ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ АДСОРБЦИИ И АБСОРБЦИИ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДАХ ЛЕЧЕНИЯ

Абдужабборов Озодбек Азиз угли,
Абдуразакова Фарзона Салохиддин кизи,
Мазлонова Марджона Марупбой кизи
Студенты 1-го курса лечебного факультета Самаркандского государственного медицинского университета
Научный руководитель:
Кодиров Бехзод Гофурович,
ассистент кафедры медицинской химии
Самаркандского государственного медицинского университета
Самарканд, Узбекистан

Аннотация. В статье рассматриваются физико-химические основы адсорбции и абсорбции, их роль в жизнедеятельности организма человека и применение в медицине. Анализируются различия между данными процессами, их значение для газообмена, всасывания лекарственных средств, распределения веществ в биологических средах и выведения токсичных соединений. Особое внимание уделяется применению активированного угля, энтеросорбентов, гемоперфузии и гемодиализа. Понимание механизмов адсорбции и абсорбции имеет важное значение для медицинской химии, фармации и клинической токсикологии.

Ключевые слова: адсорбция, абсорбция, сорбция, десорбция, адсорбент, активированный уголь, энтеросорбция, гемоперфузия, гемодиализ, биологическая мембрана, детоксикация.

THE SIGNIFICANCE OF ADSORPTION AND ABSORPTION PROCESSES IN HUMAN PHYSIOLOGY AND THERAPEUTIC METHODS

Abdujabborov Ozodbek Aziz ugli,
Abdurazqova Farzona Saloxiddin qizi,
Mazlonova Marjona Marupboy qizi
First-year students of the Faculty of General Medicine,
Samarkand State Medical University
Scientific Supervisor:
Behzod Gofurovich Kodirov,
Assistant Lecturer, Department of Medical Chemistry,
Samarkand State Medical University
Samarkand, Uzbekistan

Abstract. This article examines the physicochemical principles of adsorption and absorption, their roles in human physiology, and their applications in medicine. The differences between these processes and their significance in gas exchange, drug absorption, substance distribution in biological systems, and toxin elimination are discussed. Particular attention is given to activated charcoal, enterosorbents,

hemoperfusion, and hemodialysis. Understanding these processes is important for medical chemistry, pharmacy, and clinical toxicology.

Keywords: adsorption, absorption, sorption, desorption, adsorbent, activated charcoal, enterosorption, hemoperfusion, hemodialysis, biological membrane, detoxification.

Введение. Жизнедеятельность организма человека зависит от взаимодействия веществ, их распределения в биологических средах и способности проникать через биологические барьеры. К таким процессам относятся всасывание питательных веществ, газообмен в лёгких, транспорт лекарственных средств и выведение токсичных соединений. Для понимания этих явлений важное значение имеют физико-химические процессы адсорбции и абсорбции.

Адсорбция представляет собой накопление частиц вещества на поверхности другого вещества, тогда как абсорбция характеризуется проникновением вещества в объём поглощающей среды. Оба процесса относятся к сорбционным явлениям, однако различаются механизмами и условиями протекания.

В медицинской практике адсорбция используется при лечении некоторых отравлений, проведении гемоперфузии, лабораторной диагностике и разработке лекарственных средств. Абсорбция и связанные с ней процессы переноса веществ имеют значение для понимания пищеварения, дыхания и фармакокинетики.

Актуальность темы обусловлена необходимостью изучения физико-химических основ этих процессов и их значения для физиологии человека и современных методов лечения.

Цель и задачи исследования

Цель исследования - изучить физико-химические особенности адсорбции и абсорбции, их биологическое значение и применение в медицинской практике.

Основные задачи исследования:

1. Раскрыть сущность процессов адсорбции и абсорбции.
2. Рассмотреть факторы, влияющие на их эффективность.
3. Охарактеризовать значение данных процессов в физиологии человека.
4. Проанализировать применение сорбентов в медицине и фармации.
5. Рассмотреть физико-химические основы гемоперфузии и гемодиализа.

Материалы и методы исследования

Статья носит теоретико-аналитический характер. Материалами исследования послужили научные источники по физической химии, медицинской химии, физиологии, фармакологии и клинической токсикологии. Использованы методы анализа литературы, сравнения, классификации и обобщения.

Рассмотрение процессов адсорбции и абсорбции осуществлялось на основе физико-химических закономерностей с учётом их биологического и клинического значения. Новые клинические эксперименты не проводились; выводы основаны на теоретическом анализе научных данных.

Физико-химические основы адсорбции и абсорбции

Адсорбция и её механизм

Адсорбция - это процесс накопления частиц вещества на поверхности другого вещества. Материал, на поверхности которого происходит накопление, называется адсорбентом, а поглощаемое вещество - адсорбатом.

Эффективность адсорбции зависит от площади поверхности, пористости и химической природы адсорбента, свойств адсорбата, температуры и состава среды. По механизму различают физическую адсорбцию, обусловленную межмолекулярными взаимодействиями, и химическую адсорбцию, при которой возможно образование химических связей между веществом и поверхностью.

Активированный уголь обладает высокой пористостью и большой удельной площадью поверхности, благодаря чему способен связывать некоторые лекарственные вещества и токсичные соединения. При этом эффективность зависит от химического строения вещества и его сродства к поверхности угля.

Адсорбция может быть обратимой. Процесс высвобождения ранее адсорбированного вещества называется десорбцией. Соотношение этих процессов определяет состояние сорбционного равновесия.

Абсорбция и её механизм

Абсорбция - это проникновение вещества из газа, жидкости или раствора в объём другой среды с последующим распределением в ней. Например, растворение газа в жидкости сопровождается переходом молекул через границу раздела фаз и их распространением в объёме жидкости.

На абсорбцию влияют растворимость вещества, температура, концентрация, парциальное давление и скорость диффузии.

Основное различие между адсорбцией и абсорбцией заключается в месте накопления вещества: при адсорбции оно концентрируется на поверхности, а при абсорбции проникает в объём среды. В некоторых системах оба процесса могут происходить одновременно.

Всасывание лекарственных средств из желудочно-кишечного тракта представляет собой более сложный физиологический процесс, включающий растворение, диффузию через биологические мембраны, активный транспорт и другие механизмы.

Сравнение процессов

Характеристика	Адсорбция	Абсорбция
Сущность	Накопление на поверхности	Проникновение в объём
Основные факторы	Площадь поверхности, пористость, свойства поверхности	Растворимость, концентрация, диффузия
Пример	Связывание токсинов активированным углём	Растворение газа в жидкости
Медицинское значение	Энтеросорбция, гемоперфузия	Перенос веществ в биологических средах

Термин «сорбция» используется как общее обозначение процессов связывания вещества поверхностью или его проникновения в другую среду.

Значение адсорбции и абсорбции в организме человека

Пищеварение и всасывание питательных веществ

Усвоение питательных веществ включает физико-химические и физиологические процессы. Белки расщепляются до аминокислот и небольших пептидов, углеводы - до моносахаридов, а жиры - до жирных кислот и других компонентов. Образовавшиеся вещества проходят через эпителий кишечника во внутреннюю среду организма.

В процессе всасывания участвуют пассивная и облегчённая диффузия, активный транспорт и специализированные мембранные механизмы. Ворсинки и микроворсинки тонкой кишки увеличивают площадь всасывающей поверхности, способствуя эффективному усвоению питательных веществ.

Растворимость, молекулярное строение и липофильность лекарственных веществ влияют на их проникновение через мембраны. Однако эффективность всасывания определяется совокупностью факторов, включая растворимость и активность транспортных систем.

Газообмен в дыхательной системе

Газообмен в лёгких осуществляется посредством диффузии кислорода и диоксида углерода через альвеолярно-капиллярную мембрану. Газы перемещаются в направлении градиента парциального давления.

Кислород поступает из альвеол в кровь и обратимо связывается с гемоглобином эритроцитов. Диоксид углерода переносится кровью в лёгкие и удаляется при выдохе. Растворение газов в крови связано с их физико-химическими свойствами, а связывание кислорода с гемоглобином определяется особенностями химии биологических комплексов.

Уменьшение площади альвеолярной поверхности, повреждение лёгочной ткани или нарушение кровообращения могут ухудшать газообмен. Поэтому изучение диффузии и распределения веществ важно для понимания физиологии дыхания.

Распределение веществ в крови и тканях

Лекарственные средства и продукты обмена распределяются между плазмой крови, межклеточной жидкостью и тканями. На этот процесс влияют растворимость, молекулярная масса, заряд, способность проникать через мембраны и связываться с белками.

Связывание лекарственных веществ с белками плазмы, в частности альбумином, влияет на концентрацию свободной фракции препарата, его распределение и фармакологическое действие. При этом взаимодействия молекул с белками включают электростатические, гидрофобные и другие межмолекулярные силы.

Таким образом, адсорбция и абсорбция помогают объяснить отдельные аспекты биологического транспорта, однако обмен веществ в организме также зависит от диффузии, активного транспорта и биохимических реакций.

Применение адсорбции в медицинской практике

Активированный уголь и энтеросорбция

Активированный уголь - пористый углеродный материал с большой удельной площадью поверхности. Его действие основано на адсорбции некоторых лекарственных веществ и токсичных соединений в желудочно-кишечном тракте, что может уменьшать их всасывание.

Эффективность активированного угля зависит от химической природы токсиканта, его сродства к поверхности сорбента и времени, прошедшего после поступления вещества в организм. Уголь не связывает все токсичные соединения одинаково эффективно; при отравлениях некоторыми спиртами, литием и рядом металлов его эффективность ограничена или отсутствует.

В клинической токсикологии активированный уголь применяется по определённым показаниям. Решение о его использовании принимает медицинский специалист с учётом вида отравления, состояния пациента и риска аспирации. При нарушении сознания самостоятельное применение сорбента может быть опасным.

Энтеросорбция основана на связывании определённых веществ в просвете кишечника. При этом энтеросорбенты не являются универсальными средствами детоксикации и должны применяться только при наличии соответствующих показаний.

Гемоперфузия

Гемоперфузия - экстракорпоральный метод лечения, при котором кровь пациента проходит через устройство со специальным сорбентом. В процессе циркуляции определённые вещества адсорбируются на поверхности материала.

В качестве сорбентов могут применяться активированный уголь и другие специально разработанные материалы. Эффективность процедуры зависит от свойств сорбента, химической природы удаляемого вещества, его распределения в организме и степени связывания с белками крови.

Гемоперфузия используется при отдельных тяжёлых отравлениях и других клинических состояниях по медицинским показаниям. Она не обеспечивает одинаково эффективного удаления всех токсичных веществ.

В отличие от гемоперфузии, гемодиализ основан преимущественно на диффузии веществ через полупроницаемую мембрану и удалении избыточной жидкости посредством ультрафильтрации.

Адсорбция в фармацевтической технологии

Адсорбция используется при разработке лекарственных форм, очистке биологических образцов и разделении веществ. Некоторые активные соединения взаимодействуют с поверхностью пористых носителей, что может влиять на их стабильность и скорость высвобождения.

В аналитической химии адсорбционные взаимодействия применяются в отдельных вариантах хроматографии, где разделение компонентов зависит от различий в их взаимодействии с неподвижной фазой.

Следовательно, адсорбция имеет значение не только для лечения некоторых отравлений, но и для фармацевтической технологии, лабораторной диагностики и химического анализа.

Абсорбция и экстракорпоральные методы лечения

Физико-химические основы гемодиализа

Гемодиализ применяется при тяжёлых нарушениях функции почек для удаления из крови некоторых продуктов обмена веществ и избыточной жидкости. Во время процедуры кровь и диализирующий раствор разделены полупроницаемой мембраной.

Небольшие молекулы, включая мочевину и некоторые электролиты, перемещаются через мембрану по градиенту концентрации. Удаление избытка воды осуществляется посредством ультрафильтрации под действием градиента давления. Основными механизмами гемодиализа являются диффузия и конвективный перенос, поэтому отождествлять его с абсорбцией неправильно. Эффективность процедуры зависит от свойств мембраны, скорости кровотока, состава диализирующего раствора и характеристик удаляемых веществ.

Другие технологии, основанные на сорбции

Сорбционные материалы применяются также в медицинских фильтрах, специальных экстракорпоральных устройствах и перевязочных средствах. Некоторые материалы поглощают жидкость из раневой поверхности, тогда как другие связывают определённые молекулы на своей поверхности.

При разработке таких материалов учитываются пористость, химические свойства, селективность, биологическая совместимость и безопасность. Эти характеристики определяют эффективность и возможности применения сорбционных технологий в медицине.

Факторы, влияющие на процессы адсорбции и абсорбции

Эффективность рассматриваемых процессов зависит от нескольких основных факторов.

Температура. Физическая адсорбция часто сопровождается выделением тепла, поэтому повышение температуры может уменьшать равновесную степень адсорбции. При абсорбции температурный эффект зависит от растворимости вещества и скорости диффузии.

Концентрация и давление. Изменение концентрации растворённого вещества или парциального давления газа влияет на количество вещества, переходящего в другую фазу, и на достижение равновесия.

Площадь поверхности и пористость. Увеличение удельной площади поверхности обычно способствует повышению адсорбционной способности материала. Этим объясняется эффективность активированного угля при связывании определённых соединений.

pH среды. Кислотно-основные свойства раствора влияют на степень ионизации вещества, заряд поверхности и характер межмолекулярных взаимодействий.

Химическая природа вещества. Размер молекулы, полярность, заряд и функциональные группы определяют способность вещества связываться с адсорбентом или растворяться в поглощающей среде.

Время контакта. Продолжительность взаимодействия влияет на приближение системы к равновесию, однако увеличение времени контакта не всегда обеспечивает лучший клинический результат.

Учет этих факторов важен при изучении сорбционных процессов, разработке лекарственных средств и выборе материалов для медицинских технологий.

Обсуждение

Адсорбция и абсорбция имеют важное теоретическое и практическое значение, однако их механизмы необходимо разграничивать. Адсорбция объясняет связывание определённых токсичных веществ на поверхности сорбентов, тогда как абсорбция характеризуется проникновением вещества в объём другой среды.

Физиологические процессы в организме человека значительно сложнее и включают диффузию, активный транспорт, мембранный перенос, связывание с белками и химические реакции. Поэтому сведение всех механизмов обмена веществ к адсорбции и абсорбции является научно недостаточным.

Активированный уголь и гемоперфузия демонстрируют практическое применение адсорбции, а гемодиализ - значение диффузии и мембранного транспорта. Выбор конкретного метода зависит от физико-химических свойств удаляемого вещества, состояния пациента и клинических показаний.

В медицинской химии изучение данных процессов целесообразно сочетать с лабораторными исследованиями. Например, адсорбцию можно продемонстрировать сравнением интенсивности окраски раствора до и после обработки сорбентом при контролируемых условиях эксперимента.

Заключение

Адсорбция и абсорбция являются важными физико-химическими процессами, имеющими значение для физиологии человека, фармации и клинической медицины. Адсорбция характеризуется накоплением вещества на поверхности, а абсорбция - его проникновением в объём другой среды.

В организме человека транспорт питательных веществ, газообмен, распределение лекарственных средств и перенос соединений через биологические мембраны осуществляются посредством сложных механизмов, включающих диффузию, активный транспорт и межмолекулярные взаимодействия.

В медицинской практике адсорбция используется при применении активированного угля, энтеросорбентов и гемоперфузии. Гемодиализ основан преимущественно на диффузии через полупроницаемую мембрану и ультрафильтрации. Эффективность этих методов зависит от свойств удаляемых веществ, характеристик используемых материалов и клинических показаний.

Таким образом, углублённое изучение адсорбции и абсорбции способствует пониманию физико-химических основ физиологических процессов, фармакокинетики и современных лечебных технологий. Полученные знания имеют важное значение для медицинской химии, фармацевтической технологии, лабораторной диагностики и клинической токсикологии.

Список использованной литературы:

1. Atkins P., de Paula J., Keeler J. Atkins' Physical Chemistry. 11th ed. Oxford University Press; 2018.
2. IUPAC. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). International Union of Pure and Applied Chemistry. https://goldbook.iupac.org/
3. Brunton L.L., Hilal-Dandan R., Knollmann B.C., eds. Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. 13th ed. McGraw-Hill Education; 2018.
4. Nelson L.S., Howland M.A., Lewin N.A., Smith S.W., Goldfrank L.R., Hoffman R.S., eds. Goldfrank's Toxicologic Emergencies. 11th ed. McGraw-Hill Education; 2019.
5. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Hemodialysis. National Institutes of Health. https://www.niddk.nih.gov/health-information/kidney-disease/kidney-failure/hemodialysis
6. Chyka P.A., Seger D., Krenzelok E.P., Vale J.A. Position paper: Single-dose activated charcoal. Clinical Toxicology. 2005;43(2):61–87.
7. Juurlink D.N. Activated charcoal for acute overdose: a reappraisal. British Journal of Clinical Pharmacology. 2016;81(3):482–487.
8. World Health Organization. Clinical Management of Acute Pesticide Intoxication: Prevention of Suicidal Behaviours. Geneva: WHO; 2008.
9. Kodirov B. et al. Silicon carbide synthesis in a solar oven from natural raw materials. E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2024. Vol. 508. P. 01005.
10. Suvanova L.S. et al. Studying the technological possibilities of the large sun face in the localization of imported jewelry stones. American Institute of Physics Conference Series. 2022. Vol. 2432. No. 1. P. 020016.
11. Муратов И.М. и др. Супероксидный катализ металлокомплексами порфиринов и фталоцианинов. Universum: химия и биология. 2022. № 6-2 (96). С. 41–44.
12. Fayzullayev N., Akmalaiuly K., Karjavov A. Catalytic synthesis of a line by acetylene hydration. Известия НАН РК. Серия химии и технологии. 2020.
13. Karjavov A.R., Fayzullaev N. Determination of technological parameters of producing vinylchloride from acetylene. AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2024.
14. Mustafoyev A.I. et al. Stabilization Processes of Ceramic Materials Based on Local Raw Materials Processed in a Solar Device. Spanish Journal of Innovation and Integrity. 2025. Vol. 40. P. 56–60.
15. Mustafoyev A.I. et al. Based on a Large Solar Device Technological Features of Selection of Local Raw Materials. American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture. 2025. Vol. 3. No. 2. P. 43–47.

16. Mustafoyev A.I. et al. Technological Capabilities of a Large Solar Facility. Innovative: International Multi-disciplinary Journal of Applied Technology. 2025. Vol. 3. No. 2. P. 42–46.