Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова

Факультет фундаментальной медицины

Курс общей и неорганической химии

**Реферат**

**по общей и неорганической химии:**

**Коллоидные системы в организме и их функции**

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

студ. I курса Селявко Юрий Александрович

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.х.н., доц. Захаров Максим Александрович

Москва 2004г.

Содержание

Глава 1. Коллоидные системы. Общие сведения 3

1.1 Понятие коллоидной системы. Коллоидная химия. 3

1.2 Развитие представлений о коллоидных системах и их свойствах 5

1.3 Типы и свойства коллоидных систем. Лиофобные золи. Лиофильные коллоиды. Области практического приминения коллоидов 8

Глава 2 Организм человека как единая коллоидная система. Биологическая роль основных коллоидных систем организма. 26

2.1 Коллоидно-химическая физиология человека. 26

2.2 Коллоидная система клеток и тканей организма 27

2.3. Ткани организма как коллоидные системы 28

Глава 3 Коллоиды как лекарственные средства. 35

Заключение 45

Библиография 50

**Глава 1. Коллоидные системы. Общие сведения**

# 1.1. Понятие коллоидной системы. Коллоидная химия.

**Коллоидные дисперсные системы (дисперсии)** – микрогетерогенные образования, в которых одно мелкораздробленное вещество – дисперсная фаза – равномерно распределено (диспергировано) в другой фазе – дисперсионной среде. В коллоидных системах размер частиц дисперсной фазы составляет 10–9–10–7 м, т.е. лежит в интервале от нанометров до долей микрометров. Эта область превосходит размер типичной малой молекулы, но меньше размера объекта, видимого в обычном оптическом микроскопе.

**Коллоидная химия** (далее К.х.) **-** раздел физической химии, занимающийся изучением коллоидных систем и их поверхностных явлений. К. х. как самостоятельная наука возникла в 60-е годы 19 в. С тех пор её предмет и методы существенно изменились. В период становления К. х. «коллоидами» называли клееподобные аморфные тела (в отличие от кристаллических тел, «кристаллоидов»); теперь термин «коллоиды» — синоним высокодисперсных (микрогетерогенных) систем, то есть дисперсных систем с наиболее развитой поверхностью раздела фаз. К. х. изучает своеобразные процессы и явления, обусловленные особенностями высокодисперсного состояния тел. К ним относятся, например, самопроизвольное укрупнение частиц твёрдой дисперсной фазы или капель жидкости (*коагуляция* и *коалесценция*) как проявление термодинамической (агрегативной) неустойчивости дисперсных систем; *застудневание* жидких дисперсных систем с образованием *гелей* и возникновение пространственных *дисперсных структур;* взаимодействие соприкасающихся тел (трение, *адгезия*) и изменение этого взаимодействия под влиянием веществ, адсорбирующихся на поверхностях соприкосновения; явления в тонких жидких и твёрдых плёнках; самопроизвольное *диспергирование* жидкостей и твёрдых тел. Характерные особенности объектов изучения К. х. обусловили развитие специфических методов исследования, таких как *ультрацентрифугирование, ультрафильтрация, диализ* и электродиализ, электроосмос и электрофорез*,* различные методы фракционирования и *дисперсионного анализа,* ультрамикроскопия, электронная микроскопия, *нефелометрия* и т.д.

Современная К. х. включает следующие основные разделы. 1) Молекулярно-кинетические явления (*броуновское движение, диффузия*) в дисперсных системах; гидродинамика дисперсных систем; дисперсионный анализ. 2) Поверхностные явления: *адсорбция* (термодинамика и кинетика), *смачивание,* адгезия, поверхностно-химические процессы в дисперсных системах; строение и свойства поверхностных (адсорбционных) слоев. 3) Теория возникновения новой (дисперсной) фазы в метастабильной (пересыщенной) среде; конденсационные методы образования дисперсных систем. 4) Теория устойчивости, коагуляция и стабилизация коллоидно-дисперсных систем; строение частиц дисперсной фазы (*мицелл*)*.* 5) *Физико-химическая механика* дисперсных систем, включающая теорию механического диспергирования, явления адсорбционного понижения прочности твёрдых тел, *реологию* дисперсных систем; образование и механические свойства пространственных структур в дисперсных системах. 6) Электрические и электрокинетические явления в дисперсных системах. 7) Оптические явления в дисперсных системах (коллоидная оптика) — светорассеяние, светопоглощение; К. х. фотографических процессов.

Вся природа — организмы животных и растений, гидросфера и атмосфера, земная кора и недра — представляет собой сложную совокупность множества разнообразных и разнотипных грубодисперсных и коллоидно-дисперсных систем. Дисперсное состояние вполне универсально и при соответствующих условиях в него может перейти любое тело. Этим определяется особое положение К. х., развитие которой осуществляется в непосредственном контакте и взаимодействии со многими, часто не связанными между собой областями науки, промышленности, медицины и сельского хозяйства. Развитие К. х. связано с актуальными проблемами различных областей естествознания и техники.

К. х. разрабатывает научные основы технологических процессов с участием дисперсных систем. К ним относятся технология строительных материалов, силикатов (особенно керамики), технология пластмасс, резины, лакокрасочных материалов с использованием высокодисперсных пигментов и наполнителей; технология бурения горных пород, механической обработки твёрдых материалов, в том числе металлов; процессы гетерогенного *катализа* и адсорбционные процессы. Учение о дисперсных структурах лежит в основе науки о материалах будущего, без которой невозможен технический прогресс. К. х. указывает рациональные пути разрушения нефтяных эмульсий (*деэмульгирование* сырых нефтей — основной способ их обезвоживания и обессоливания); создания дисперсных — наиболее эффективных — форм пестицидных препаратов, широко применяемых в сельском хозяйстве; использования *поверхностно-активных веществ* в составе моющих и очищающих средств, эмульгаторов, флоторсагентов*,* присадок к смазочным маслам и т.д. Важнейшие проблемы геологии и геохимии (возникновение и превращения минералов и горных пород, выветривание), почвоведения, грунтоведения теснейшим образом связаны с законами поведения многокомпонентных и микрогетерогенных систем. Метеорология в изучении атмосферных осадков опирается на учение об аэродисперсных системах*.* Совместно с биохимией и физикохимией полимеров К. х. составляет основу учения о биологических структурах, о возникновении и развитии жизни.

# 1.2 Развитие представлений о коллоидных системах и их свойствах.

**Развитие представлений о коллоидных системах и их свойствах.** Коллоидные процессы, такие, как крашение и склеивание, использовались еще в древнем Египте. Слово «коллоид» (от греческого слова, означающего «клей») было введено Т. Грэмом в 1862. Он установил различие между кристаллоидами (например, соль, сахар), которые после растворения в воде легко диффундируют через мембрану из пергамента, и коллоидами, такими, как желатин, которые не обладают такими свойствами. В 1857 М.Фарадей приготовил коллоидный раствор золя золота и показал, что сильный пучок (луч) света значительно рассеивается, проходя через эту дисперсию, таким образом, что его путь становится видимым – так же, как это происходит с лучом света в пыльной комнате или лучом от автомобильных фар туманным вечером. Это явление называется эффектом Тиндаля (в честь Дж. Тиндаля, который изучал его в 1869). Теория рассеяния света была разработана Дж.Рэлеем в 1871. Работа в этом направлении была продолжена Г.Маем и П.Дебаем в 1908 и 1909 соответственно. Эксперименты по рассеянию света являются одним из наиболее эффективных средств для изучения коллоидных частиц и макромолекул; компьютерное обеспечение позволило достичь значительного успеха в этих исследованиях.

Так как размеры коллоидных частиц очень малы, их собственные направления движения изменяются непрерывно в результате случайных столкновений с молекулами дисперсионной среды. Каждая частица движется по зигзагообразной траектории. Это явление в 1827 впервые наблюдал Р.Броун в воде, в которой были суспендированы частицы цветочной пыльцы; оно было названо броуновским движением. В период 1902–1912 Р.Зигмонди создал ультрамикроскоп, который сделал возможной идентификацию коллоидных частиц по отраженному ими свету. Ультрамикроскоп позволял считать количество коллоидных частиц и изучать их движение. Основные положения теории броуновского движения и его макроскопического проявления – диффузии – были разработаны А.Эйнштейном в 1905 и экспериментально подтверждены в 1908 Ж.Перреном. В 1923 Т.Сведберг разработал ультрацентрифугу, которая позволила разделять коллоидные частицы и определять их массы.

В химии поверхностных явлений И. Ленгмюр предположил в 1916 и позже доказал существование мономолекулярной адсорбции, т.е. прилипания к поверхности слоя вещества толщиной в одну молекулу. Это свойство особенно важно при изучении адсорбции газов и в гетерогенном катализе, но оно также имеет отношение и к границам раздела фаз в коллоидных системах. Обычно на границе раздела фаз существует разделение электрического заряда, связанное с ионной природой фаз и с неэквивалентной (специфической) адсорбцией ионов. Это приводит к возникновению двойного электрического слоя и электрокинетических явлений, таких, как электрофорез, электроосмос и потенциал течения (*см. ниже*). Электрофорез (движение заряженных частиц в электрическом поле) впервые наблюдал Ф.Ройс в 1809, который показал, что отрицательно заряженные частицы суспензии глины мигрируют в сторону положительного электрода. А.Тизелиус в 1937 применил электрофорез для анализа биополимеров, в частности методом электрофореза разделял сыворотку крови на пять белковых фракций. В 1910 Л.Гуи и Д.Чапмен развили простую (электростатическую) теорию двойного электрического слоя. Дальнейшим усовершенствованием этой теории занимались О.Штерн (1924) и Д.Грэм (1947) на основе более сложных моделей, которые значительно лучше согласовались с экспериментом, чем теория Гуи – Чапмена. В 1931 Г.Шульце и В.Харди изучили процесс коагуляции простых лиофобных золей при добавлении электролита и установили, что наиболее важным параметром в этом процессе является валентность противоиона. Было установлено, что в простейшем случае устойчивость коллоидной дисперсной системы зависит от баланса вандерваальсовых (слабые силы притяжения) и кулоновских (электростатическое отталкивательное взаимодействие двойных слоев) сил. В 1937 X.Хамейкер показал, каким образом можно рассчитать вандерваальсово притяжение между коллоидными частицами с помощью суммирования сил притяжения между всеми атомными парами системы. Б.В.Дерягиным и Л.Д.Ландау и независимо от них Э.Фервейем и Я.Овербеком в 1937 была разработана и в последующие годы усовершенствована теория устойчивости коллоидных систем. Лучшее понимание роли вандерваальсовых сил в коллоидных системах вытекает из макроскопического приближения, разработанного Е.М.Лифшицем в 1956. Современные экспериментальные методы позволяют измерить вандерваальсовы и электростатические взаимодействия двойных слоев.

Важный вклад в изучение коллоидных систем организма человека внесли труды Л. Михаэлиса, Г.Шаде, В. Оствальда, Ф.Гофмейстера, Э. Абдергальдена, Г.Фрейндлиха и др.

Отличительной чертой современной коллоидной химии является то, что она охватывает широкое поле деятельности, включая чрезвычайно изощренную (сложную) теорию, с одной стороны, и простые эмпирические наблюдения, с другой.

# 1.3 Типы и свойства коллоидных систем. Лиофобные золи. Лиофильные коллоиды. Области практического приминения коллоидов.

**Типы и свойства коллоидных систем.** Физические свойства коллоидной дисперсной системы зависят от соответствующих свойств фаз, составляющих коллоидную систему. Например, эмульсия масла в воде (М/В) и эмульсия воды в масле (В/М) могут иметь почти одинаковый состав, однако их физико-химические свойства будут сильно различаться. Термин «золь» используется для отличения коллоидных суспензий от макроскопических; хотя четкое разграничение между ними отсутствует, размеры частиц золя в общем случае достаточно малы, что обеспечивает их свободное прохождение через фильтровальную бумагу. Если дисперсионной средой является вода, то используется термин «гидрозоль», а если дисперсная фаза имеет полимерную природу, дисперсная система называется латексом. Паста является золем или суспензией с высокой концентрацией дисперсной фазы.

Свойства коллоидных дисперсий зависят также от природы границы раздела между дисперсионной фазой и дисперсной средой. Несмотря на большую величину отношения поверхности к объему, количество вещества, необходимого для модификации границы раздела в типичных дисперсных системах, очень мало; добавление малых количеств подходящих веществ (особенно поверхностно-активных (ПАВ), полимеров и поливалентных противоионов, *см. ниже*) может существенно изменить объемные свойства коллоидных дисперсных систем. Например, резко выраженное изменение консистенции (плотности, вязкости) суспензий глины может быть вызвано добавлением малых количеств ионов кальция (загущение, уплотнение) или фосфат-ионов (разжижение). Исходя из этого, химию поверхностных явлений можно рассматривать как составную часть коллоидной химии, хотя обратное соотношение вовсе не обязательно.

В соответствии с составом и строением коллоидные дисперсии классифицируются следующим образом:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ТИПЫ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ** | | | |
| **Дисперсная фаза** | **Дисперсионная среда** | **Наименование** | **Примеры** |
| Жидкость | Газ | Жидкие аэрозоли | Туман, кучевые облака |
| Твердое тело | Газ | Твердые аэрозоли | Дым, пыль, перистые облака |
| Газ | Жидкость | Пены | Мыльные пены |
| Жидкость | Жидкость | Эмульсии | Молоко (М/В), масло (В/М), нефть |
| Твердое тело | Жидкость | Золи | Жидкая глина, зубная паста |
| Газ | Твердое тело | Твердые пены | Пенополистирол, пенопласт, пенобетон |
| Жидкость | Твердое тело | Твердые эмульсии | Опал, жемчуг, почва |
| Твердое тело | Твердое тело | Твердые суспензии | Окрашенные пластмассы |

Термины *лиофобный* («боящийся жидкости») и *лиофильный* («любящий жидкость») используются для описания тенденции поверхности или функциональной группы к смачиванию или сольватации. Если жидкой дисперсионной средой является вода, используются термины *гидрофобный* и *гидрофильный*.

Лиофобные дисперсные системы (например, дисперсии иодида серебра, кремнезема и полистирольного латекса) образуются в результате механической или химической обработки. В этих системах, однако, всегда существует некоторое (часто значительное) сродство между поверхностью диспергированных частиц и дисперсионной средой (иначе поверхность частицы не смачивалась бы и дисперсия бы не образовалась), так что частицы этих «лиофобных» дисперсий на самом деле имеют «лиофильные» поверхности. К «лиофильным» традиционно относят растворимые макромолекулы (хотя в них могут присутствовать «лиофобные» области, как в случае белков). Возможно, удобнее классифицировать коллоидные системы по термодинамическому принципу как обратимые и необратимые, в зависимости от того, могут или не могут они самопроизвольно образовываться при смешении их компонентов.

**Лиофобные золи** термодинамически неустойчивы и их частицы с течением времени склонны к агрегации и осаждению. Образование таких золей происходит в результате дробления вещества в объеме раствора либо при агрегации небольших молекул или ионов. Диспергирование объемных материалов посредством механического измельчения, ультразвуковой обработки и других подобных методов обычно не приводит к получению частиц меньшего размера, чем верхний предел области коллоидных частиц. Более высокая степень диспергирования часто достигается применением метода агрегации, связанного с образованием молекулярно диспергированного пересыщенного раствора, из которого дисперсная фаза «осаждается» в нужной форме. Для этой цели могут быть использованы комбинированные методы, такие, как замена хорошего растворителя на менее хороший, охлаждение и различные химические реакции. Примеры химических реакций, с помощью которых получаются гидрозоли в соответствующих условиях эксперимента: кипячение раствора хлорида железа(III), в результате чего получаются частицы оксида железа(III) малого размера; реакция между разбавленными растворами тиосульфата натрия и соляной кислоты с образованием дисперсной серы; реакция между разбавленными растворами нитрата серебра и иодида калия с образованием малых частиц иодида серебра. Полимерные латексы можно получать методом эмульсионной полимеризации.

Образование новой фазы в процессе «осаждения» включает образование зародышей (центров кристаллизации) и рост новой фазы; соотношение скоростей этих процессов и определяет размер частиц. Высокая степень дисперсности получается, если скорость зародышеобразования велика, а скорость роста частицы мала. Ингибиторы роста могут применяться не только для получения частиц малого размера, но также для селективного действия на рост отдельных граней кристалла, т.е. для изменения формы частицы. Это важно для приготовления катализаторов гетерогенного катализа, так как кристаллографическая ориентация граней влияет на эффективность катализатора. Если осаждаемый порошок обладает умеренной растворимостью, то состав дисперсной фазы меняется во времени (наблюдается явление старения), когда менее растворимые частицы большего размера растут за счет малых (но более растворимых) частиц.

Большинство препаративных методов приводит к образованию полидисперсных золей (в которых частицы имеют распределение по размерам). Можно приготовить (например, с помощью методов зародышеобразования при условиях, которые приводят к спонтанной кристаллизации) почти монодисперсные золи, в которых размеры частиц примерно равны. Эти золи очень полезны в качестве калибровочных стандартов, а также в экспериментах для проверки новых гипотез. Они имеют и специальные применения в множительной технике, при получении антиотражательных покрытий линз и т.д.

Вероятно, наиболее важным физическим свойством коллоидных дисперсных систем является тенденция частиц к агрегации. Коагуляция – это сильная агрегация, флокуляция – слабая, легко обратимая. Пептизация –процесс, в котором дисперсия восстанавливается (при слабом перемешивании или без него) при изменении состава дисперсионной среды, например при добавлении разбавленного раствора электролита.

Устойчивость коллоидных систем – сложный вопрос. В простейшем случае она определяется балансом сил между вандерваальсовым притяжением и кулоновским отталкиванием частиц двойных слоев. (Эффекты ПАВ и полимерных добавок рассмотрены ниже.)

Вандерваальсовы силы обычно проявляются как силы межмолекулярного притяжения, которые обусловливают переход газов в жидкое состояние. Энергия вандерваальсова взаимодействия двух атомов чрезвычайно мала и быстро уменьшается с увеличением расстояния между ними (примерно обратно пропорционально шестой степени расстояния). Если силы притяжения между всеми атомными парами в двух коллоидных частицах суммируются, значительно возрастает не только общее взаимодействие, но и дальнодействующие кулоновские силы отталкивания (обратно пропорционально, в степени 1–2, расстоянию между частицами).

Коллоидные частицы, диспергированные в полярной жидкости, такой, как вода, обычно несут чистые (несвязанные) заряды на своей поверхности. Ионы дисперсионной среды, имеющие заряд, противоположный заряду частицы (противоионы), притягиваются к поверхности частицы, а ионы одинакового заряда (коионы) отталкиваются от нее (что не так существенно). Наложение этого эффекта на эффект перемешивания от теплового движения приводит к образованию двойного электрического слоя (ДЭС), образованного заряженной поверхностью частицы и избытком противоионов относительно коионов, распределенных диффузно в дисперсионной среде. Таким образом, частица может рассматриваться как окруженная диффузной ионной атмосферой с общим зарядом, равным ее заряду, но противоположного знака. В основном два параметра количественно определяют строение ДЭС: поверхностный потенциал (определяемый по измерению поверхностной плотности заряда) и эффективная толщина (определяемая измерением расстояния от поверхности, на котором существует влияние ДЭС). Поскольку поверхность частицы реально находится в области с резко изменяющимся ионным составом, определение (не говоря уже об измерении) поверхностного потенциала чрезвычайно затруднено. Однако частный случай определения поверхностного потенциала, так называемого дзета-потенциала, часто используется в исследованиях устойчивости коллоидных систем. Дзета-потенциал рассчитывается из результатов электрокинетических измерений, которые проще всего получить при исследовании электрофореза – движения заряженных частиц в электрическом поле. «Толщина» ДЭС зависит от концентрации электролита и валентности противоионов. Чем больше концентрация и валентность, тем меньше расстояние от поверхности частицы, на котором заряд частицы «экранируется» противоположным зарядом ДЭС со стороны дисперсионной среды. Если две коллоидные частицы сближаются, возникает энергия отталкивания вследствие взаимодействия одинаково заряженных частиц в диффузной части ДЭС вокруг них. Энергия отталкивания увеличивается с возрастанием дзета-потенциала (вначале быстро, а затем стремится к пределу при больших значениях дзета-потенциала) и уменьшается экспоненциально по мере возрастания отношения расстояния между частицами к толщине ДЭС.

Общая энергия взаимодействия является суммой вандерваальсова притяжения и кулоновского отталкивания двойных слоев. Рассмотрим два крайних случая. При низких концентрациях электролита отталкивательное взаимодействие двойных слоев является дальнодействующим и (при условии, что дзета-потенциал является достаточно большим – обычно выше 25–30 мВ) определяет энергетический барьер коагуляции (подобно энергии активации в химической реакции). Скорость коагуляции соответственно будет замедляться и может сделаться такой малой, что золь можно считать практически стабильным. При высокой концентрации электролита отталкивание двойных слоев действует на малом расстоянии и на всех расстояниях между частицами превалирует вандерваальсово притяжение, так что энергетический барьер отсутствует и коагуляция происходит быстро. Переход между этими двумя крайними случаями можно осуществить путем добавления электролита; избыток электролита, необходимый для такого уменьшения потенциального барьера, при котором время коагуляции сократилось бы, например, от месяцев до минут, относительно мал. Отсюда можно измерить критическую концентрацию коагуляции; она зависит в основном от валентности противоионов.

**Лиофильные коллоиды.** К лиофильным коллоидам относятся растворы макромолекул, например желатин или крахмал в воде. Растворимости этих веществ зависят от их сродства к молекулам растворителя и собственным молекулам. Макромолекулы с высоким сродством к растворителю имеют достаточно открытую конфигурацию и обладают высокой растворимостью, в то время как молекулы с бльшим сродством друг к другу, чем к растворителю, имеют тенденцию к свертыванию (в клубок) и показывают более ограниченную растворимость. Баланс подобных свойств зависит от таких факторов, как рН, концентрация соли и температура. Вследствие больших размеров и способности к свертыванию растворимые макромолекулы имеют тенденцию к связыванию относительно большого числа молекул растворителя и их растворы в общем случае обладают большей вязкостью по сравнению с обычными растворами. Если все молекулы растворителя механически связаны и захвачены макромолекулярной цепью клубка, система в целом приближается к твердому состоянию и называется гелем.



Устойчивость лиофобных золей можно часто повысить добавлением макромолекулярного материала, который адсорбируется на поверхности частиц. Такое адсорбирующееся вещество называется протектором или стабилизирующим агентом. Лучшими протекторами являются блок-сополимеры, которые имеют лиофобную часть (якорную группу), которая прочно связывает макромолекулу с поверхностью частицы, и лиофильный хвост, который свободно размещается в дисперсионной среде. Адсорбированная макромолекула может определять устойчивость золя благодаря своему влиянию на вандерваальсовы взаимодействия и взаимодействия двойных электрических слоев, но наиболее важна их роль, вероятно, в пространственной стабилизации частиц золя. В основном условия стабильности дисперсной системы будут теми же, что и для растворимости той части стабилизирующей макромолекулы, которая обращена в сторону дисперсионной среды. Если возникает агрегация частиц, то она будет ослабляться и становиться легко обратимой (флокуляция) благодаря адсорбированным макромолекулам протектора, которые способствуют разделению частиц. Равновесие между стабилизацией и флокуляцией очень подвижно и может меняться при изменении температуры. ПАВ также могут играть роль мощных стабилизаторов. Они обычно сильно адсорбируются на поверхности частиц и делают ее более лиофильной. Адсорбированные ионы ПАВ часто увеличивают электростатическую стабилизацию.

Гидроксиды металлов, кремнезем и глины имеют высокое сродство к воде и могут существовать в форме гелей. Молекулы гидроксида алюминия после удаления молекул воды могут связываться в форме неорганических полимерных цепей, которые являются составными частями структуры геля. Частицы некоторых глин при подходящих условиях могут иметь отрицательно заряженные грани и положительно заряженные ребра, при этом притяжение грань – ребро делает легким образование структуры геля типа «карточного домика».

В некоторых случаях коллоидные дисперсные системы становятся более чувствительными к агрегации при добавлении малых количеств макромолекулярных веществ или ПАВ, которые в бльших количествах действуют как стабилизаторы. Если частицы золя и добавки (например, ионного ПАВ) заряжены противоположно, чувствительность к агрегации появляется при уровне концентрации (и адсорбции) добавки, почти нейтрализующем заряд частиц, тогда как при более высоких концентрациях происходит стабилизация благодаря перезарядке и стерическим эффектам. При малых концентрациях макромолекулы могут вызывать самопроизвольную флокуляцию посредством мостикового механизма, когда одна макромолекула адсорбируется на двух и более частицах.



Агрегация частиц имеет важные следствия для седиментации и течения дисперсных систем. Если осаждающиеся частицы объединяются (склеиваются) друг с другом, объем осадка будет возрастать. Этот эффект важен, например, для улучшения плодородия почв (для аэрации) и качества красок. Результатом агрегации частиц является возрастание вязкости и возможность гелеобразования (желатинизации). Сдвиг (например, перемешивание) агрегированных дисперсных частиц способствует разрушению дисперсии. Если убрать усилие сдвига, агрегатная структура (и вязкость) в некоторых случаях медленно восстанавливается. Это свойство называется тиксотропией. Оно важно для процесса нанесения краски кистью, так как желательно, чтобы краска была текучей при нанесении на поверхность и короткое время после этого, чтобы можно было при необходимости выровнять мазок, но чтобы краска не подтекала.

**Эмульсии** (новолат. emulsio, от лат. emulgeo — дою, выдаиваю; одной из первых изученных эмульсий было молоко), *дисперсные системы,* состоящие из мелких капель жидкости (дисперсной фазы), распределенных в другой жидкости (дисперсионной среде). Различают Э. прямые, типа «масло в воде», с каплями неполярной жидкости, например минерального масла, в полярной (обычно водной) среде, и обратные, типа «вода в масле», с каплями полярной жидкости в неполярной среде. Встречаются также «множественные» Э., в которых капли дисперсной фазы являются в то же время и дисперсной средой для более мелких капелек. Кроме того, Э. делят на лиофильные и лиофобные. Лиофильные Э., образующиеся самопроизвольно при температурах, близких к критической температуре смешения жидких фаз, термодинамически устойчивые обратимые системы. Лиофобные Э., возникающие при механическом, акустическом или электрическом *диспергировании* одной жидкости в другой либо вследствие выделения новой капельножидкой фазы из пересыщенных растворов или расплавов, термодинамически неустойчивы. Они могут длительно существовать только в присутствии *эмульгаторов.* Лиофильные Э. — высокодисперсные (коллоидные) системы, размер их капель не превышает 10-5 *см.* Лиофобные Э. — грубодисперсные системы (размер капель обычно лежит в пределах 10-5—10-2 *см*)*.* При достаточно большой разнице в плотностях дисперсной фазы и дисперсионной среды они седиментационно (кинетически) неустойчивы. Седиментация капель Э., хорошо защищенных от коалесценции, приводит к концентрированию капель и образованию сливок или осадка без расслаивания Э. на две сплошные жидкие фазы.

Тип и свойства Э. зависят от состава и соотношения жидких фаз, количества и химическая природы эмульгатора, способа и температуры эмульгирования и других факторов. Изменение состава Э. или внешнего воздействия могут вызвать так называемое обращение фаз — превращение прямой Э. в обратную или, наоборот, обратной в прямую. Низкоконцентрированные Э. с каплями, перемещающимися свободно и независимо друг от друга в легкоподвижной среде, — типичные жидкости. При повышении концентрации дисперсной фазы свыше 74% по объему (для Э. с одинаковым размером капель) вязкость системы резко возрастает, Э. желатинируются и приобретают свойства *геля.* При этом капли, имеющие первоначально сферическую форму, сильно деформируются и приобретают конфигурацию, близкую к многограннику. Содержание дисперсной фазы в высококонцентрированных Э. можно довести до 99% по объему; при этом дисперсионная среда сохранится между каплями лишь в виде тонких прослоек, подобных жидким пленкам между пузырьками в *пенах.*

Разнообразные по составу и свойствам, Э. широко используют в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, быту и других областях. Многокомпонентными Э. являются многие пищевые продукты (например, молоко, яичный желток), а кроме того, млечные соки растений, сырая нефть.

 В виде Э. применяют *смазочно-охлаждающие жидкости,* некоторые *пестициды,* косметические средства, лекарства, связующие для эмульсионных красок. В строительстве широко применяют битумные Э.

**Пены** – дисперсии газов, т.е. дисперсные системы с газовой дисперсной фазой и жидкой или твердой дисперсионной средой. Пены в большинстве случаев получаются взбиванием жидкости либо насыщением жидкости газом под давлением с последующим снятием давления. Пены, подобно эмульсиям, термодинамически нестабильны, и для их стабилизации требуется наличие стабилизаторов, которые будут адсорбироваться на границе раздела газ/раствор. Хорошие эмульгаторы – в общем случае также хорошие стабилизаторы пен, поскольку факторы, которые влияют на стабильность эмульсии (исключающую коалесценцию) и на стабильность пен (сохраняющую пузырьки), аналогичны.

Стабильность жидких пен зависит от способности жидких пленок стекать (с пузырьков) и утончаться без разрыва в результате случайных повреждений. Нестабильные пены типичны для водных растворов низкомолекулярных жирных кислот и спиртов. Присутствие этих слабых ПАВ сдерживает стекание жидкости, и процесс разрыва пленки замедляется, но не прекращается полностью и пузырьки в конечном счете лопаются. Метастабильные пены типичны для водных растворов мыл, детергентов, белков, сапонинов и др. Стекание жидкости происходит до момента достижения равновесия между вандерваальсовым притяжением в сочетании с капиллярными силами, способствующими утоньшению пленки, и отталкиванием двойных электрических слоев, которое противодействует им. Гибкий механизм саморегулирования в значительной степени защищает пленку от случайных повреждений; такие пены могут быть устойчивы в течение долгого времени.

Действие пеногасителей обычно связано с заменой стабилизаторов на границе газ/раствор на соединение, не обеспечивающее стабильность пены.

**Аэрозоли** (от *аэро...* и *золи*)*,* системы, состоящие из твёрдых или жидких частиц, взвешенных в газообразной среде. По характеру образования различают диспергационные и конденсационные А. Диспергационные А. возникают: 1) при разбрызгивании жидкостей — таковы водяные туманы, образующиеся в водопадах, при морском прибое, в фонтанах и пр., А. из слизи, образующиеся при кашле и чихании, А. из инсектицидов, получаемые с помощью аэрозольных баллончиков; 2) при измельчении твёрдых тел и взмучивании порошков — например, пыль, поднимаемая с земли ветром, автомобильными колёсами, при подметании или образующаяся при пересыпании тонких порошков (муки, мела и пр.), в камнедробилках, при разрушении каменных стен, отбивании угля, шлифовании и т. д. Конденсационные А. появляются при конденсации паров — таковы природные облака, состоящие из водяных капелек или ледяных кристалликов, возникающих при конденсации водяного пара атмосферы, и близкие к облакам наземные туманы. При выплавке металлов пары их сгорают, а продукты горения конденсируются с образованием дыма, состоящего из твёрдых частиц металлических окислов. Примерно так же образуется дым и при горении топлива (в печах, автомобильных моторах), табака, пороха и различных органических веществ, но в этом случае, помимо твёрдых частиц сажи, в дыме содержатся ещё капельки смолистых веществ.

Свойства А. определяются природой вещества, из которого состоят частицы, природой газовой среды, а также концентрацией А. по массе (т. е. общей массой частиц, содержащихся в единице объёма А.), и счётной концентрацией (числом частиц в единице объёма), размером, формой и зарядом частиц. Все эти величины могут иметь самые различные значения. Так, в безветренную ясную погоду за городом в 1 *л* воздуха содержится несколько десятков тысяч частиц с общей массой меньше *10-4 мг,* а в шахте вблизи работающего угольного комбайна — миллиарды частиц с массой до нескольких десятков *мг.* Только с поверхности морей и океанов в атмосферу ежегодно поднимается в виде А. около 1010 *т* соли. Размер частиц в А. колеблется примерно от 1 *нм* до долей *мм, например*, размеры капелек облаков 5—50 *мкм,* частиц табачного дыма — десятые доли *мкм,* в пыли содержатся обычно частицы весьма различных размеров. Частицы диспергационных А. имеют довольно большие электрические заряды, как положительные, так и отрицательные. В конденсационных А., образовавшихся при не очень высокой температуре, частицы не заряжены, но постепенно приобретают небольшие заряды, захватывая лёгкие ионы, всегда присутствующие в газах.

 Важнейшие процессы, происходящие в А., — *седиментация, броуновское движение, коагуляция* и испарение частиц. Скорость седиментации (оседания под действием силы тяжести) пропорциональна приблизительно квадрату размера частиц и составляет нескольких десятков *см/сек* для частиц размером 100 *мкм,* нескольких *мм/сек* для частиц в 10 *мкм* и чрезвычайно мала для частиц меньше 1 *мкм.* Броуновское движение частиц тем интенсивнее, чем они мельче, и делается заметным лишь в случае частиц меньше 1 *мкм.* Под действием броуновского движения частицы осаждаются на любых поверхностях, с которыми А. соприкасаются, под действием же седиментации — лишь на обращенных кверху поверхностях, и на них поэтому всегда гораздо больше пыли, чем на вертикальных стенках. Коагуляция А. происходит при столкновениях между частицами под действием броуновского движения, неодинаковой скорости седиментации частиц разной величины, нагоняющих друг друга, под влиянием электрических сил и пр. Твёрдые частицы слипаются при столкновениях, а жидкие сливаются, и число «свободных» частиц уменьшается. Скорость коагуляции, т. е. уменьшение числа частиц в единицу времени, пропорциональна квадрату их концентрации. Поэтому при концентрации 1010 в *см3* она уменьшается вдвое за 0,7 *сек,* а при концентрации 106 в *см3 —* за 12 *мин.* Испарение частиц наблюдается в А. из летучих веществ, например при «таянии» облаков. Все эти процессы приводят к разрушению А., однако обычно одновременно происходит образование новых частиц упомянутыми выше путями.

Важнейшие оптические свойства А. — рассеяние и поглощение ими света. При пропускании светового пучка через А. (например, лучей прожектора через атмосферу ночью или солнечных лучей через щель в затемнённую комнату) наблюдается светящийся конус Тиндаля, тем более яркий, чем выше концентрация и размер частиц. Отдельные рассеивающие свет частицы удобно наблюдать с помощью *ультрамикроскопа,* однако рассеяние света быстро падает с уменьшением размера частиц и таким путём можно видеть лишь частицы больше 0,1 *мкм.* Тонкие А. рассеивают преимущественно короткие световые волны и кажутся поэтому голубоватыми, например дым, выходящий из горящего конца сигарет.

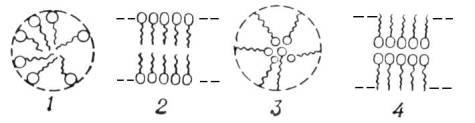
А. играют большую положительную роль в жизни человека. Облака — важнейшее звено в круговороте воды в природе; поглощая солнечные лучи и тепловое излучение Земли, они умеряют и жару, и холод. Опыление многих растений, в том числе злаков, осуществляется А. из цветочной пыльцы. Всё жидкое и почти всё твёрдое топливо сжигается ныне в виде А. Борьба с вредителями и болезнями культурных растений и лесов ведётся с помощью А. из ядохимикатов*.* Многие важные технические материалы, например сажу, получают в виде А. Большое значение приобретает *аэрозольтерапия* и аэрозольная иммунизация людей и домашних животных. А. успешно применяют для борьбы с градобитием.

 Вместе с тем некоторые А. приносят большой вред. Огромную опасность представляют радиоактивные А., образующиеся при атомных взрывах, при добыче и переработке расщепляющихся материалов. Пыль, содержащая кремнезём, вызывает тяжёлое заболевание лёгких — *силикоз,* не менее опасна бериллиевая, свинцовая, хромовая пыль. Поэтому борьба с производственной пылью — одна из важнейших задач промышленной гигиены. Бактериальные А., содержащие болезнетворные микроорганизмы и образующиеся при кашле и чихании больных, могут служить источником инфекц. болезней, в том числе гриппа. Природные туманы препятствуют посадке самолётов. Пыльные бури — настоящее бедствие для жарких, сухих безлесных местностей. Борьба с аэрозольным загрязнением атмосферы в промышленных центрах — одна из важных проблем*.* А., содержащиеся в атмосфере, часто называют атмосферными аэрозолями.

**Мицеллы** (новолат. micella, уменьшительное от лат. mica — крошка, крупинка), отдельная частица дисперсной фазы золя, т. е. высокодисперсной коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой. М. состоит из ядра кристаллической или аморфной структуры и поверхностного слоя, включающего сольватно связанные (см. *Сольватация*) молекулы окружающей жидкости. Поверхностный слой М. лиофобного золя (см. *Лиофильные и лиофобные коллоиды*) образован адсорбированными молекулами или ионами стабилизирующего вещества. В случае лиофобных гидрозолей, стабилизованных электролитами, ядро М. окружено двумя слоями противоположно заряженных ионов, т. н. *двойным электрическим слоем*. Число положительных и отрицательных зарядов в нём одинаково, и поэтому М. в целом электронейтральна.

Непосредственно у поверхности ядра расположены ионы адсорбционного слоя. В него входят все ионы одного знака и часть ионов другого знака (противоионы). Остальные противоионы образуют диффузный слой; он окружает М. в виде ионного «облака», плотность которого падает по мере удаления от ядра. Диффузный слой препятствует сближению и агрегированию (сцеплению) частиц в процессе *броуновского движения*.

В лиофильных золях, коллоидных дисперсиях типа гидрозолей мыл, например олеата натрия или лаурилсульфата калия, М. представляет собой ассоциат (объединение) молекул. В каждой такой молекуле длинный углеводородный (гидрофобный) радикал связан с полярной (гидрофильной) группой. При образовании М. несколько десятков или сотен молекул объединяются так, что гидрофобные радикалы образуют ядро (внутреннюю область), а гидрофильные группы — поверхностный слой М. Если дисперсионной средой является органическая жидкость, ориентация молекул в М. может быть обратной: в ядре сосредоточатся полярные группы, тогда как гидрофобные радикалы будут обращены во внешнюю фазу. Изобразив молекулу мицеллообразующего вещества в виде волнистой линии (гидрофобный радикал) с кружочком на конце (гидрофильная группа), можно представить простейшие структурные типы М. схемами:



**Гели** (от лат. gelo — застываю), дисперсные системы с жидкой или газообразной дисперсионной средой, обладающие некоторыми свойствами твёрдых тел: способностью сохранять форму, прочностью, упругостью, пластичностью. Эти свойства Г. обусловлены существованием у них структурной сетки (каркаса), образованной частицами дисперсной фазы, которые связаны между собой молекулярными силами различной природы Типичные Г. в виде студенистых осадков (коагелей) образуются из *золей* при их коагуляции или в процессах выделения новой фазы из пересыщенных растворов как низко-, так и высокомолекулярных веществ. Г. с водной дисперсионной средой называют гидрогелями, с жидкой углеводородной средой — органогелями. Отверждение золей во всём объёме без выделения осадка и нарушения их однородности даёт т. н. лиогели. Вся дисперсионная среда в таких Г. лишена подвижности (иммобилизована) вследствие механического захватывания в ячейках структурной сетки. Чем больше асимметрия частиц, тем при более низком содержании дисперсной фазы образуется гель. В случае гидрозоля пятиокиси ванадия, например, для отверждения системы достаточно 0,05%, в др. случаях — нескольких объёмных процентов дисперсной фазы. Лиогели обладают малой прочностью, пластичностью, некоторой эластичностью и *тиксотропией*, т. е. способностью обратимо восстанавливать структуру, разрушенную механическим воздействием. Таковы, например, Г. мыл и мылоподобных поверхностно-активных веществ, Г. гидроокисей многих поливалентных металлов. Высушиванием лиогелей можно получить аэрогели, или ксерогели, — микропористые системы, лишённые пластичности, имеющие хрупкую, необратимо разрушаемую структуру. Так получают распространённые *сорбенты:* алюмогель из Г. гидроокиси алюминия и силикагель из студней кремнёвой кислоты.

Г. часто отождествляют со студнями. Однако последние, в отличие от Г., являются однофазными (гомогенными) системами — истинными растворами полимеров (органических или неорганических) в низкомолекулярных жидкостях. В химии и технологии синтетических смол Г. по традиции называют неплавкие и нерастворимые твёрдые (хрупкие) или твёрдообразные (упруго-вязкопластичные) продукты *поликонденсации* или *полимеризации*. Пространственную структуру в таких системах образует непрерывная сетка химически связанных макромолекул.

**Латексы** (от лат. latex — жидкость, сок), млечный сок растений, жидкое содержимое млечных сосудов (млечников). Может быть прозрачным, молочно-белым, желтовато-коричневым, жёлтым или оранжевым. Много Л. содержит ряд растений из семейства молочайных, тутовых, сложноцветных и др. В Л. растворены или суспендированы углеводы, белки, гликозиды, соли, эфирные масла и т. п. Характерные компоненты Л. *гуттаперченосных растений, каучуконосных растений* —смолы, гутта, каучук. Л. некоторых растений семейства маковых содержит большое количество алкалоидов, а Л. дынного дерева — фермент папаин.

**Область распространения практически важных коллоидных систем** чрезвычайно обширна, так как существует безграничное множество материалов и процессов, в которых необходимо учитывать коллоидные или поверхностно-химические свойства, – красители, ткани, продукты питания, гербициды и пестициды, чернила, бумага, фармацевтические и косметические препараты, почвы и т.д. Рудная флотация, очистка поверхности, измельчение, бурение нефтяных скважин, дорожные покрытия, фотография, очистка и осветление воды и стоков – типичные процессы, в которых коллоидные явления играют заметную роль.

Особую роль коллоиды играют в жизнедеятельности живых организмов, включая организм человека.

**Глава 2. Организм человека как единая коллоидная система. Биологическая роль коллоидных систем организма.**

# 2.1 Коллоидно-химическая физиология человека.

Глобальная роль коллоидов в естествознании заключается в том, что они являются основными компонентами таких биологических образований как живые организмы. Все вещества организма человека представляют собой коллоидные системы.

Коллоиды поступают в организм в виде пищевых веществ и в процессе пищеварения превращаются в специфические, характерные для данного организма коллоиды.

**Коллоидно-химическая физиология человека** – это раздел науки, изучающий функционирование систем организма человека, образующих коллоидные соединения.

Из 10 функций организма, выделенных в отдельные системы, каковыми являются пищеварительная, сердечно-сосудистая, дыхательная, нервная, иммунная, эндокринная, мочеполовая, крови, печени, почек, выделим те, которые представляют из себя коллоидные системы.

Можно смело сказать, что весь человек – это ходячий коллоид, а все органы и системы организма дисперсная система в их связи с поверхностными явлениями.

Кости – это коллаген, насыщенный кальцием и фосфором, мигрирующими в присутствии витамина Д.

Кровь – это дисперсная система, в которой ферментные элементы эритроциты, тромбоциты, лейкоциты являются фазой, а плазма – дисперсной средой.

Из коллоидов, богатых белками соединительной ткани (аминокислоты пролин и глицин), состоят кожа, мышцы, ногти, волосы, кровеносные сосуды, легкие, весь желудочно-кишечный тракт и многое другое, без чего немыслима сама жизнь.

Все человеческое тело – это мир частиц, находящихся в постоянном движении строго по определенным правилам, подчиняющимся физиологии человека.

Коллоидные системы организмов обладают рядом биологических свойств, характеризующих то или иное коллоидное состояние:

# 2.2 Коллоидная система клеток.

С точки зрения коллоидно-химической физиологии человека его организм представляет собой сложный комплекс коллоидных систем в их постоянном динамическом взаимодействии. Мельчайшей структурно-функциональной единицей организма является клетка. Уже сама клетка представляет собой сложный комплекс коллоидных образований, основными из которых являются клеточные мембраны, гиалоплазма, ядро, ЭПР, рибосомы, лизосомы, комплекс Гольджи и др.

**Мембраны:** многослойные комплексы, включающие билипидный слой, стабилизированный белковыми молекулами, гидрофобные концы которых обращены в сторону молекул липидов, а гидрофильные – в сторону цитоплазмы и наружу, в сторону межклеточного вещества. В силу водородных связей последние притягивают молекулы воды, придавая мембране стабильность и определенную степень гидрофильности. Коллоидные свойства мембран обеспечивают барьерную, метаболическую. разделительную, каркасную, защитную поддержания тургора в растительных клетках, транспортную, контактную (плазмодесмы, десмосомы), ферментативную и другие функции мембран. Мембраны принимают участие в образовании мембранных клеточных органелл (ядра, митохондрии, лизосомы и др.). Одной из важнейших функций мембран является их участие в лиганд-рецепторном взаимодействии (гликокаликс), обеспечивающем «узнавание» и распознавание чужеродной антигенной информации и др.

**Гиалоплазма**: представляет собойсовокупность лиофильных и лиофобных коллоидов со свойствами золей, гелейи эмульсий, участие в формировании которых принимают белки, нуклеиновые кислоты (РНК), соли металлов, липиды и другие вещества. Крупные конгломераты веществ, находящихся в коллоидном состоянии, обозначаются как клеточные включения (например, жировые). Для гиалоплазмы характерны переходы из состояния золя в гель при определенных условиях. Многообразие коллоидов гиалоплазмы и их взаимных переходов создает условия для биохимических процессов (в том числе поддержание осмотического давления), происходящих в цитоплазме клеток и формирует цитоскелет клетки (коллоидно-белковая система, пронизывающая клетку). Цитоскелет обеспечивает движение клеток, цитоплазмы, органелл, транспорт веществ и формирует каркас клетки. Гиалоплазма и ее коллоиды объединяют клетку в единое целое.

**Ядро:** коллоидная среда ядра обеспечивает процессы репликации ДНК и биосинтеза белка – работу информационных и транспортных РНК (диффузный и конденсированный хроматин), процессы сборки белковых молекул на и-РНК и формирование структур белковых молекул. Процесс репликации клеточной ДНК во время митоза возможен только в определенной динамически меняющейся среде, обеспечиваемой свойствами коллоидов.

**ЭПР:** также объединяет клетку в единое целое (контакт всех органелл), участвует в синтезе белковых, липидных коллоидов, их накоплении, транспортировке, а также детоксикации ядовитых веществ (гепатоциты).

# 2.3 Ткани организма как коллоидные системы

**1. Кровь**

Кровь является типичными примером ткани организма, где одни коллоиды находятся внутри других. В.А.Исаев дает определение крови как дисперсной системе, в которой форменные элементы – эритроциты, тромбоциты, лейкоциты являются фазой, а плазма – дисперсной средой. Однако по определению максимальных размеров, которых могут достигать коллоидные частицы он составляет 10-7 м., тогда как размер тромбоцитов равен 0,5-0,75 x 10-6 м, эритроцитов: 7x10-6 м., а размеры лейкоцитов превышают размеры эритроцитов в несколько раз. Таким образом, форменные элементы не могут считаться дисперсной фазой коллоидной системы и сами представляют из себя коллоид в коллоиде. Тем не менее именно они обусловливают вязкость крови, которая в 5 раз превышает вязкость воды.

К настоящему времени наиболее изученными являются коллоидные системы плазмы **крови**. Практически все органические составляющие плазмы находятся в ней в коллоидном состоянии. Основной дисперсионной средой является вода, дисперсионная фаза представляет собой самые разнообразные по химическому составу и молекулярному строению вещества: от молекул аминокислот и олигопептидов до крупных белковых молекул (фибрин, альбумины, глобулины, ферменты, нуклеопротеиды, гормоны белковой природы, транспортные белки и др.), от молекул моно- и дисахаридов и жирных кислот до лецитинов, триглицеридов и липидных хиломикронов высокой и низкой плотности. Плазма крови содержит изобилие низкомолекулярных органических веществ, таких как мочевина, креатинин, холестерин, стероидные гормоны, витамины. В плазме находятся катионы электролитов калия, натрия, магния, кальция, анионы хлора, сульфата, фосфата, карбоната, а также полный спектр микроэлементов.

С точки зрения коллоидной химии плазма крови представляет собой сложную систему коллоидов. Белки представляют собой основную составляющую дисперсионной фазы. Обращая свои лиофобные группы (- CH2 , - СH3 и др.) в сторону нерастворимых в воде молекул липидов, стероидов и жирных кислот, а гидрофильные концы (-COOH, -NH2, -SH) – в сторону молекул воды и электролитов, белки являются основными стабилизаторами коллоидной системы плазмы крови. Обладая наряду с этим амфотерными свойствами, они являются основными переносчиками, транспортерами низкомолекулярных веществ в организме. Основными белками крови являются сывороточные альбумины и фибриноген. Именно эти соединения обеспечивают коллоидные свойства плазмы в т.ч. её вязкость и др.

В крови находится целый ряд белков , представляющих собой каскадные системы, обеспечивающие осуществление жизненно важных функций организма. Сюда относятся свёртывающая и противосвёртывающая системы крови (система фибринолиза), калликреин-кининовая система и система комплемента. Нарушение целостности тканей в результате травм, попадания в кровь чужеродных объектов (вирусы, бактерии) нарушают поверхностное натяжение и другие свойства этих коллоидных систем. Это приводит к активации фактора Хагемана, который запускает в действие первые три из названных систем. Активация системы свёртывания приводит к образованию на поверхности бактерий и вирусов, а также на повреждённых тканях нитей фибрина из фибриногена . Одновременно фактор Хагемана активирует плазмин из системы фибринолиза, который разрубает нити фибрина на фибринпептиды. Т.о. запускается каскад белков двух действующих в противоположном направлении систем, которые приходят в динамическое равновесие между собой. При этом растворённый в плазме в виде золя фибриноген ферментативным способом переходит в фибрин, представляющий собой гель и обратно, подобно тому как это происходит при изотермическом обратимом переходе золь в гель и обратно, что получило название тиксотропии. Явление тиксотропии ранее было описано вне живого организма (Г. Фрейндлих). Тиксотропные структуры возникают лишь при определённой концентрации коллоидных частиц и электролитов и относятся к коагуляционным структурам, образующимся при определённых условиях. В нашем примере такой переход осуществляется под действием ферментов свёртывающей и противосвёртывающей систем крови.

Активация фактором Хагемана калликреин-кининовой системы также приводит к последовательной, каскадной активации белков этой системы, расширению капилляров и повышению их проницаемости.

Система комплемента имеет колоссальное значение в сохранении иммунного гомеостаза и борьбе с чужеродными агентами (бактерии, вирусы, злокачественные клетки). Система состоит из 25 белков, которые активируются компонентом С3 и последовательно переходят в состояние золь-гель, присоединяясь к комплексу антиген-антитело.

Липиды находятся в плазме в виде эмульсий. Частицы дисперсной фазы липидных эмульсий получили название хиломикронов. Дисперсное состояние и величина хиломикронов напрямую зависят от участия в процессе их эмульгации белковых молекул. Белки способствуют эмульгированию липидов, находящихся в плазме, осуществляют их транспорт и как бы передают другим белкам при передаче через мембраны. Хиломикроны крови состоят из холестерина и жирных кислот, нейтральных липидов и фосфолипидов с присоединенными к ним молекулами белков. В клинической практике их называют липопротеидами высокой (ЛПВП) и низкой (ЛПНП) плотности. Определение их количественного содержания в крови пациентов имеет большое значение в диагностике гиперхолестеринемии и борьбы с ней.

При патологических состояниях в плазме крови могут оказаться вещества различной химической природы, которые в норме либо отсутствуют в ней, либо присутствуют в очень небольших количествах. Так, при заболеваниях, сопровождающихся нарушениями выделительной функции пораженных органов, в плазме крови резко изменяется содержание ряда ее компонентов: при желтухах резко возрастает содержание желчных кислот и продуктов распада гемоглобина, при уремии – продуктов катаболизма белков мочевины и креатинина, ионов калия; при различных инфекциях в ней появляются микробные токсины белковой или полисахахаридной природы, при химических отравлениях - чужеродные химические вещества. Изменения в белковом составе плазмы крови могут происходить при многих заболеваниях. Они бывают наиболее выражены при миеломной болезни и болезни Вальденстрема, при которых в крови в больших количествах обнаруживаются так называемые парапротеины - макроглоблины М типа белка Бенс Джонса, а также при коллагенозах и злокачественных новообразованиях, сопровождающихся гиперпродукцией иммуноглобулинов. Эти изменения нарушают биохимический состав и влияют на коллоидные свойства плазмы крови и те функции, которые функции, которые должны выполнять ее коллоидные компоненты. Так, например, нарушения в системах свертывания – противосвертывания крови сдвигает динамическое равновесие между ними в сторону преобладания процесса свертывания, что приводит к образованию тромбов в кровеносных сосудах. Это, в свою очередь, является патогенетической основой развития инфарктов миокарда, ишемических инсультов головного мозга и тромбозов сосудов любой локализации.

**2. Лимфа**

Подобно крови лимфа состоит из жидкой части и форменных элементов. Причем эритроцитов в ней находится очень незначительное количество.

Качественный состав жидкой части лимфы совершенно одинаков с составом плазмы крови, но в количественном отношении резко отличается. Лимфа содержит меньше плотных веществ, особенно мало в ней фибриногена и протромбина, Количество же минеральных веществ (особенно солей натрия) в лимфе больше чем в плазме крови. Лимфа является посредницей между кровью и каждой клеткой организма, осуществляя транспорт к клеткам питательных веществ и унося от них продукты жизнедеятельности. Лимфа, оттекающая от кишечника, содержит в больших количествах продукты пищеварения, которые она получает во время всасывания. Она носит название хилюса и представляет собой эмульсию, содержащую крупные хиломикроны эмульгированного жира. Точный состава лимфы не известен. Он очень подвержен индивидуальным колебаниям. На него влияют такие факторы как состояние иммунной системы, деятельность различных органов и систем, кровяное давление и др.

**3. Соединительная ткань**

Соединительная ткань является универсальной тканью организма. Она присутствует практически во всех органах, образуя их строму (каркас). Помимо разнообразия клеточных элементов (более 10 разновидностей высокодифференцированных клеток) важной составляющей частью соединительной ткани являются волокна. Основными видами волокон являются коллагеновые, эластические, гиалиновые и другие. Биохимической основой строения волокон являются полимеры белков: коллаген, эластин, гиалин, оссеин. Они, удерживая воду, образуют пространственные структурные сетки, обладая всеми свойствами гелей. Наиболее богато гелевые структуры представлены в хрящах, костной ткани, суставно-связочном аппарате, строме кровеносных сосудов, коже. В их состав входят также такие белковые полимеры как хондроитинсульфат и гиалуроновая кислота. Последняя в совокупности с ферментом гиалуронидазой, изменяющей коллоидные свойства гиалуроновой кислоты, образует динамически функционирующую систему, позволяющую регулировать проницаемость сосудистой стенки и обновлять волокнистые структуры. Белки волокон продуцируются клетками соединительной ткани, к которым относятся также хондроциты, остеобласты и остеокласты. Через соединительнотканные структуры осуществляется целый ряд процессов: транспорт и распределение воды, солей и других веществ, регуляция энзиматических реакций, восстановление тканей, подавление инфекций и многие другие процессы. Соединительная ткань выполняет главную опорную функцию в организме, является основой построения костного скелета, суставов, связок, фасций и стромы внутренних органов. В процессе старения белки волокон теряют свои гидрофильные свойства за счет частичной потери ими четвертичной или третичной структуры. При этом на поверхности белковых молекул уменьшается количество гидрофильных (карбоксильных, амино- и сульфгидрильных) групп, способных в силу электростатических взаимодействий притягивать молекулы воды. Одновременно на их поверхности увеличивается количество гидрофобных (углеводородных) групп. Этот процесс приводит к тому, что тонкие нити соединительнотканных волокон «сшиваются» друг с другом в грубые канаты, и происходит обезвоживание, сжатие и ухудшение питания клеток внутренних органов через соединительную ткань, происходят нарушения их функций. Именно в этом в значительной степени и заключается процесс появления морщин на коже, ее истончение. К настоящему времени многие вопросы, связанные с изучением биохимических, коллоидных и других свойств соединительной ткани, остаются без ответа. Решение их помогло бы добиться значительных успехов в изучении патогенеза и лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата, коллагенозов и соединительнотканных опухолей.

Практически любая жидкость или ткань организма человека представляет собой коллоидно-дисперсную среду. Таковыми являются, например, содержимое желудочно-кишечного тракта, желчь, спинномозговая жидкость, моча. При патологических изменениях в организме в коллоидном состоянии находятся белки отечной жидкости (транссудаты) или белки в воспалительных экссудатах. Нарушение коллоидных свойств вышеуказанных сред организма приводят в крови к образованию тромбов, и как следствие развитие инсультов и инфарктов. В желчи и моче при этом образуются камни, в суставной ткани – выпадение солей мочевой кислоты (подагра).

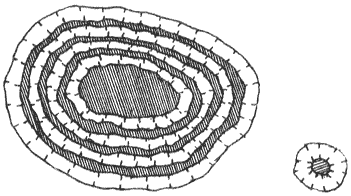
**Глава 3. Коллоиды как лекарственные средства.**

Столь чужеродно звучащее слово «коллоид» происходит от греческого слова «коlla» – клей. Коллоиды знакомы нам под другими названиями. Так, большие молекулы протеинов, полисахаридов и нуклеиновых кислот в нашем организме являются не чем иным, как коллоидами.  
«Кровь, кожа и многое другое представляют собой коллоидные системы, – объясняет профессор Маркус Антониетти из института Макса Планка по изучению коллоидов и граничных поверхностей. – Само собой разумеется, что мы берем природу за образец, когда создаем коллоиды сами. Между тем мы можем мастерить молекулы с различными функциями».

В химии полимеров стали возможными новые методы синтеза, с помощью которых химическая система может быть нарезана на частички, имеющие размеры в области нанометров. Тем самым ученые могут изготовлять коллоидные шарики из полистирола, на которых они прикрепляют тысячи щупальцеобразных акцепторов. Такие ловушечки из блокполимера, состоящего из стирола и винилпиридина, позволяют, например, «выуживать» ртуть из крови при отравлении ртутью. Коллоиды, построенные таким образом, чрезвычайно реакционноспособны. Они могут связывать ионы тяжелых металлов в количестве, составляющем до 16 процентов их массы.

В настоящее время в медицине уже используются так называемые липосомы. Липосомы похожи на крохотные капсулы. Они состоят из обертывающей мембраны и внутренней полости, наполненной активным веществом, растворимым в воде или в масле. Поскольку структура липосомной оболочки воспринимается мембранами клеток как своя, у маленьких транспортных капсул меньше проблем при преодолении естественных барьеров кожи, чем у “незапакованных” активных веществ. В глубинных слоях верхней кожи липосомы должны отдать свой груз активного вещества клеткам, а своей опустевшей оболочкой укрепить межклеточное пространство.

Липосомы, или липидные пузырьки, известны давно, да и знакомы, наверно, каждому: очень похожи на них те капельки жира, которые попадают в воду, но это, разумеется, сходство чисто внешнее. Липосомы представляют собой замкнутые пузырьки воды, окруженные одним или несколькими слоями липидов. Размеры и форма липосом зависят от многих факторов: кислотности среды, присутствия солей и т.п. Впервые на них обратил внимание английский исследователь Алек Бангем с коллегами в 1965 году. Они заметили, что липосомы (это название утвердилось года три спустя) весьма напоминают мембраны клеток. В те годы уже было известно, что клеточные мембраны выполняют много функций, и липосомы сразу же стали важным инструментом для их изучения. Как модели мембран, липосомы позволили исследовать ряд их свойств: электрическое сопротивление, проницаемость для молекул воды, для ионов и других заряженных частиц, а также для содержимого клеток. Липосомы используются, кроме того, для изучения действия на мембраны витаминов, гормонов, антибиотиков и других препаратов. Эта сторона дела привлекла наибольшее внимание исследователей, поскольку выяснилось, что липосомы хорошо справляются с ролью носителей лекарств.



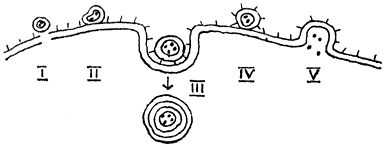
Липосомы могут быть однослойными (диаметр 250...300 ангстрем) и многослойными (5...50 микрометров). Заштрихованные тоны – место нахождения воды, светлые – бимолекулярный липидный слой, «хвосты» составляющих его молекул обращены внутрь слоя.

Какие же качества липосом дают им преимущества перед другими носителями лекарств? Прежде всего, это сродство с природными мембранами клеток по химическому составу. Известно, что липиды, входящие в состав мембран, занимают от 20 до 80 процентов их массы. Поэтому при правильном подборе компонентов липосом их введение в организм не вызывает негативных реакций.

Второе важное свойство липосом – это универсальность. Благодаря полусинтетической природе можно широко варьировать их размеры, характеристики, состав поверхности. Это позволяет поручать липосомам переносить широкий круг фармакологически активных веществ: противоопухолевые и противомикробные препараты, гормоны, ферменты, вакцины, а также дополнительные источники энергии для клетки, генетический материал.

В-третьих, липосомы сравнительно легко разрушаются в организме, высвобождая доставленные вещества, но в пути следования липосомы, сами лишенные свойств антигена, надежно укрывают и свой груз от контакта с иммунной системой и, стало быть, не вызывают защитных и аллергических реакций организма.

Важную роль играет также характер взаимодействия липосом с клетками. Оно может принимать разные формы: самая простая – липосомы адсорбируются (прикрепляются) на клеточной поверхности. Дело может на этом закончиться, а может пойти дальше: липосому поглотит клетка (этот процесс «заглатывания» называется эндоцитоз), и вместе с ней внутрь клетки попадут те вещества, которые она доставила. Наконец, липосомы могут слиться с мембранами клеток и стать их частью. При этом могут изменяться свойства клеточных мембран: например, их вязкость и проницаемость, величина электрического заряда. Может также увеличиться или уменьшиться количество каналов, проходящих через мембраны. Таким образом, благодаря липосомам появляется новый способ направленного воздействия на клетку, который можно назвать «мембранной инженерией».



Формы взаимодействия липосом с мембраной клетки: липосома может увеличить проницаемость мембраны – вызвать образование дополнительных каналов (I); может прикрепиться к мембране – адсорбироваться (II); важная форма взаимодействия – поглощение липосомы клеткой, в этом случае вещество, принесенное липосомой, попадает непосредственно в клетку (III); иногда клеточная мембрана и липосома обмениваются липидами (IV), а в других случаях мембраны липосомы и клетки сливаются (V).Как носители лекарств липосомы наиболее широкое применение получили в экспериментальной онкологии. Суть в том, что существует ряд препаратов, весьма эффективно разрушающих злокачественные клетки или тормозящих их рост. Однако применить их в терапевтических целях не всегда возможно из-за их большой токсичности или плохой растворимости в воде. С помощью липосом эти трудности можно преодолеть. Так, в одной лаборатории с помощью липосом вводили мышам, больным лейкемией, нерастворяющиеся препараты и наблюдали замедление роста числа злокачественных клеток. Другие исследователи нагружали липосомы антрациклинами: эти вещества активны против широкого круга злокачественных опухолей, но весьма ядовиты для остальных тканей, особенно для сердечной мышцы, – и вредное воздействие этих соединений значительно снижалось, что, как следствие, позволяло существенно увеличивать их дозы.

Липосомы можно использовать и для борьбы с инфекционными заболеваниями. Обычный лейшманиоз лечат препаратами сурьмы, которые весьма токсичны. Но когда их ввели экспериментальным животным с помощью липосом, то они стали подавлять размножение возбудителей болезни в клетках печени в сотни раз эффективнее, чем обычно, а токсическое действие на сердце и почки заметно снизилось, что позволило увеличить дозу препарата. Сходные результаты были получены и при лечении похожих на лейшманиоз грибковых заболеваний – криптококкоза и гистоплазмоза.

Когда микроорганизмы – возбудители болезней «прячутся» внутри клеток, то тем самым они защищаются как от иммунной системы организма (антител), так и от действия лекарств. Иногда макрофаги, захватив болезнетворные бактерии, не могут их переварить. Во всех таких случаях заболевание приобретает затяжное, хроническое течение, и тогда необходимо, чтобы лечебные средства могли проникать внутрь зараженных клеток, причем в нужной для лечения концентрации. Результаты экспериментов группы американских исследователей, которые работали с макрофагами мышей, зараженных бактериями мышиного брюшного тифа, показали, что липосомы и здесь значительно повышают эффективность лечения: они доставляли макрофагам антибиотик цефалотин, и число бактерий внутри клеток снизилось намного сильнее, чем при обработке таких же клеток чистым антибиотиком. При этом удавалось достичь весьма высокой его концентрации внутри клеток, то есть именно там, где находились возбудители заболевания.

Другие исследователи, используя антибиотик гентамицин, заключенный в липосомы, получили такие же результаты против возбудителей бруцеллеза, причем опыты были проведены как на культуре клеток, так и на животных – морских свинках.

Таким образом, липосомы помогают дольше сохранять высокий уровень концентрации лекарственных препаратов в крови и в клетках, а также помогают им проникнуть в те области, куда без липосом они попасть не могут.

Формы взаимодействия липосом с клетками, во многом объясняют их способность преодолевать некоторые анатомические барьеры организма, в частности, стенки желудочно-кишечного тракта. Это обстоятельство было использовано для лечения сахарного диабета путем введения инсулина преорально в липосомах. Опыты проводились на крысах, у которых предварительно искусственным путем вызывали сахарный диабет, И оказалось, что введение инсулина в липосомах вызывало снижение сахара в крови животных, ибо липосомы защищают этот гормон от разрушения желудочно-кишечном тракте. В настоящее время исследования в этом направлении продолжаются. Цель их – добиться возможности лечения диабета введением инсулина через рот, что будет большим подарком для больных этой тяжелой болезнью.

Были предприняты попытки введения таким методом и других веществ. Они не всегда оказывались удачны, однако некоторых случаях был достигнут несомненный успех. Так, в опытах на животных удавалось ввести в липосомах через желудочно-кишечный тракт активаторы выработки интерферона, разрушающий тромбы террилитин, витамин К и другие вещества. Такой путь введения в организм ряда лекарств является весьма перспективным, особенно в тех случаях, когда их инъекции менее желательны или вообще невозможны. Но пока еще не совсем понятно, почему одни вещества, заключенные в липосомы, проходят сквозь стенку кишечника, а другие этого сделать не могут. Механизм этого явления в настоящее время изучается.

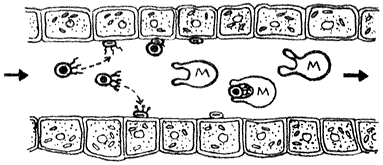
Использование липосом для точной, целенаправленной доставки лекарственных веществ имеет, однако, и определенные ограничения. После попадания в организм большая часть липосом поглощается клетками ретикулоэндотелиальной системы, состоящей в основном из макрофагов, способных поглощать из крови посторонние частицы и уничтожать (переваривать) их, что необходимо для поддержания постоянства внутренней среды. Наибольшее скопление этих клеток находится в печени, селезенке, костном мозге, лимфатических узлах и кровотоке. Поэтому, если цель введения липосом заключается в их контакте с клетками ретикулоэндотелиальной системы, то проблем почти не возникает: липосомы туда попадут (возбудители инфекционных заболеваний, о лечении которых мы говорили выше, находились именно в таких клетках). Если же требуется, чтобы липосомы доставили свое содержимое в другие места, то добиться этого сложнее.

Однако исследования, проведенные в последние годы, позволяют надеяться на преодоление и этого препятствия в ближайшем будущем.

Во Всесоюзном кардиологическом научном центре, в лаборатории В.П. Торчилина был осуществлен направленный транспорт липосом в зону экспериментального инфаркта миокарда. Сделали это с помощью антител к миозину – белку сердечной мышцы. Антитела были прикреплены химически к поверхности липосом. Липосомы накапливались как в зоне инфаркта, так и в нормальной ткани сердца (то есть там, где был миозин), хотя значительная их часть все же локализовалась в клетках печени.

Весьма эффективным оказалось также введение липосом внутривенно. При этом в печень и селезенку попадает липосом во много раз больше, чем при введении их через брюшину и особенно под кожу.

Таким образом, комбинируя способы введения, можно надеяться на успешное лечение с помощью липосом и тех заболеваний, которые мало связаны с клетками ретикулоэндотелиальной системы.



Исследования последних лет установили, что система макрофагов играет важную роль в защите организма от различных инфекций и новообразований (опухолей). Макрофаги способны уничтожать как опухолевые клетки, так и клетки, пораженные вирусами, не затрагивая при этом нормальные, здоровые клетки. Но делают все это макрофаги лишь в активированном состоянии. А активируют их лимфоциты, которые выделяют для этого специальные вещества – лимфокины.

В 1981 году было установлено, что способность лимфокинов и мурамилдипептида активировать макрофаги значительно возрастает, если эти вещества вводить в липосомах. При этом наблюдается увеличение длительности их действия, иногда до нескольких суток. Важно и то, что удается во много раз снизить их дозы без ущерба для эффективности. Интересно отметить, что оба препарата, заключенные в одни и те же липосомы, при активации усиливали действие друг друга.

Мурамилпептид в липосомах оказался также весьма эффективным против вируса герпеса, а в сочетании с таким препаратом, как глюкантин, – и против уже упоминавшегося лейшманиоза.

Таким образом, практическое использование липосом в лечении ряда заболеваний является весьма перспективным направлением фармакологии, основанном на достижениях в изучении коллоидных свойств веществ, частности билипидных слоев.

 На основе твердых коллоидов можно создавать защитные оболочки из белковых тел. Таким способом в капсуле наночастиц удалось бы с потоком крови доставить нерастворимые в крови лекарства к месту действия. «Особенно полезными были бы такие нанокапсулы, – заявил Антониетти, – которые благодаря дополнительному помещению в них какого-нибудь антитела были бы адресными и целенаправленно могли посылаться к определенному типу клеток».При такой форме применения лекарственное средство действует только в очаге заболевания, так что достаточно лишь незначительной дозы препарата. Кроме того, такие наночастицы так малы, что могут проходить через большинство барьеров, например через стенки кишечника. Правда, такие нанокапсулы не должны вызывать побочного действия в организме.

|  |
| --- |
|  |
| Шарики, палочки, диски – различные формы коллоидных частиц |

Но коллоиды в медицине, конечно, способны на большее. Гели, которые содержат полимеры коллоидных частиц, реагируют на внешние факторы, такие, как изменения значений рН, температуры или силы электрического поля. В кислой среде желудка такой гель коагулирует, а в слабокислой среде кишечника, напротив, разбухает. Гели могли бы стать идеальным транспортным средством для медикамента, который должен проявить свое действие только в кишечнике.

Несомненно, существует целая палитра возможных новшеств в медицине. Например, в эндоскопии покрывают кабель-зонд из стекловолокна коллоидным гелем. Гель то разбухает, то снова сжимается, когда накладывается переменное напряжение. В результате кабель продвигается вперед. Сейчас в Японии проводят опыты по внедрению таких искусственных роботов – «дождевых червей» в хирургию минимального вмешательства в организм. Большим преимуществом метода является то, что не нужно с усилием проталкивать эндоскоп через сосуды, он сам себе прокладывает путь.

Когда химик Вольфганг Оствальд первый раз увидел коллоиды под микроскопом в двадцатых годах XX в., он уже тогда осознал их громадный потенциал: «Я не знаю ни одной области нынешних естественных наук, которая так или иначе не затрагивала бы так много и таких разнообразных областей интересов. Конечно, теория атомов и радиоактивность тоже интересует каждого. Но эти вдохновенные деликатесы сравнимы с химией коллоидов, которая для многих областей необходима как насущный хлеб».  
Тем не менее прошло более семидесяти лет, прежде чем открытие получило новую жизнь.

**Заключение**

**Коллоидные дисперсные системы (дисперсии)** – микрогетерогенные образования, в которых одно мелкораздробленное вещество – дисперсная фаза – равномерно распределено (диспергировано) в другой фазе – дисперсионной среде. В коллоидных системах размер частиц дисперсной фазы составляет 10–9–10–7 м, т.е. лежит в интервале от нанометров до долей микрометров. Эта область превосходит размер типичной малой молекулы, но меньше размера объекта, видимого в обычном оптическом микроскопе.

Вся природа — организмы животных и растений, гидросфера и атмосфера, земная кора и недра — представляет собой сложную совокупность множества разнообразных и разнотипных грубодисперсных и коллоидно-дисперсных систем. Дисперсное состояние вполне универсально и при соответствующих условиях в него может перейти любое тело. Этим определяется особое положение коллоидной химии – науки, занимающейся изучением коллоидных систем и их поверхностных явлений, развитие которой осуществляется в непосредственном контакте и взаимодействии со многими, часто не связанными между собой областями науки, промышленности, медицины и сельского хозяйства.

Важный вклад в изучение коллоидных систем организма человека внесли труды Л. Михаэлиса, Г.Шаде, В. Оствальда, П. Ребиндера, Ф.Гофмейстера, Э. Абдергальдена, Г.Фрейндлиха и др.

Коллоидная химия изучает все многообразие коллоидных систем, включающее следующие их типы:

1.Золи. 2. Гели.3. Эмульсии. 4. Пены. 5. Аэрозоли.

Основными свойствами коллоидного состояния веществ в биологических системах являются: 1.Броуновское движение частиц дисперсной фазы. 2. Неспособность к ультрафильтрации и прохождению их через полупроницаемые мембраны. 3. Низкие значения или отсутствие осмотического потенциала. 4.Способность к коагуляции. 5. Поверхностные свойства – способность к адсорбции различных веществ. 5. Переходы золь-гель и обратно.6. способность к набуханию.

Глобальная роль коллоидов заключается в том, что они являются основными компонентами таких биологических образований как живые организмы. Все вещества организма человека представляют собой коллоидные системы.

Коллоиды поступают в организм в виде пищевых веществ и в процессе пищеварения превращаются в специфические, характерные для данного организма коллоиды.

**Коллоидно-химическая физиология человека** – это раздел науки, изучающий функционирование систем организма человека, образующих коллоидные соединения.Можно сказать, что весь организм человека – это сложная коллоидная система в ее связи с поверхностными явлениями.

Из коллоидов, богатых белками, состоят кожа, мышцы, ногти, волосы, кровеносные сосуды, легкие, весь желудочно-кишечный тракт и многое другое, без чего немыслима сама жизнь.

С точки зрения коллоидно-химической физиологии человека его организм представляет собой сложный комплекс коллоидных систем в их постоянном динамическом взаимодействии. Мельчайшей структурно-функциональной единицей организма является клетка. Уже сама клетка представляет собой сложный комплекс коллоидных образований, основными из которых являются клеточные мембраны, гиалоплазма, ядро, ЭПР и др. Основными функциями коллоидов мембран клетки являются: барьерная, метаболическая, разделительную, каркасную, защитную поддержания тургора в растительных клетках, транспортная, контактная (плазмодесмы, десмосомы), ферментативная и другие. Мембраны принимают участие в образовании клеточных органелл (ядра, митохондрий, лизосом, комплекса Гольджи и др.). Одной из важнейших функций мембран является их участие в лиганд-рецепторном взаимодействии (гликокаликс), обеспечивающем «узнавание» и распознавание чужеродной антигенной информации и обеспечение так называемых клеточных контактов.

Гиалоплазма клеток также представляет собой сложную коллоидно-дисперсную систему, в функции которой входит формирование цитоскелета клетки (коллоидно-белковая система, пронизывающая клетку). Цитоскелет обеспечивает движение клеток, цитоплазмы, органелл, транспорт веществ и формирует каркас клетки. Гиалоплазма и ее коллоиды объединяют клетку в единое целое.

Наиболее изученной является такая коллоидная система организма как кровь. Кровь – это совокупность дисперсных систем. В плазме крови дисперсной фазой являются белки и жиры, а дисперсной средой вода. В свою очередь, форменные элементы крови могут рассматриваться как дисперсная фаза по отношению к плазме, которая в этом случае выполняет роль дисперсной среды. Сами клетки крови – тромбоциты, эритроциты, лейкоциты представляют собой, как и любые другие клетки организма, сложные по составу дисперсные системы. Важнейшие функции крови – дыхательная, питательная, транспортная, выделительная, терморегуляционная, регуляторная (pH, гормоны и др.), защитная (системы свёртывания - противосвёртывания, антитела, цитокины).

Практически любая жидкость или ткань организма человека представляет собой коллоидно-дисперсную среду. Таковыми являются, например, лимфа, молоко содержимое желудочно-кишечного тракта, желчь, спинномозговая жидкость, моча.

Моча представляет собой гидрофильный золь, состоящий из мицелл уратов, фосфатов и оксалатов. Молоко грудных желез и лимфа это сочетание эмульсии с белковым золем. Соединительнотканные волокна это гели.

При патологических изменениях в организме в коллоидном состоянии находятся белки отечной жидкости (транссудаты) или белки в воспалительных экссудатах. Нарушение коллоидных свойств вышеуказанных сред организма приводят в крови к образованию тромбов, и как следствие развитие инсультов и инфарктов. В желчи и моче при этом образуются камни, в суставной ткани – выпадение солей мочевой кислоты (подагра).

Таким образом, коллоидные системы суть основа химического состояния всех веществ, из которых построены клетки, ткани и органы организма человека. Этим и обусловлено многообразие функций, которые обеспечивают в организме коллоидные системы. Многообразие их функций можно условно разделить на 3 группы, которые безусловно тесно связаны между собой.

1.Функции, связанные с физико-химическими свойствами коллоидов:

1.1 Обеспечение и регуляция проницаемости мембран

1.2 Регуляция онкотического и (в меньшей степени) осмотического давления.

1.3 Обеспечение и регуляция поверхностного натяжения сред организма.

1.4 Регуляция рН

1.5 Ферментативная функция.

1.6 Детоксикация организма.

2.Функции общебиологического значения:

2.1 Барьерная и разделительная.

2.2 Опорно-двигательная.

2.3 Транспортная

2.4 Питательная.

2.5 Биосинтетическая.

2.6 Дыхательная.

2.7 Выделительная.

2.8 Терморегуляционная.

2.9 Репродуктивная.

2.10 Обеспечение клеточных контактных взаимодействий и распознавание генетической информации.

2.11 Защитная (иммунологические реакции, антитела – иммуноглобулины).

3.Специфические функции:

3.1 Регуляторные белки (гормоны, медиаторы иммунитета – цитокины, и др.)

3.2 Обеспечение свертывания крови и фибринолиза

3.3 Регуляция сосудистого тонуса (калликреин-кининовый каскад, система белков ренин-ангиотензин и др.).

3.4 Обеспечение иммунологических реакций (каскад белков системы комплемента и др.).

3.5 Рецепторная.

Применение коллоидов находит все большее применение в медицинской практике.

От использования простых коллоидных золей для местной заживляющей терапии и применения солей алюминия и магния для понижения кислотности желудка до использования гидрокси алюминия в качестве стабилизатора и носителя лекарственных веществ и далее к использованию липосом и нанокапсул.

**Библиография:**

1. Фролов Д.Г. Курс коллоидной химии. М., 1989
2. Петрянов-Соколов И.В. Коллоидная химия и научно-технический прогресс. М., 1988
3. Пасынский А. Г., Коллоидная химия, 3 изд., М., 1968
4. Воюцкий С. С., Курс коллоидной химии, М., 1964
5. Ребиндер П. А., Влодавец И. Н., Физико-химическая механика пористых и волокнистых дисперсных структур, в кн.: Проблемы физико-химической механики волокнистых и пористых дисперсных структур и материалов, Рига, 1967
6. Ребиндер П. А., Фигуровский Н. А., Коллоидная химия , в кн.: Развитие физической химии в СССР, под ред. Я. И. Герасимова, М., 1967, с. 239
7. Збарский Б.И., Иванов И. И., Мардашёв С. Р., Биологическая химия, М., 1954
8. Фукс Н. А., Механика аэрозолей, М., 1955
9. Эмульсии, пер. с англ., Л., 1972
10. Bild der Wissenshaft, 1994. - B. 11, S. 38–41
11. Рубинштейн Д. Л., Физико-химические основы биологии, М.,1932
12. Шаде Г., Физическая химия во внутренней медицине, Л.,1930
13. Аэрозоли — пыли, дымы и туманы, пер. с англ., Л., 1969
14. Абдергальден Э., Учебник физиологической химии, М.,1934