovska

Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip, Republic of North Macedonia,
aleksandra.211592@ugd.edu.mk

Maja Mojsova Mijovska

Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip, Republic of North Macedonia,
maja.mojsova@ugd.edu.mk

Abstract: General anesthesia represents one of the key components of modern medical practice, enabling the performance of complex surgical and diagnostic procedures without pain and psychological trauma for the patient. It represents a controlled and reversible state of unconsciousness, analgesia, and muscle relaxation achieved through the administration of various pharmacological agents. Understanding the physiological and pharmacological foundations of general anesthesia is essential for its safe and effective implementation in clinical practice. This paper attempts to elaborate on the physiological and pharmacological foundations of general anesthesia. Special emphasis is placed on the mechanisms through which anesthetic agents affect the central nervous system, vital functions, and systemic homeostasis. The aim is to present, through scientific evidence and clinical experience, how anesthesia alters the functioning of the human body and which factors determine its effectiveness and safety. An analytical approach was applied, including a review of relevant scientific literature and an analysis of data from the Public Health Institution General Hospital Kumanovo concerning patients operated on under general anesthesia during the period from 2023 to 2024. The main results indicate that general anesthesia causes significant changes in neuronal connectivity, respiratory and cardiovascular stability, and metabolic processes. Different anesthetic agents exhibit specific profiles of action, and monitoring the depth of anesthesia is essential. Analysis of hospital data showed an increase in the number of patients undergoing surgery under general anesthesia. Additionally, proper preparation of the patient before the induction of general anesthesia is of great importance in reducing the risk of complications. Preoperative assessment includes a detailed medical history, physical examination, and evaluation of the patient's overall health status, as well as identification of possible risk factors. The appropriate choice of anesthetic agents and techniques is made individually, depending on the type of surgical procedure, the patient's age, and the presence of comorbidities. This individualized approach enables greater patient safety, better control of vital functions, and faster postoperative recovery.

Keywords: general anesthesia, physiology, pharmacology, monitoring, clinical practice

ФИЗИОЛОШКИ И ФАРМАКОЛОШКИ ОСНОВИ НА ОПШТА АНЕСТЕЗИЈА ВО СОВРЕМЕНА МЕДИЦИНСКА ПРАКСА

Александра Александровска

Факултет за Медицински Науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Р.Северна Македонија,
aleksandra.211592@ugd.edu.mk

Маја Мојсова Мијовска

Факултет за Медицински Науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Р.Северна Македонија,
maja.mojsova@ugd.edu.mk

Апстракт: Општата анестезија претставува една од клучните компоненти на современа медицинска пракса, овозможувајќи изведување на сложени хирушки и дијагностички интервенции без болка и психолошка траума кај пациентот. Таа претставува контролирана реверзибилна состојба на несвест, аналгезија и мускулна релаксација која се постигнува преку примена на различни фармаколошки агенси. Разбирањето на физиолошките и фармаколошките основи на општа анестезија е од суштинско значење за безбедност и ефективно нејзино спроведување. Во овој труд е направен обид за елаборирање на физиолошките и фармаколошките основи на општата анестезија. Посебен акцент е ставен на механизмите преку кои анестетиците влијаат врз централниот нервен систем, виталните функции и системската хомеостаза. Целта е преку научни докази и клинички искуства да се прикаже како анестезијата го менува функционирањето на организмот и кои фактори ја одредуваат нејзината ефикасност и безбедност. Во трудот е применет аналитички пристап со преглед на релевантна научна литература и анализирање на податоци од

ЈЗУ Општа Болница Куманово за пациентите оперирани под општа анестезија во периодот од 2023 година до 2024 година. Главните резултати укажуваат дека општата анестезија предизвикува значајни промени во невронската поврзаност, респираторната и кардиоваскуларната стабилност и во метаболичките процеси. Различните анестетици имаат специфични профили на дејство, а мониторингот на длабочината на анестезија е неопходен. Анализата на болничките податоци покажа раст на бројот на пациенти оперирани со општа анестезија. Дополнително, правилната подготовка на пациентот пред воведување во општа анестезија е од големо значење за намалување на ризикот од компликации. Предоперативната проценка вклучува детална анамнеза, физикален преглед и проценка на општата здравствена состојба на пациентот, како и идентификација на можни ризик фактори. Соодветниот избор на анестетички средства и техники се прави индивидуално, во зависност од видот на хируршката интервенција, возраста на пациентот и присуството на придружни заболувања. Ваквиот индивидуализиран пристап овозможува поголема безбедност, подобра контрола на виталните функции и побрзо постоперативно закрепнување на пациентот.

Клучни зборови: општа анестезија, физиологија, фармакологија, мониторинг, клиничка практика

1. ВОВЕД

Лекар (анестезиолог или хирург) го препорачува најдобриот вид анестезија за операција врз основа на целокупното здравје на пациентот и хируршките преференции. Видот на анестезија зависи од состојбата на пациентот, а конечната одлука за видот на анестезија што се користи за кој било вид хируршка процедура ја донесува анестезиологот. Општата анестезија претставува контролирана и реверзибилна состојба на губење на свест која се постигнува со примена на анестетички лекови. Нејзината цел е да овозможи безболно изведување на хируршки интервенции и да обезбеди оптимални услови за работа на хируршкиот тим. Во текот на анестезијата доаѓа до промени во активноста на централниот нервен систем, како и во функцијата на кардиоваскуларниот и респираторниот систем. Целта на овој труд е да ги објасни физиолошките и фармаколошките основи на општата анестезија и да ја прикаже нејзината улога од перспектива на вистинските клинички податоци преку анализа на механизмите во централниот нервен систем, кардиоваскуларните и респираторните промени и реакциите на хомеостазата под анестезија. Се обработуваат најважните фармаколошки групи - интравенски, инхалациони и адјувантни агенси и начините на кои тие ја модулираат свеста, болката, мускулниот тонус и метаболизмот. Вклучена е и анализа на податоци од ЈЗУ Општа Болница Куманово за пациенти оперирани под општа анестезија во периодот 2023 година до 2024 година. Иако темата е широка, трудот има јасно поставена теза: општата анестезија е сложена, но корисна интервенција која бара длабоко познавање на физиологијата, прецизен избор на фармаколошки агенси и внимателен клинички надзор за да се обезбеди безбедност на пациентот.

2. ЦЕЛ

Главната цел е анализа на физиолошките и фармаколошките основи на општата анестезија, со акцент на: физиолошките промени во ЦНС, кардиоваскуларниот и респираторниот систем, дејството и класификацијата на анестетичките агенси, клиничката примена и безбедноста на пациентот

3. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

Оваа студија е спроведена врз основа на ретроспективна анализа на податоци собрани од Јавната здравствена установа Општа болница Куманово, во периодот од јануари 2023 до декември 2024 година. Истражувањето се фокусира на пациенти кои биле подложени на хируршки интервенции под општа анестезија, со цел да се испитаат физиолошките промени за време на анестезијата, како и употребените фармаколошки агенси и нивните ефекти. Во анализата се вклучени податоци од медицинска документација, анестезиолошки листи, оперативни извештаи и постоперативни белешки. Вклучени се пациенти на возраст над 18 години, без оглед на полот, кои биле подложени на планирани или итни оперативни зафати под општа анестезија.

4. РЕЗУЛТАТИ

Примената на општа анестезија доведува до контролирано намалување на активноста на централниот нервен систем и до физиолошки промени во респираторната и кардиоваскуларната функција. Во клиничката практика најчесто се користат интравенски и инхалациони анестетици, чиј избор зависи од состојбата на пациентот и видот на хируршката интервенција. Фармаколошки агенси како пропофол, севофлуран и опиоиди се применуваат зависно од клиничката состојба на пациентот. Прецизното дозирање и мониторирање го намалуваат ризикот од несакани ефекти и обезбедуваат сигурна хируршка интервенција.

Табела 1: Општа анестезија во периодот 2023-2024 година во ЈЗУ Општа Болница Куманово

Година	Хирургија	Гинекологија	Вкупно
2023	347	54	401
2024	420	64	484

Извор: ЈЗУ Општа Болница Куманово

5. ДИСКУСИЈА

Во современата медицинска практика анестезијата се планира индивидуално за секој пациент. При изборот на анестетичка техника се земаат предвид возраста, придружните заболувања и видот на хируршката интервенција. Мониторингот на виталните параметри како артериски притисок, срцева фреквенција, кислородна сатурација и електрокардиографија претставува основен дел од безбедната анестезија. Дополнително, мониторингот на длабочината на анестезијата овозможува оптимално дозирање на лековите. Развојот на современи технологии и нови фармаколошки агенци значително ја подобри безбедноста на пациентите за време на хируршките интервенции.

6. ЗАКЛУЧОК

Континуираното следење на многу физиолошки параметри ја направи општата анестезија многу предвидлива. Општата анестезија стана добро воспоставен, рутински метод за изведување ортопедски хируршки зафати. Способноста за прецизно следење на состојбата на пациентот за време на операцијата и брзо и лесно прилагодување на нивото на анестезија значи дека ја користиме само вистинската доза на лекови. И двајцата лекари можат да бидат апсолутно сигурни во секое време дека состојбата на анестезија е сè уште доволна, додека количината на употребени лекови не е надмината. Ова намалување на анестетикот на потребниот минимум обезбедува високо ниво на безбедност за време на општа анестезија, дури и за пациенти со значајни хронични заболувања. Анестетиците ја нарушуваат интеграцијата на нервните мрежи, го намалуваат метаболизмот и предизвикуваат серија физиолошки промени кои бараат прецизно клиничко управување. Фармаколошките карактеристики на интравенските и инхалационите агенци (пропофол, кетамин, етомидат, севофлуран, десфлуран и др.) покажуваат дека изборот на агенс не е ист за секого. Корисни се и комбинации и адјуванти (опиоиди, релаксанти, бензодиазепини) за намалување на дозите и подобрување на хемодинамичката стабилност, но сепак носат ризици (на пример, адренална супресија од етомидат). Мониторингот и безбедносните протоколи се апсолутно важни. Мониторингот на длабочината на анестезија (DGA) е важен за безбедна и ефикасна анестезија и индиректните EEG/AEP-индекси не ги елиминираат потребата од клиничка проценка. Анализата на податоците од ЈЗУ Општа Болница Куманово (2023-2024) покажа раст на бројот на пациенти оперирани под општа анестезија (хирургија 347 на 420; гинекологија 54 на 64). Затоа препорачливо е болниците да ги планираат ресурсите и едукативните програми според ваквите трендови. Така, општата анестезија се покажа како сложен систем на медицинска пракса каде што физиологијата, фармакологијата, технологијата и човечкиот фактор се меѓусебно поврзани.

БЛАГОДАРНОСТ

Авторот изразува искрена благодарност до менторот проф. д-р Маја Мојсовска за стручната поддршка, насоки и конструктивни сугестии во текот на изработката на овој труд. Посебна благодарност се упатува до ЈЗУ Општа болница Куманово за овозможениот пристап до релевантните податоци и статистички резултати од одделенијата за гинекологија и хирургија за периодот 2023–2024 година, кои беа од значајна важност за реализацијата и анализа на истражувањето поврзано со примената на општата анестезија.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Azevedo, F. A., Carvalho, L. R., Grinberg, L. T., Farfel, J. M., Ferretti, R. E., Leite, R. E., ... & Herculano-Houzel, S. (2009). Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. *Journal of Comparative Neurology*, 513(5), 532-541.
- Barker, S. J., Gamel, D. M., & Tremper, K. K. (1987). Cardiovascular effects of anesthesia and operation. *Critical care clinics*, 3(2), 251-268.
- ClinicalGate. (2025). Central nervous system effects of the inhalation agents.
- Conzen, P., & Nuscheler, M. (1996). Neue Inhalationsanästhetika. *Der Anaesthetist*, 45(8), 674-693.
- Eisen, A. J., Kozachkov, L., Bastos, A. M., Donoghue, J. A., Mahnke, M. K., Brincat, S. L., ... & Miller, E. K. (2024). Propofol anesthesia destabilizes neural dynamics across cortex. *Neuron*, 112(16), 2799-2813.

- Hedenstierna, G., & Edmark, L. (2015). Effects of anesthesia on the respiratory system. *Best practice & research Clinical anaesthesiology*, 29(3), 273-284.
- Ivascu, R., Torsin, L. I., Hostiuc, L., Nitipir, C., Corneci, D., & Dutu, M. (2024). The surgical stress response and anesthesia: a narrative review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(10), 3017.
- Khan, J., Patel, P., & Liu, M. (2024). Desflurane. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Kissin, I. (2023). Antinociceptive agents as general anesthetic adjuncts: Supra-additive and infra-additive interactions. *Anesthesia & Analgesia*, 137(6), 1198-1207.
- Krieg, N., Baumbach, P., Ceanga, I. A., Standke, A., Gräler, M. H., Claus, R. A., ... & Coldewey, S. M. (2025). Prognostic value of perioperative changes in serum primary metabolites in patients after major surgery under general anesthesia: an exploratory secondary analysis of the TAPIR trial. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*, 1-12.
- Li, Y., Li, F., Zheng, H., Jiang, L., Peng, Y., Zhang, Y., ... & Xu, P. (2021). Recognition of general anesthesia-induced loss of consciousness based on the spatial pattern of the brain networks. *Journal of Neural Engineering*, 18(5), 056039.
- Mock-Ohnesorge, J., Mock, A., Hackert, T., Fröhling, S., Schenz, J., Poschet, G., ... & Weigand, M. A. (2021). Perioperative changes in the plasma metabolome of patients receiving general anesthesia for pancreatic cancer surgery. *Oncotarget*, 12(10), 996.
- Musizza, B., & Ribaric, S. (2010). Monitoring the depth of anaesthesia. *Sensors*, 10(12), 10896-10935.
- Radkowski, P., Szewczyk, M., Grażewicz, M., Sobolewski, K., & Onichimowski, D. (2025). Use of Muscle Relaxants in Emergency Medicine: A Review. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 31, e949876.
- Sattar, Y., Wilson, J., Khan, A. M., Adnan, M., Larios, D. A., Shrestha, S., ... & Patel, N. (2018). A review of the mechanism of antagonism of N-methyl-D-aspartate receptor by ketamine in treatment-resistant depression. *Cureus*, 10(5).
- Shan, J., Sun, L., Wang, D., & Li, X. (2015). Comparison of the neuroprotective effects and recovery profiles of isoflurane, sevoflurane and desflurane as neurosurgical pre-conditioning on ischemia/reperfusion cerebral injury. *International Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 8(2), 2001.