

МОЧЕОБРАЗОВАНИЕ

Работа 1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ.

Диурез (процесс образования мочи в почке) является результатом трех процессов: клубочковой фильтрации, канальцевой реабсорбции и канальцевой секреции.

Клубочковая фильтрация представляет собой перенос воды и веществ с низкой молекулярной массой из плазмы, протекающей через клубочковые капилляры крови в капсулу клубочка. На этот процесс оказывают влияние: площадь фильтрационной поверхности мембраны клубочков, давление в капиллярах клубочков и коэффициент клубочковой фильтрации.

Фильтрационное давление в капиллярной сети (P_f) является результатом взаимодействия гидростатического давления крови в капилляра ($P_b = 70 \text{ mm Hg}$), онкотического давления крови ($P_o = 25 \text{ mm Hg}$), внутрикапсульного тканевого давления ($P_i = 5 \text{ mm Hg}$), и вычисляется по формуле:

$$P_f = P_b - (P_o + P_i)$$

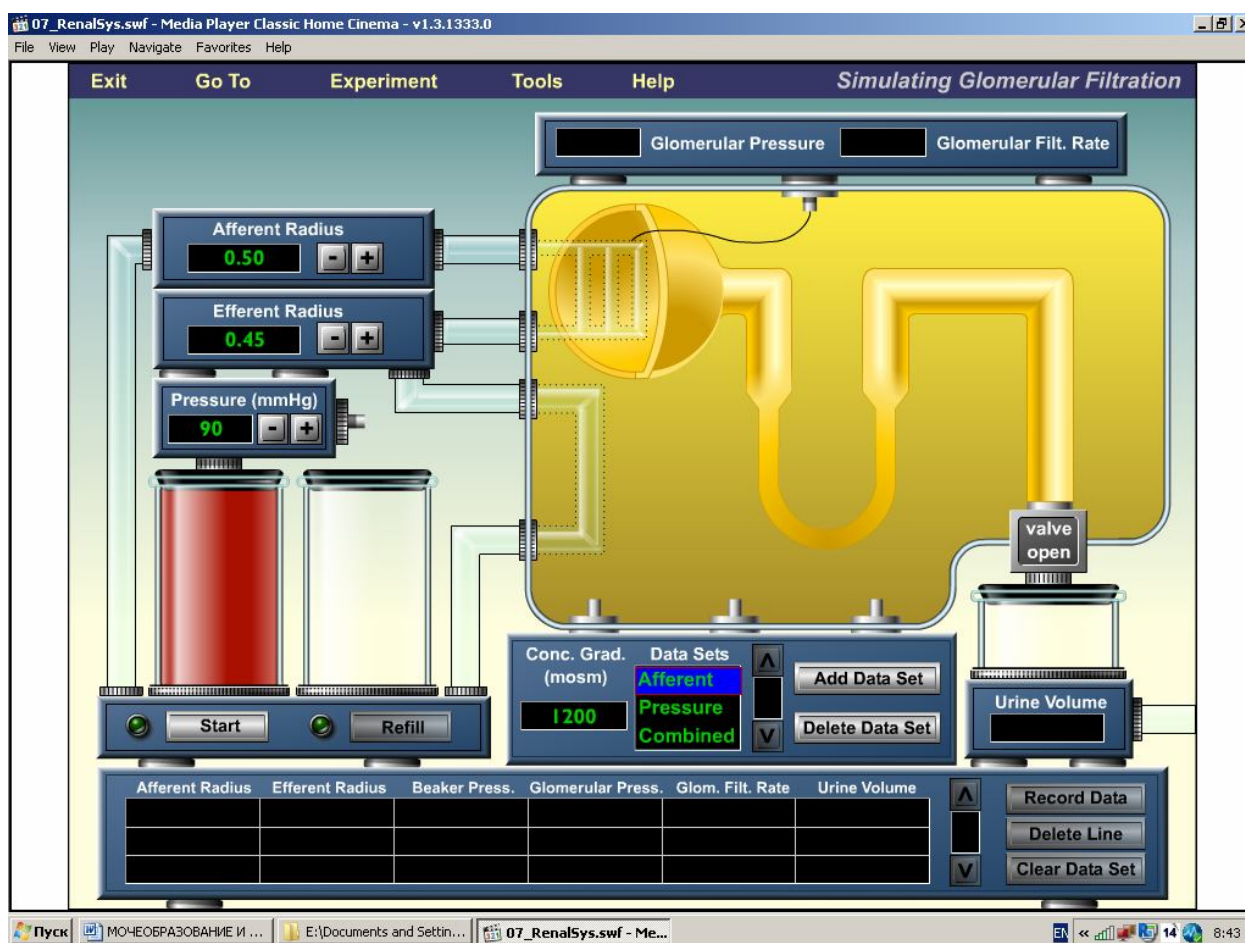
Коэффициент клубочковой фильтрации составляет примерно 20% всего сердечного выброса, и его величина зависит от расширения или сужения приносящих клубочковых артериол.

Цель: продемонстрировать влияние коэффициента клубочковой фильтрации, гидростатического давления крови и онкотического кровяного давления на интенсивность образования мочи.

На модели нефрона (рис. 1) вы можете изменять радиус как выносящей, так и приносящей артериолы клубочка почки, а также менять величину давления на входе в клубочек. Модель рассчитывает объем получаемой за время эксперимента мочи (**Urine Volume**), рассчитывает гломерулярное (фильтрационное) давление (**Glomerular Pressure**) и т.н. показатель фильтрации (**Glomerular Filtr. Rate**)

Планируя эксперимент, исследуйте вклад каждого из факторов поочередно (сначала роль радиуса артериол, затем - роль давления и т.п). Для того, чтобы результаты были записаны в нужную ленту таблицы, перед запуском модели обозначайте название опыта (**Data Set**). Если вы меняете все показатели – опыт будет называться комбинированным (**Combined**)

Рис. 1. Модель нефрона для изучения влияния различных факторов на фильтрационную функцию клубочка.



Алгоритм действий:

1. По умолчанию в модели установлены следующие показатели: радиус приносящей артериолы – 0,50; радиус выносящей артериолы – 0,45; давление на входе – 90 mm Hg; концентрационный градиент – 1200 mosm. Нажмите «**Start**» и дождитесь, когда вся кровь перетечет в приемный резервуар.
2. Затем зафиксируйте результаты в таблице внизу модели, нажав кнопку «**Record Data**».
3. Верните кровь в исходный резервуар с помощью кнопки «**Refil**».
4. Обозначьте название исследования – «**Afferent**» в блоке «**Add data set**»
5. Установите нужный Вам радиус афферентной и эфферентной артериол, нажимая на кнопки (+) или (-) на модельной установке и нажмите «**Start**». Когда вся кровь перетечет в приемный резервуар, зарегистрируйте результат и верните кровь в исходный резервуар (**Refil**).
6. Обозначьте название исследования – «**Pressure**» в блоке «**Add data set**»

7. Измените давление на входе и повторите эксперимент. Не забывайте регистрировать его результаты и восстанавливать исходное состояние модели.
8. Обозначьте название исследования – «**Combined**» в блоке «**Add data set**»
9. Измените в нужную Вам сторону и величину давления, и радиус артериол и повторите эксперимент. Не забывайте регистрировать результаты в таблице.
10. Запишите все результаты в тетрадь (табл. 1) и сделайте необходимые выводы.

Таблица.1 Факторы, обеспечивающие оптимальную фильтрационную функций в нефроне.

Радиус приносящей артериолы	Радиус выносящей артериолы	Давление на входе в клубочек (в первой мензурке)	Гломерулярное давление	Показатель гломерулярной фильтрации	Объем мочи

Постарайтесь ответить на следующие вопросы:

- 1) Как меняется объем образованной мочи при сужении выносящей артериолы?
- 2) Как уменьшение давления в клубочке отражается на величине показателя фильтрации и на объеме образованной мочи?

Работа 2. **ВЛИЯНИЕ АЛЬДОСТЕРОНА И АНТИДИУРЕТИЧЕСКОГО ГОРМОНА НА ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ.**

Альдостерон – минералокортикоидный гормон, синтезируется в клубочковой зоне коры надпочечников. Выброс альдостерона в кровь контролируется **ренин-ангиотензин-альдостероновой системой**. Понижение давления в клубочковых артериолах провоцирует выделение из юкта-гломерулярными клетками почек протеолитического фермента

ренина. Ренин превращает плазматический **ангиотензиноген** в **ангиотензин I**, который в дальнейшем под влиянием специального ангиотензин-превращающего фермента переродит в **ангиотензин II**. Последний стимулирует синтез и выделение альдостерона из надпочечников и повышает тонус гладкой мускулатуры кровеносных сосудов, вызывая повышение АД..

Основными эффектами альдостерона являются:

- удержание ионов Na, Cl, и воды
- сокращение скорости образования мочи
- повышение кровяного давления

Антидиуретический гормон (АДГ или вазопрессин) является нейрогормоном, который синтезируется в гипоталамусе и накапливается в задней доле гипофиза. Затем АДГ выделяется в кровоток, когда осморецепторы гипоталамуса воспринимают понижение кровяного осмотического давления, а барорецепторы аорты и сонной артерии воспринимают понижение кровяного давления.

Основными эффектами АДГ являются:

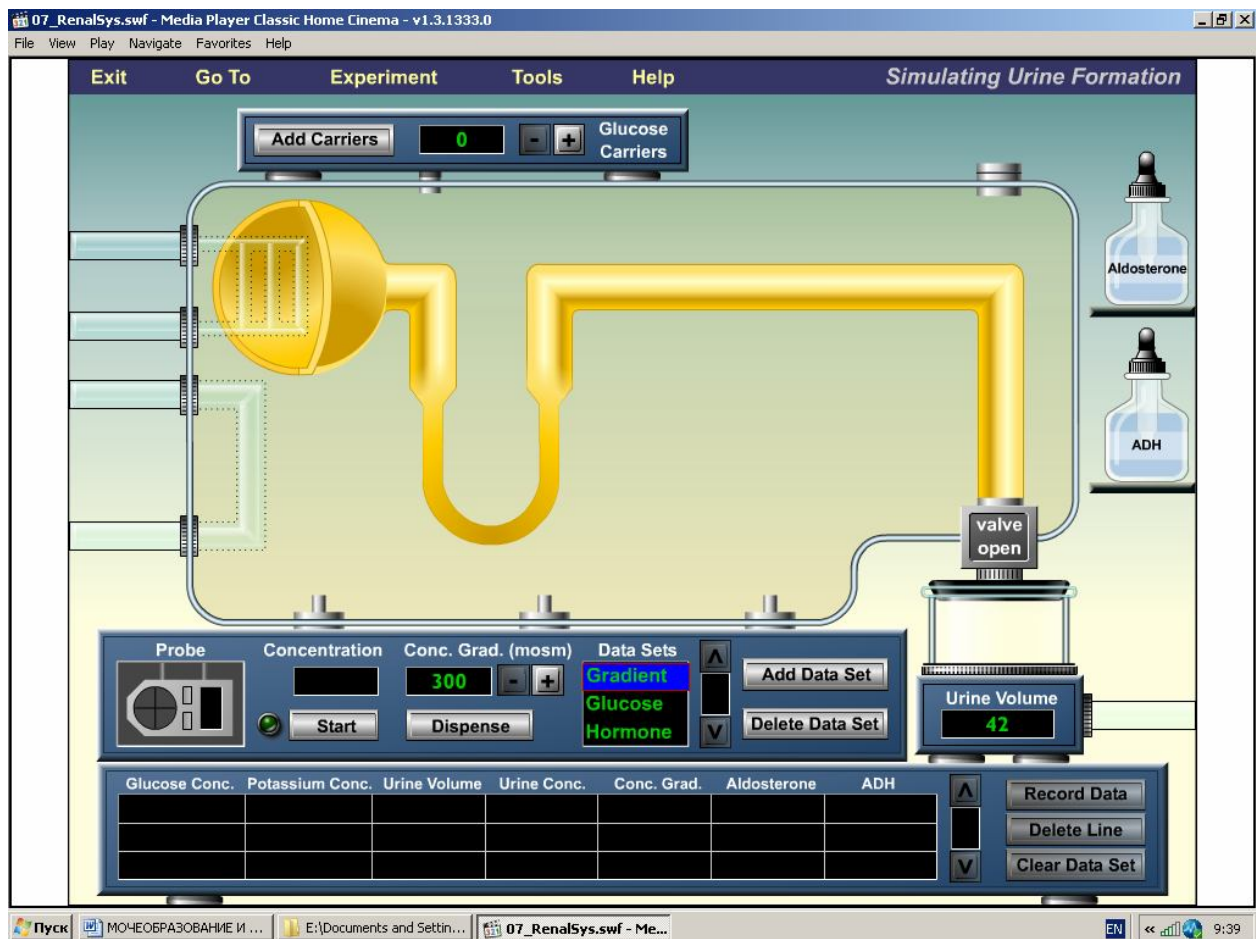
- удержание воды
- сокращение скорости образования мочи
- повышение кровяного давления.

На модели нефрона в этом виртуальном эксперименте Вы не сможете изменять величину фильтрации, но, вводя в систему альдостерон или антидиуретический гормон, вы будете влиять на процессы обратной реабсорбции воды и солей в собирательной трубчатке нефрона.

Предусмотрена также возможность изменять реабсорбцию глюкозы из мочи в кровь (**Glucose carriers**).

Повышение уровня глюкозы в крови, характерное для сахарного диабета, приводит к тому, что она перестает абсорбироваться в канальцах и попадает в мочу; осмотическое давление в канальцах повышается, и вода задерживается в моче. Таким образом, чем больше реабсорбция, тем меньше глюкозы остается в моче, и тем меньше ее объем.

Рис. 2. Модель нефрона для изучения влияния гормонов и реабсорбции глюкозы на образование мочи.



Кроме того, вы сможете, изменяя величину концентрационного градиента натрия, влиять на его концентрацию и осмотическое давление мочи. Накопление натрия в межклеточных пространствах почки меняет цвет фона, на котором изображен нефрон.

Алгоритм действий:

1. В меню «Эксперимент» откройте программу «Simulating Urine Formation» (Симуляция образования мочи).
2. По умолчанию в модели установлены следующие показатели: концентрационный градиент – 300 mosm, транспорт глюкозы (carriers glucose) = 0.
3. Обозначьте название исследования – «**Gradient**» в блоке «**Data sets**»
4. Нажмите «**Start**» и дождитесь, когда вся кровь перетечет в приемный резервуар.
5. Затем зафиксируйте результаты в таблице внизу модели, нажав кнопку «**Record Data**».
6. Очистить резервуар с мочой с помощью кнопки «**Dispense**».
7. Измените величину концентрационного градиента и повторите шаги 3-6.
8. Обозначьте название исследования – «**Glucose**» в блоке «**Data sets**»,

9. Установите нужную Вам интенсивность обратного транспорта глюкозы в проксимальном извитом канальце нажимая на кнопки (+) или (-) в верхней части модельной установки и нажмите «**Add carriers**».
10. Нажмите «**Start**» и дождитесь, когда вся кровь перетечет в приемный резервуар. Зарегистрируйте результат и освободите резервуар с мочой (**Dispense**).
11. Повторите шаги 9-10 с другой величиной транспорта глюкозы.
12. Обозначьте название исследования – «**Hormone**» в блоке «**Data sets**».
13. С помощью пипетки введите в область собирательной трубочки нефрона альдостерон (**Aldosterone**) и повторите эксперимент. Не забывайте регистрировать его результаты и восстанавливать исходное состояние модели.
14. С помощью пипетки введите в область собирательной трубочки нефрона антидиуретический гормон (**ADH**) и повторите эксперимент. Не забывайте регистрировать его результаты и восстанавливать исходное состояние модели.
15. Запишите все результаты в тетрадь (табл. и сделайте необходимые выводы).

Таблица. Факторы, обеспечивающие оптимальную фильтрационную функций в нефроне.

Концентрация глюкозы	Концентрация натрия	Объем мочи	Концентрация мочи	Концентрационный градиент	Введенный гормон

Постарайтесь ответить на следующие вопросы:

- 1) Как меняется объем образованной мочи при введении альдостерона? Почему?
- 2) Как введение антидиуретического гормона отражается на величине показателя фильтрации и на объеме образованной мочи?