



**СРС на тему:  
«Определение клубочковой  
фильтрации, диагностическое  
значение»**

*Выполнила: Есмаханова С.Д.  
Гр.7/122*

# Скорость клубочковой фильтрации (СКФ)



**СКФ** —это объем ультрафильтрата или первичной мочи, образующийся в почках за единицу времени. Скорость клубочковой фильтрации - основной показатель функции почек у здоровых и больных людей. Её определение используют для оценки эффективности терапии, направленной на профилактику прогрессирования хронических диффузных заболеваний почек.

## **Зависит от:**

- 1) от объема крови, точнее плазмы, проходящей через корковое вещество почек в единицу времени, составляющего в среднем у здорового человека массой 70 кг около 600 мл/мин;
- 2) фильтрационного давления, обеспечивающего сам процесс фильтрации;
- 3) фильтрационной поверхности, которая равна примерно 2—3 % от общей поверхности капилляров клубочка (1,6 м<sup>2</sup>) и может изменяться при сокращении подоцитов и мезан-гиальных клеток;
- 4) массы действующих нефронов, т. е. числа клубочков, осуществляющих процесс фильтрации в определенный промежуток времени.



# Схема клубочковой фильтрации в норме



## НОРМА



## Клубочки почек - сито для белков плазмы:

- фильтрация белков зависит от их количества, формы и заряда,
- белки с ММ выше 60 кДа задерживаются в плазме,
- почти все профильтрованные белки затем реабсорбируются и катаболизируются в проксимальных каналцах,
- альбумин из-за большого количества и небольшой ММ попадает в ультрафильтрат в норме.

Рис. 7 . Схема клубочковой фильтрации в норме (По Долгову В.В.)

# Механизмы ауторегуляции СКФ в физиологических условиях



- миогенная ауторегуляция тонуса приносящих артериол по принципу феномена Остроумова— Бейлиса;
- канальцево-клубочковая обратная связь, приводящая к изменению соотношения тонуса приносящих и выносящих артериол клубочка. Вовлечение в регуляцию механизма обратной связи обусловлено изменением доставки с фильтратом в область плотного пятна (*macula densa*) ионов натрия и хлора, что ведет к изменению продукции в ЮГА гуморальных регуляторов: аденозина (суживающий афферентные артериолы фактор), NO (дилатирующий артериолы фактор), ренина и ангиотензина-П, кининов и простагландинов ;
- изменения числа функционирующих нефронов.

Первые два механизма поддерживают постоянство кровотока в клубочках и фильтрационное давление, гуморальные регуляторы могут менять площадь фильтрационной поверхности и функции подоцитов, третий механизм определяет конечный эффект ауторегуляции СКФ в органе, что в итоге обеспечивает постоянство объема образуемой первичной мочи.

# Факторы, влияющие на СКФ:



- \* Возраст;
- \* Пол;
- \* Раса;
- \* Размеры тела;
- \* Питание (вегетарианство);
- \* дефицит мышечной массы( истощение, ампутации)



# Значение СКФ



- Оценка фильтрационной способности почек, и ее интерпритация;

Общая почечная СКФ- сумма скоростей фильтрации в каждом из функционирующих нефронов.

- Предотвращение токсического действия препаратов, экскретируемых почками, за счет правильной дозировки, с учетом расчета СКФ.

# Основы измерения СКФ



За счет веществ, которые:

- \* В стабильной концентрации присутствуют в плазме,
- \* Физиологически инертны,
- \* Свободно фильтруются в клубочках,
- \* Не секретируются, не реабсорбируются, не метаболизируются и не синтезируются в почках;

**Количество вещества, профильтрованного в клубочках = количеству вещества, выведенного с мочой**



- Для измерения скорости клубочковой фильтрации (СКФ) используют клиренс веществ, которые в процессе транспорта через почки только фильтруются, не подвергаясь реабсорбции или секреции в канальцах, хорошо растворяются в воде, свободно проходят через поры базальной мембраны клубочков и не связываются с белками плазмы. К числу таких веществ относят инулин, эндогенный и экзогенный креатинин, мочевины. В последние годы широкое распространение получили в качестве веществ-маркёров этилендиаминтетрауксусная кислота и гломерулотропные радиофармакологические препараты, такие, как диэтилентриаминопентаацетат или йоталамат, меченные радиоизотопами. Также стали использовать немеченные контрастные вещества (немеченый йоталамат и йогексол).





- Идеальным маркёром для определения скорости клубочковой фильтрации можно считать инулин - полисахарид с молекулярной массой 5200 дальтон. Он свободно фильтруется через клубочковый фильтр, не секретировается, не реабсорбируется и не подвергается метаболизму в почках. В связи с этим клиренс инулина используют сегодня как «золотой стандарт» определения скорости клубочковой фильтрации. К сожалению, существуют технические сложности в определении клиренса инулина, и это дорогостоящее исследование.

$$* \text{СКФ} \times P_{in} = U_{in} \times V$$

$P_{in}$  - концентрация инулина в плазме,

$U_{in}$  - концентрация инулина в моче,

$V$  - объем мочи, выведенный за единицу времени.



- Использование радиоизотопных маркёров также позволяет определить скорость клубочковой фильтрации. Результаты определений тесно коррелируют с клиренсом инулина. Однако радиоизотопные методы исследования связаны с введением радиоактивных веществ, наличием дорогостоящей аппаратуры, а также с необходимостью соблюдать определённые нормы хранения и введения этих веществ. В связи с этим исследования скорости клубочковой фильтрации с помощью радиоактивных изотопов используются при наличии специальных радиологических лабораторий.



- В последние годы в качестве маркёра СКФ был предложен новый метод с использованием сывороточного цистатина С - одного из ингибиторов протеаз. В настоящее время в связи с незавершённостью популяционных исследований, в которых проводится оценка данного метода, информация об его эффективности отсутствует.
- Клиренс эндогенного креатинина до последних лет был самым широко распространённым методом для определения скорости клубочковой фильтрации в клинической практике. Для определения скорости клубочковой фильтрации осуществляют суточный сбор мочи (за 1440 мин) или получают мочу за отдельные интервалы (чаще за 2 интервала по 2 ч) с предварительной водной нагрузкой для достижения достаточного диуреза. Клиренс эндогенного креатинина рассчитывают по формуле клиренса.





- Сопоставление результатов СКФ, полученных при исследовании клиренса креатинина и клиренса инулина у здоровых лиц, выявило тесную корреляцию показателей. Однако при развитии умеренной и, особенно, выраженной почечной недостаточности СКФ, рассчитанная по клиренсу эндогенного креатинина, значительно превышала (более чем на 25%) значения СКФ, полученные по клиренсу инулина. При СКФ 20 мл/мин клиренс креатинина превышал клиренс инулина в 1,7 раза. Причина несоответствия результатов заключалась в том, что в условиях почечной недостаточности и уремии почка начинает секретировать креатинин проксимальными канальцами. Нивелировать ошибку помогает предварительное (за 2 ч до начала исследования) введение пациенту циметидина - вещества, блокирующего секрецию креатинина, - в дозе 1200 мг. После предварительного введения циметидина клиренс креатинина у больных с умеренной и выраженной почечной недостаточностью не отличался от клиренса инулина.



- В настоящее время в клиническую практику широко внедрены расчётные методы определения СКФ, учитывающие концентрацию креатинина в сыворотке крови и ряд других показателей (пол, рост, масса тела, возраст). Кокрофт и Голт предложили следующую формулу для расчёта СКФ, которую в настоящее время используют большинство практикующих врачей.

## Формула Кокрофта - Голта

- **Мужчины (норма 100-150 мл/мин):**

$$\text{СКФ} = \frac{1,23 \times [(140 - \text{возраст (годы)}) \times \text{масса тела (кг)}]}{\text{креатинин крови (мкмоль/л)}}$$

- **Женщины (норма 85-130 мл/мин)**

$$\text{СКФ} = \frac{1,05 \times [(140 - \text{возраст (годы)}) \times \text{масса тела (кг)}]}{\text{креатинин крови (мкмоль/л)}}$$



- Сравнение СКФ, рассчитанной по формуле Кокрофт-Голта, с показателями СКФ, определёнными по наиболее точным клиренс-методам (клиренс инулина,  $^{125}$ -йоталамата), выявило высокую сопоставимость результатов. В подавляющем большинстве сравнительных исследований расчётная СКФ отличалась от истинной в меньшую сторону на 14% и менее, в большую - на 25% и менее; в 75% случаев различия не превышали 30%.
- В последние годы для определения СКФ широко внедряется в практику формула MDRD (Modification of Diet in Renal Disease Study):
- $СКФ + 6,09 \times (\text{креатинин сыворотки, моль/л})^{-0,999} \times (\text{возраст})^{-0,176} \times (0,762 \text{ для женщин } (1,18 \text{ для афроамериканцев}) \times (\text{мочевина сыворотки, моль/л})^{-0,17} \times (\text{альбумин сыворотки, г/л})^{0,318}$ .
- Сравнительные исследования показали высокую надёжность этой формулы: более чем в 90% случаев отклонения результатов расчёта по формуле MDRD не превышали 30% от показателей измеренной СКФ. Только в 2% случаев ошибка превышала 50%.



# Формулы для оценки СКФ у детей



## Скорость клубочковой фильтрации у детей, формула Шварца

- $k * \text{рост}/\text{SCr}$ , где
- Рост, см;
- SCr – концентрация креатинина в сыворотке крови;
- k – возрастной коэффициент

Возраст	для SCr, мг/100 мл	для SCr, мкмоль/л
<1года	0,33	29
>1года	0,45	40
2-12	0,55	49
13-21М	0,7	62
13-21Д	0,55	49

# Преимущества расчета СКФ по формулам



- \* Результат расчетов дает достаточную оценку для большинства клинических целей.
- \* Расчет 24 часового клиренса дает большую ошибку, чем расчет по формулам

**НО необходимо измерение 24 клиренса креатинина:** у людей с особенностями диеты, с дефицитом массы тела, для оценки нутриционного статуса и потребности в заместительной терапии.



## НАРУШЕНИЕ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

### Увеличение

Повышение гидростатического давления

(увеличение объема крови, увеличение скорости кортикального кровотока, повышение тонуса выносящей артериолы)

Уменьшение онкотического давления плазмы крови

(гепатит, цирроз печени)

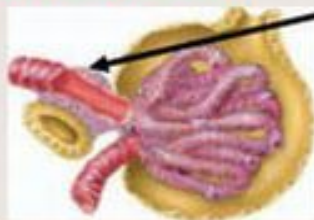
### Уменьшение

• Уменьшение гидростатического давления (сердечная недостаточность, шок, коллапс, гиповолемия, тромбоз и эмболия почечных артерий)

• Повышение онкотического давления плазмы крови (обезвоживание, переливание больших объемов белковых плазмозаменителей)

• Увеличение внутрпочечного давления (мочекаменная болезнь, травма почек, аденома простаты)

• Нарушение клубочкового фильтра (уменьшение массы действующих клубочков, количества и диаметра пор, утолщение базальной мембраны)





# Изменение СКФ



- После 30 лет СКФ постепенно снижается примерно на 1 мл/мин в год. Однако концентрация креатинина в сыворотке с возрастом не увеличивается, так как происходит снижение мышечной массы. Поэтому у пожилых даже незначительное увеличение сывороточного уровня креатинина может говорить о тяжелом нарушении функции почек.



- По СКФ определяют стадию почечной недостаточности и показания к диализу и трансплантации почки. Как уже отмечалось, если при выраженной почечной недостаточности СКФ определять по клиренсу креатинина, показатель будет сильно завышен. При СКФ менее 30 мл/мин правильно оценить функцию почек позволяет среднее значение одновременно определенных клиренсов креатинина и мочевины. Оба вещества свободно фильтруются, но креатинин секретируется, а мочевина реабсорбируется в канальцах. Эти два процесса уравновешивают друг друга, и средняя величина клиренсов креатинина и мочевины точнее отражает СКФ.



**Спасибо за внимание!**