

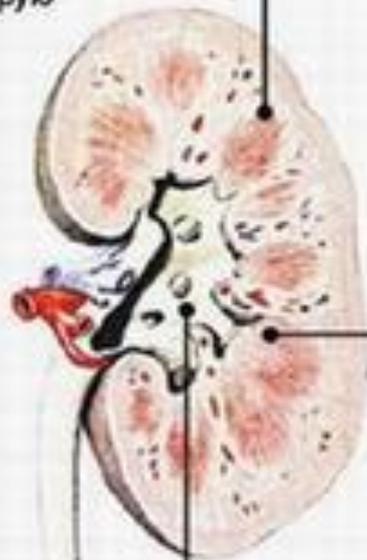
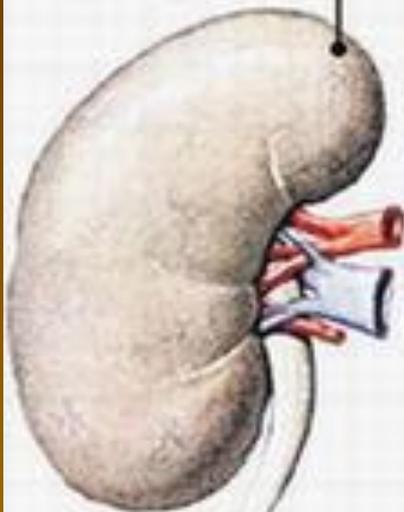


Военно-медицинская
академия им. С.М. Кирова
Кафедра рентгенологии и радиологии

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ АНАТОМИЯ МОЧЕВЫХ ОРГАНОВ



Почки – это фильтры. Через них проходит вся кровь, циркулирующая в организме.



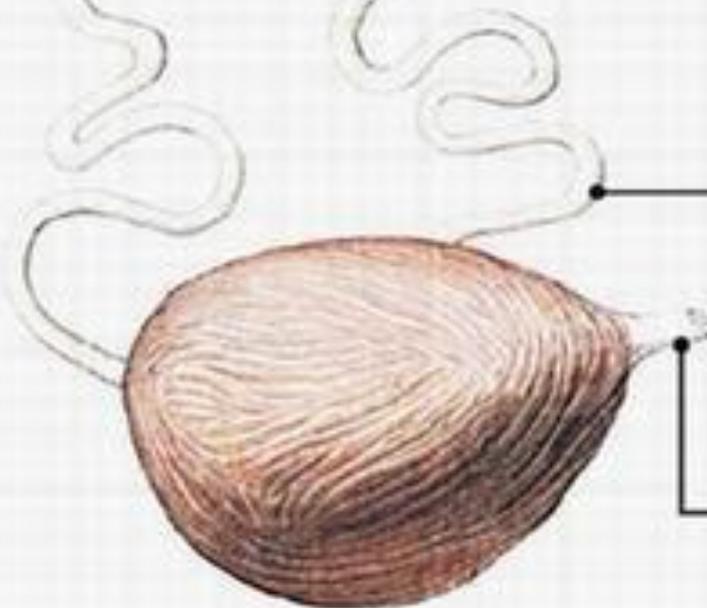
В каждой почке – примерно один миллион клубочков 'капсул опутанных капиллярами'. Из-за разницы давления большая часть водного компонента крови выталкивается из капилляров в окружающее пространство. Через этот фильтр не проходят кровяные клетки и белки.

Отфильтрованная жидкость поступает в почечные канальцы и следует по сложному пути. Там она перерабатывается так, чтобы элементы, нужные организму, оставались в нем, а всякие побочные, которые образуются в результате распада белков, выходили.

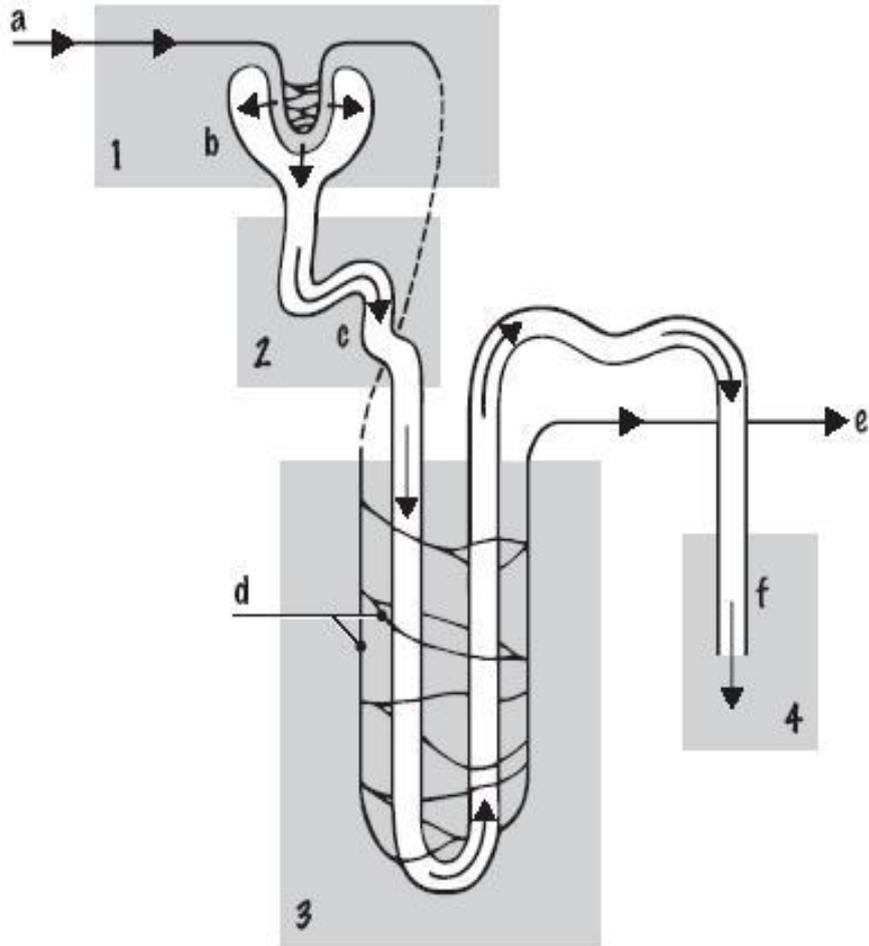
Переработанная жидкость поступает в почечную лоханку – полость внутри почки.

Из лоханки жидкость следует в мочеточник и мочевой пузырь.

Из мочевого пузыря жидкость выводится наружу.

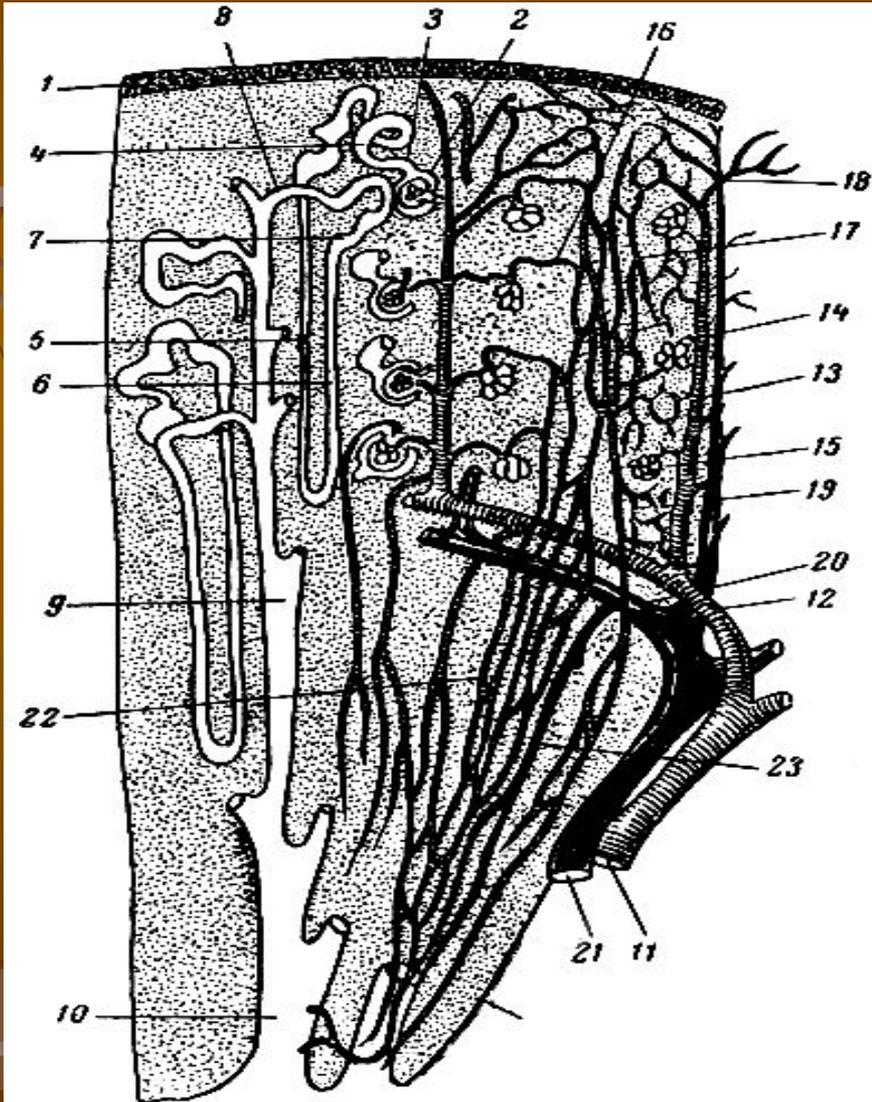
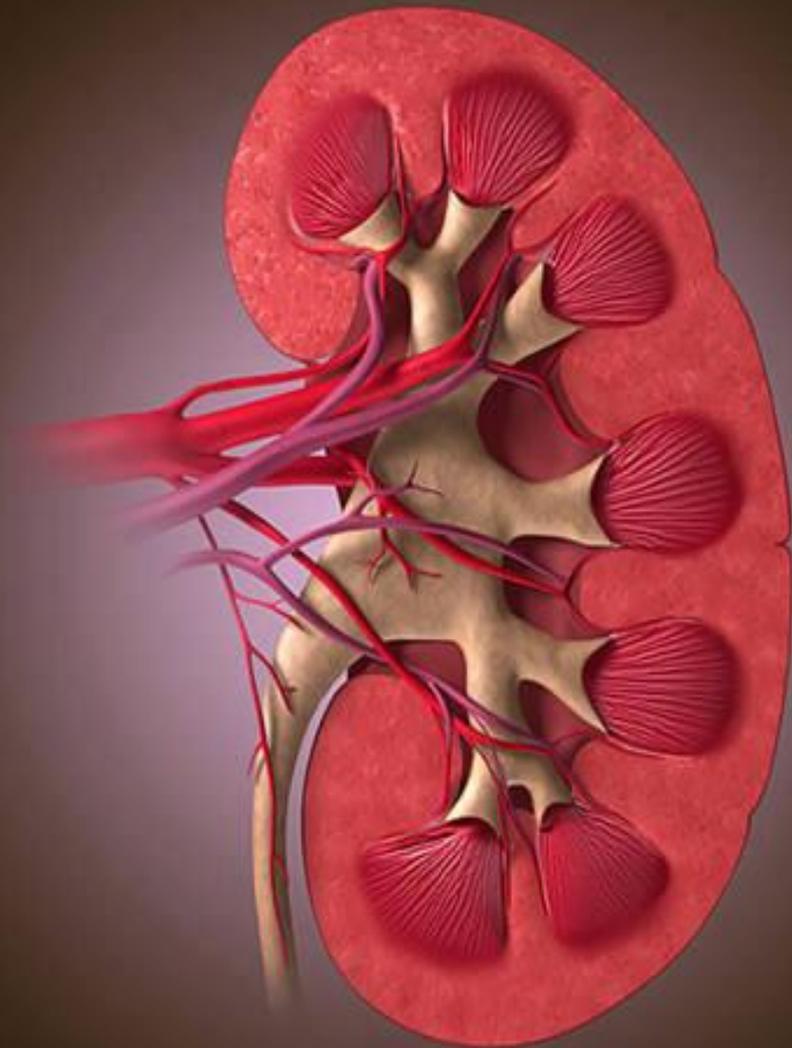


Функциональной единицей почки является нефрон. В каждой почке здорового европеоидного мужчины среднего возраста) находится около 1 млн нефронов.



- Кровь из почечной артерии (a), фильтруется в клубочке (b)
- Вода и отходы обмена веществ профильтровавшиеся в клубочке, поступают в канальцевую систему (c)
- Кровеносные сосуды (d) принимают назад большую часть воды из канальцев и некоторые нужные организму вещества и возвращают их обратно в кровоток через почечную вену (e)
- Отходы метаболизма и избыточная вода (моча) через собирательный проток (f) удаляется в чашечки, лоханки, мочеточник и в конце-концов в мочевой пузырь

Строение нормальной почки



Топография почек

Почки лежат в забрюшинном пространстве с двух сторон от позвоночника на поясничных мышцах от уровня 11-12 гр. позвонков кнаружи вниз по кривой (располагаются криво). Верхние отделы расположены ближе к позвоночнику, граничат с диафрагмой или находятся на расстоянии 1 - 2 см от нее. Угол с позвоночником составляет 20 - 24 %. Над верхними полюсами с обеих сторон надпочечники. Справа – верхний полюс – с печенью, а слева – с селезенкой, задняя поверхность с поясничными мышцами. Передняя поверхность правой почки – частично с надпочечником, на большей – с печенью. Вертикальная часть петли 12 п.к. и печеночный угол толстой кишки. Передняя поверхность левой почки – с селезенкой, частично надпочечник в медиальном отделе – хвост панкреаса, селезеночный угол и начальный отдел нисходящей толстой кишки .

Топография почек

Верхний полюс – 11-12 ребро.

Ворота (лоханка) – не ниже уровня второго поясничного позвонка.

Нижний полюс (от крыла подвздошной кости):

Пр. Почка - 3см Лев. Почка – 4-5 см

Фронтальная плоскость – через ворота почки, образует угол с горизонтальной плоскостью (в зависимости от развитости мышц) 10-25 градусов.

Нижний полюс отстает от фронтальной плоскости дальше, чем верхний. Угол 10-30 градусов – фронтальная плоскость с сагиттальной плоскостью тела почки.

ПОЧКИ

Доступы (проекции):

Головной конец приподнят на 30° (почки книзу;
газ кверху)

- Передний (подреберный): парацентрально;
поперечно от аорты (НПВ) к почечным
сосудам
- Боковой (пациент на спине или на боку): по
передне-подмышечной линии вдоль
межреберья; продольное сечение и
поперечное сечение
- Задний (пациент на животе или на боку):
продольное и поперечное сечение

СРАВНЕНИЕ СИММЕТРИЧНОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧЕК!

Задачи при исследовании почек

- **Определение размеров и положения почек по УЗИ**

- **Изучение ультразвуковой плотности и толщины паренхимы, коры, характера контуров**

- **Диагностика строения и состояния чашечно-лоханочной системы**

- **Выявление конкрементов, солидных и жидкостных образований почек**

- **Ультразвуковая доплерография почек**

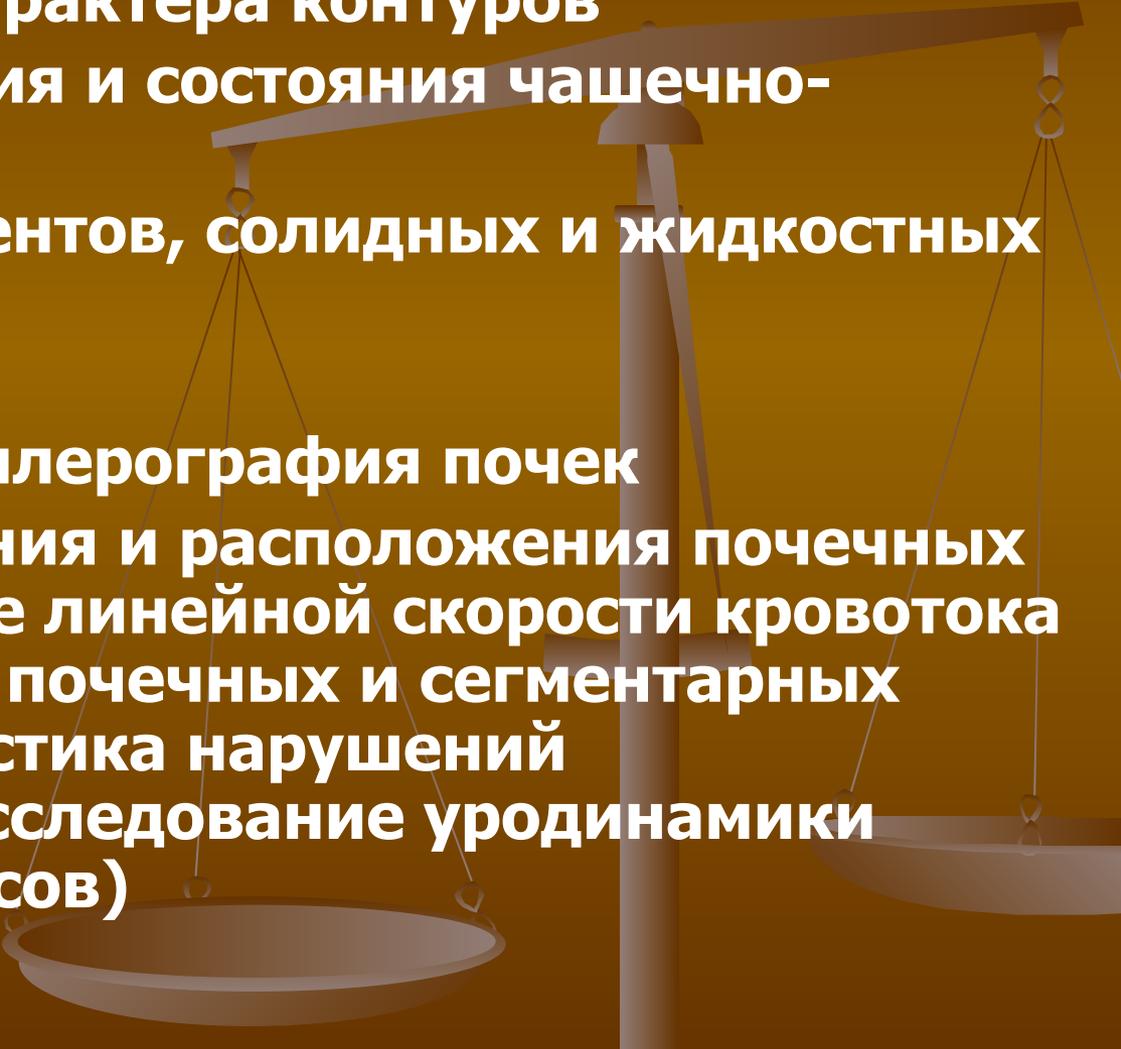
- **Исследование строения и расположения почечных сосудов**

- **Определение линейной скорости кровотока**

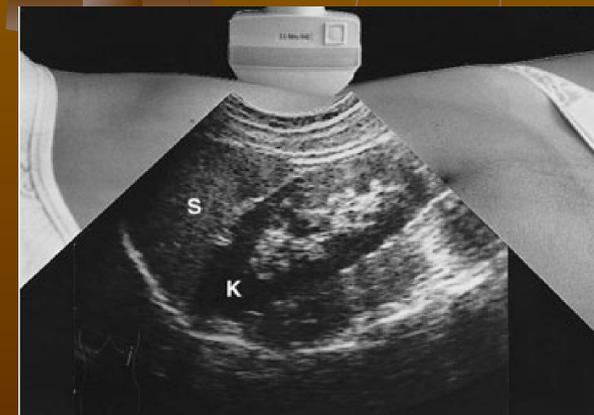
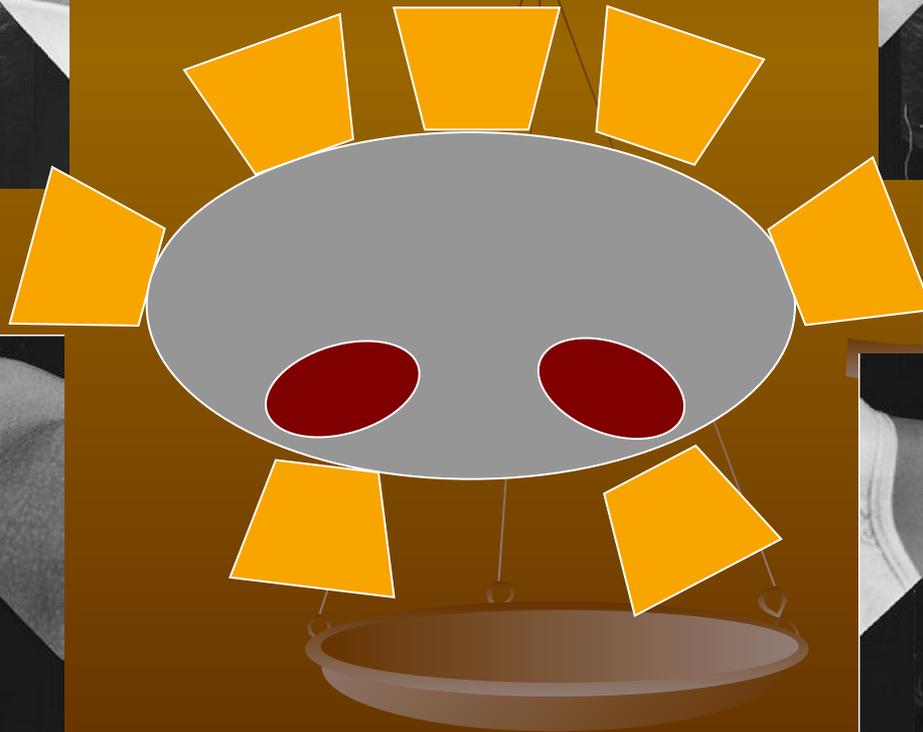
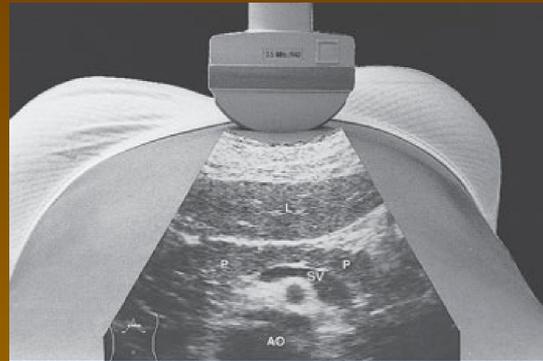
- **Выявление стенозов почечных и сегментарных артерий**

- **УЗИ-диагностика нарушений микроциркуляции**

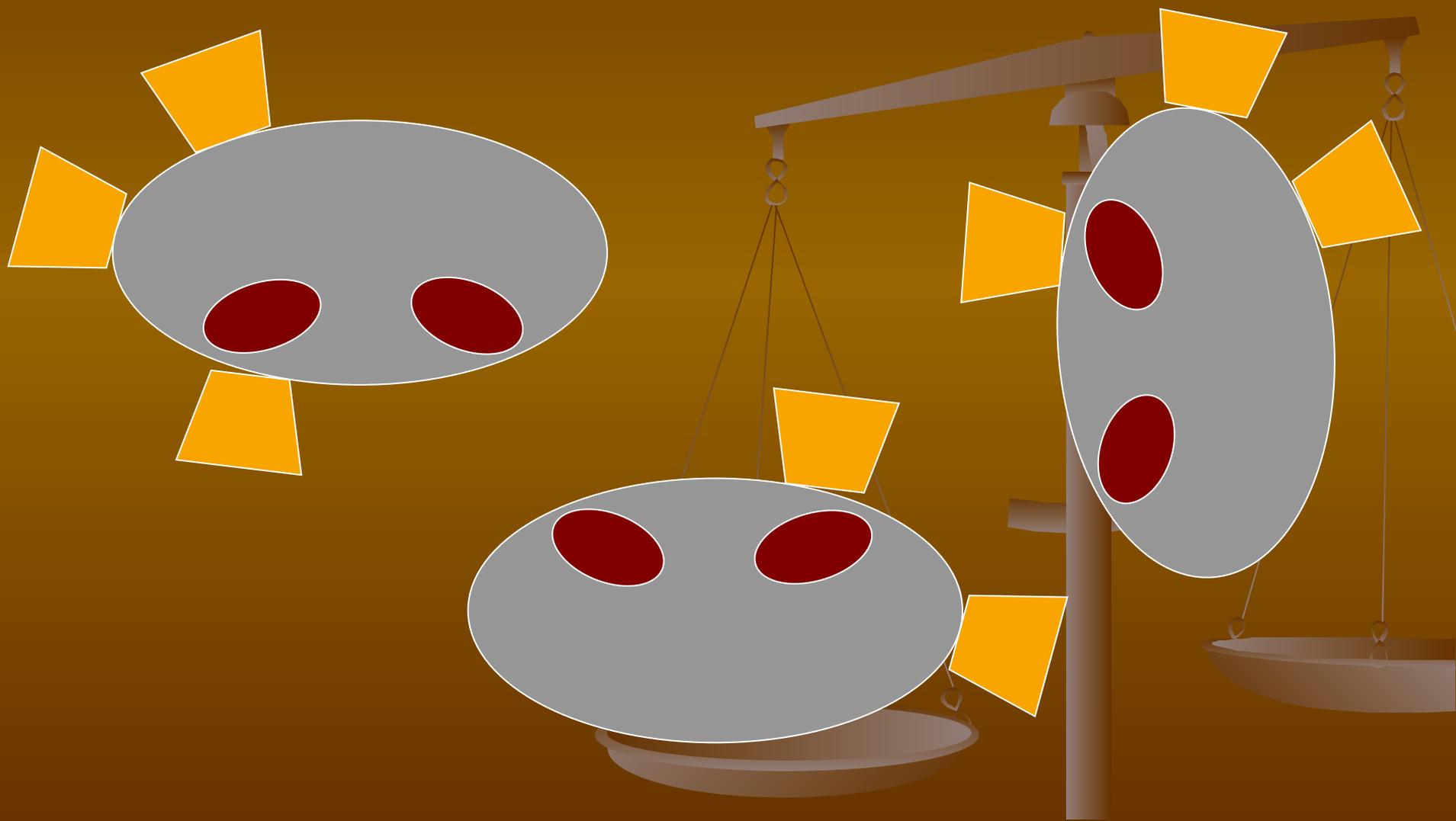
- **Исследование уродинамики (выявление рефлюксов)**



Доступы



Исследование левой почки



Дифференцировки

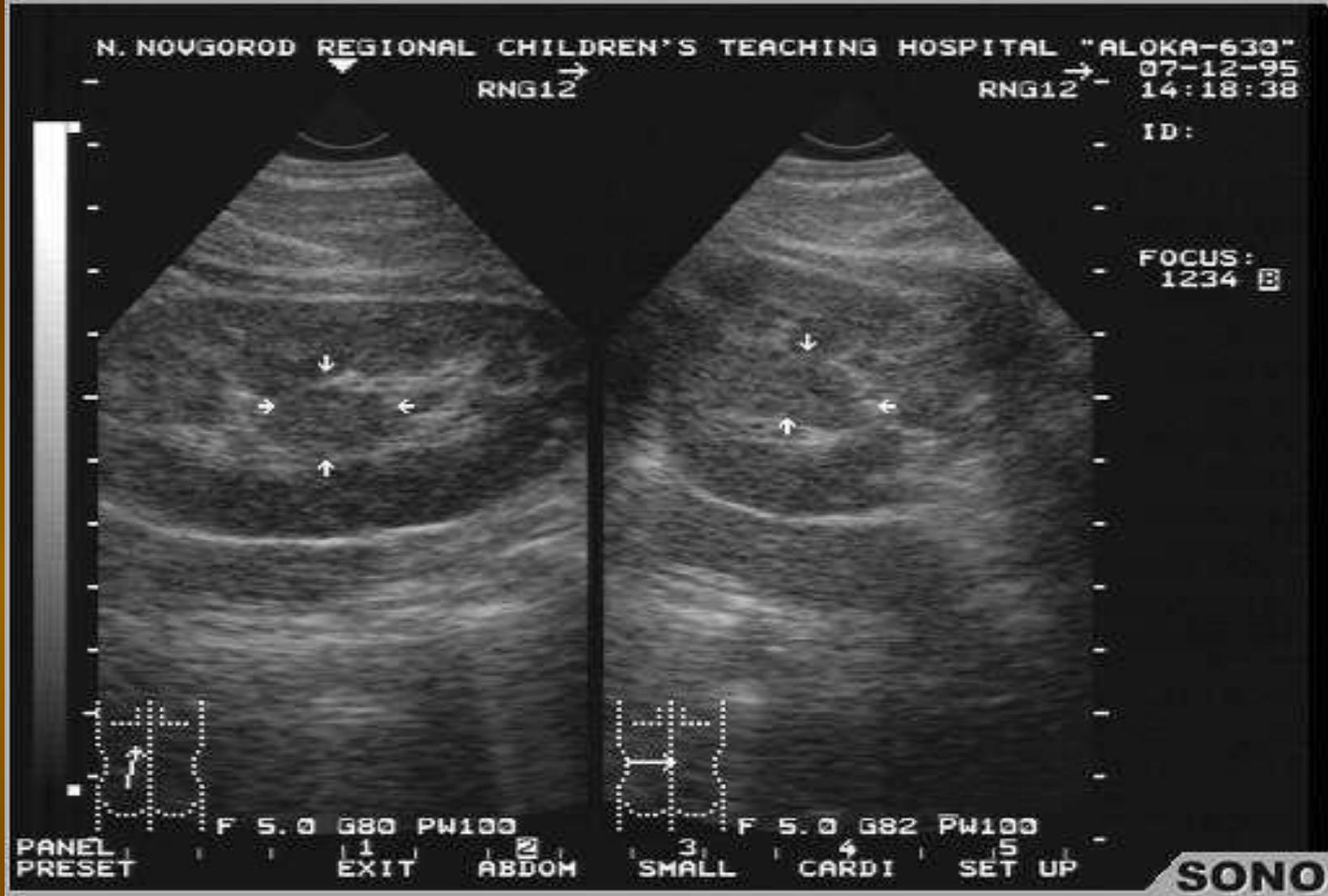




Эхограмма № 073-1/147 Страница 073-1

Эхографическая картина нормальной почки. Контуры четкие, капсула тонкая в виде ровной гиперэхогенной структуры. Отчетливо дифференцируются медуллярный и корковый слои паренхимы. Эхогенность паренхимы почки ниже эхогенности паренхимы печени. Структуры почечного синуса хорошо визуализируются и представлены в виде единого комплекса, повторяющего форму почки. Продольное сечение правой почки из поясничной области.

Эхографическая картина нормальной почки. Контуры четкие, капсула тонкая в виде ровной гиперэхогенной структуры. Отчетливо дифференцируются



Эхографическая картина нормальной левой почки с участком локальной гипертрофии медуллярного слоя (бертиниева колонна), расположенного в проекции центральной части структур почечного синуса (указан стрелками). Взаимоперпендикулярные сечения через участок гипертрофии.

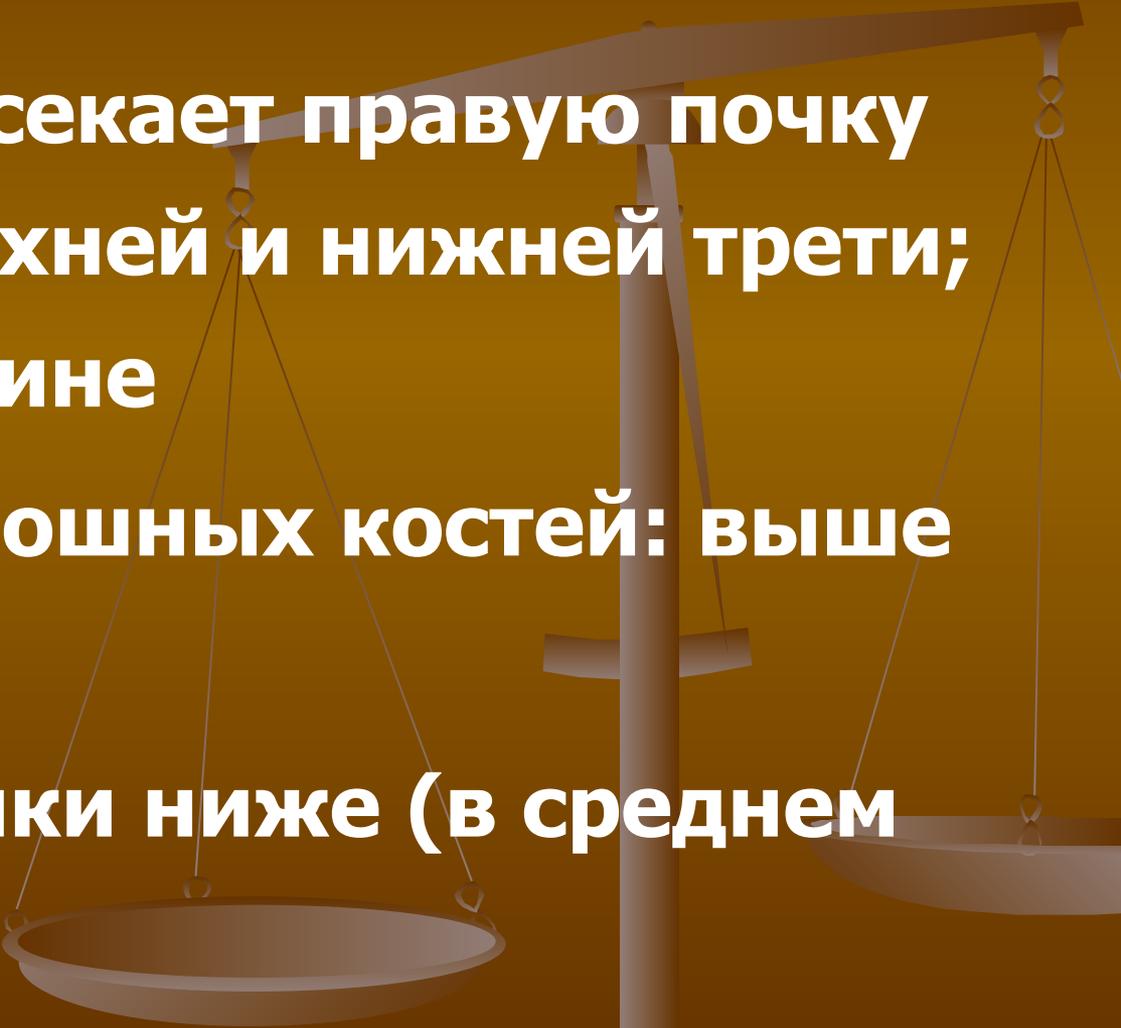


Эхографическая картина нормальной правой почки новорожденного. Контур почки четкий, волнистый за счет фетальной дольчатости строения. Отчетливо визуализируются пирамидки. Структуры почечного синуса слабо дифференцированы, эхогенность незначительно превосходит эхогенность паренхимы почки. Продольное сечение правой почки из поясничной области.



Эхографическая картина нормальной правой почки новорожденного. Контур почки четкий, волнистый за счет фетальной дольчатости строения. Отчетливо визуализируются пирамидки. Структуры почечного синуса слабо дифференцированы, эхогенность незначительно превосходит эхогенность паренхимы печени. Продольное сканирование правой почки с использованием в качестве акустического окна ткани печени.

Положение почки относительно скелета

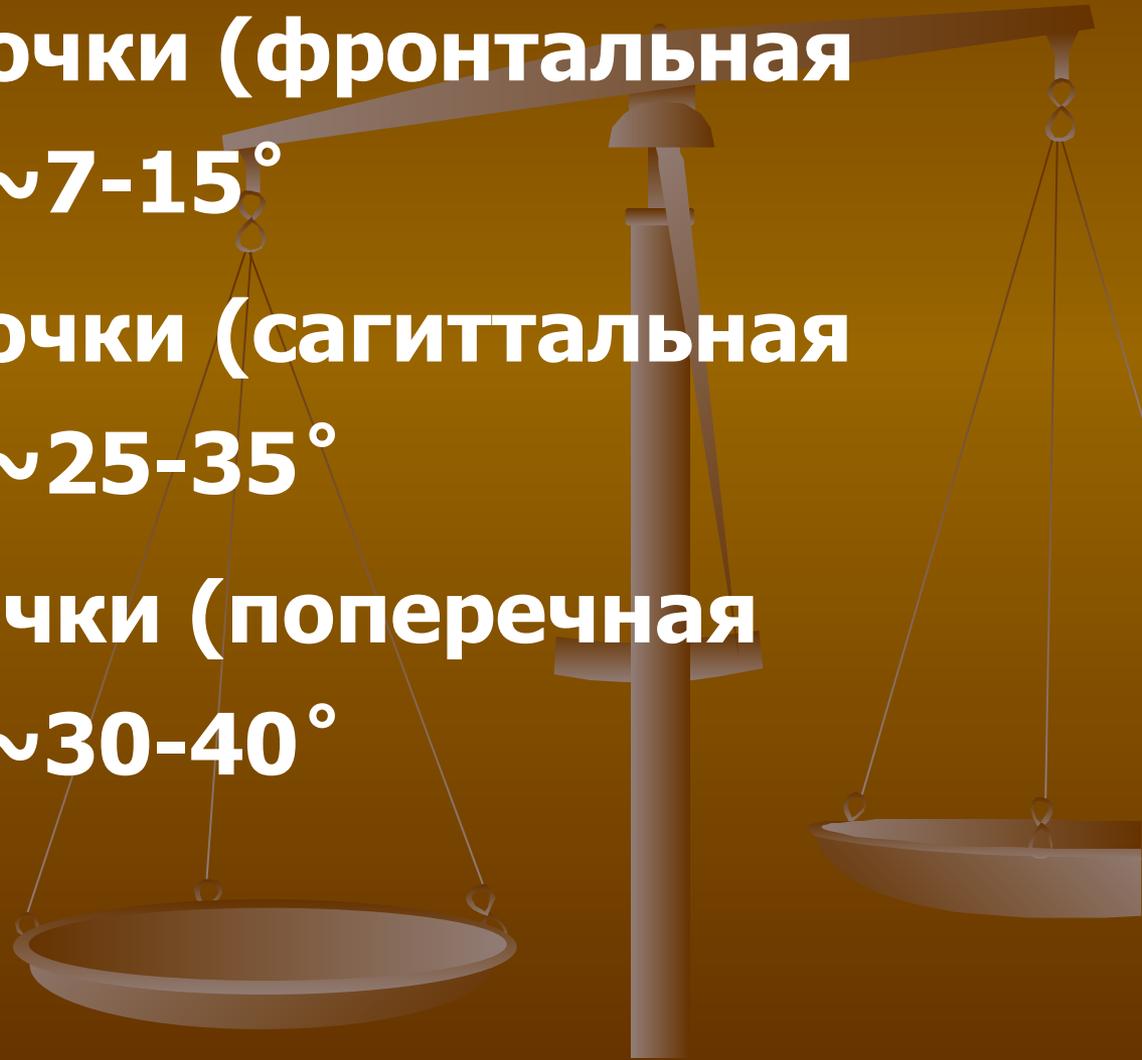
- 12 ребро пересекает правую почку на границе верхней и нижней трети; левую посередине
 - Гребни подвздошных костей: выше 2-5 см
 - У женщин почки ниже (в среднем на 1,5-3 см)
- 

Положение почки в забрюшинном пространстве

Угол оси почки (фронтальная плоскость) $\sim 7-15^\circ$

Угол оси почки (сагиттальная плоскость) $\sim 25-35^\circ$

Угол оси почки (поперечная плоскость) $\sim 30-40^\circ$



Случаи отсутствия визуализации почки в типичном месте

Дистопия или нефроптоз

Агенезия (гипогенезия)

Вторично-сморщенная почка

Нефрэктомия



Смещение почки

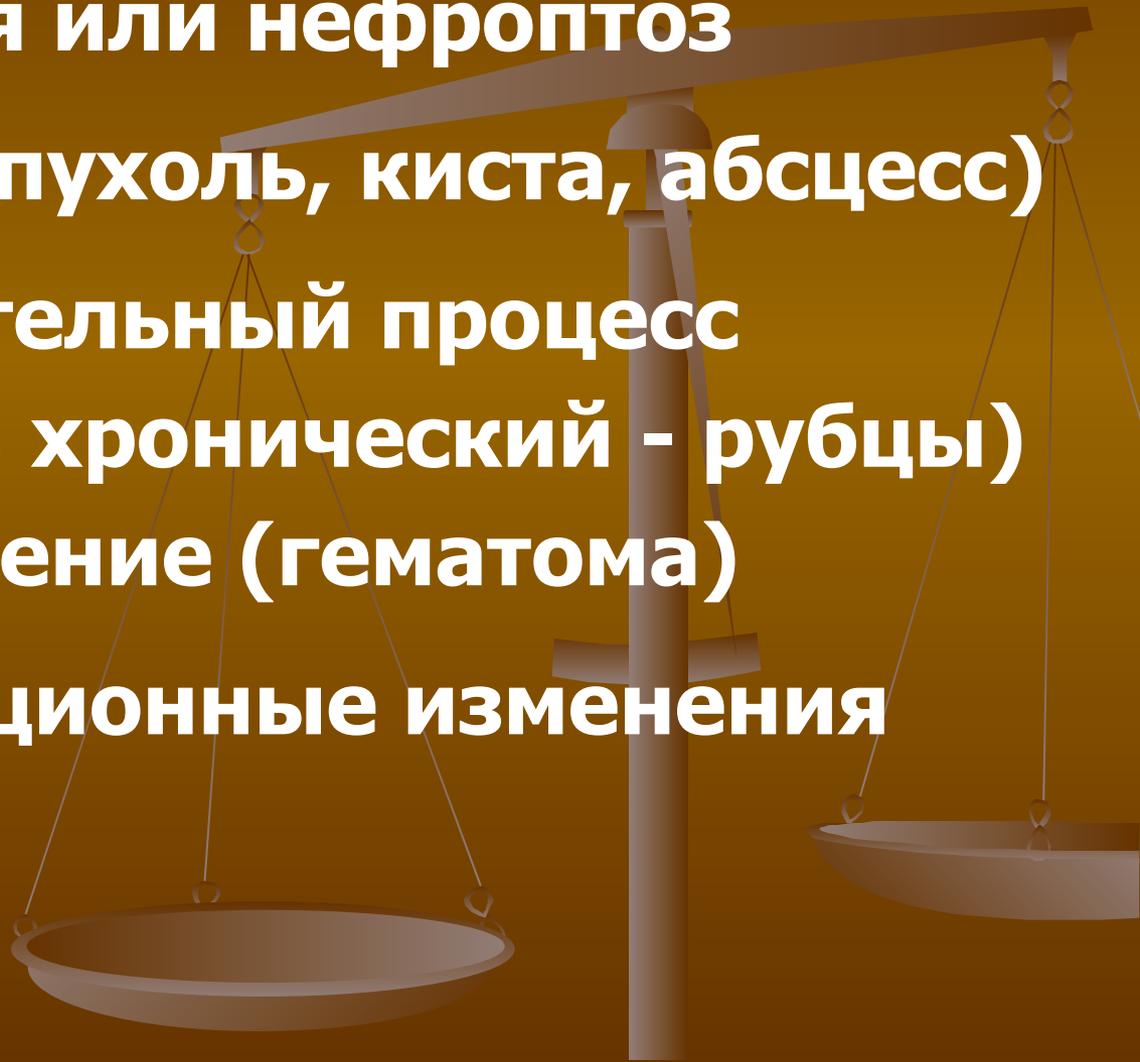
Дистопия или нефроптоз

Образование (опухоль, киста, абсцесс)

**Воспалительный процесс
(острый – отек; хронический - рубцы)**

Повреждение (гематома)

Послеоперационные изменения



Форма

Бобовидная:

Передняя и задняя поверхности (выпуклые)

Выгнутый наружный контур

Вогнутый внутренний контур

Ворота почки (артерия, вена + нервы и лимфатические сосуды)

Передняя и задняя губы почки

Округлые верхний и нижний концы (полюсы)

Треугольная («горбатая» почка):

Угловатый контур

Заостренные концы

Деформированная:

Образования (опухоль, киста, абсцесс)

Врожденные аномалии (дольчатая почка; удвоенная почка)

Рубцовые изменения (сморщенная почка, операция)



**Правая доля печени и правая почка.
Низкоэхогенная кора почки, темные пирамиды,
почечный синус.**



Поперечный срез через верхний квадрант правой почки и правую долю печени.

Размеры почки

Длина: 9-12,5 см (разница не более 2 см)

Ширина: 4-6 см

Толщина: 3,5-5 см

Объем почки 155-290 см куб.

Уменьшение:

Гипоплазия

Рубцово-атрофические
изменения при
воспалении

Нефросклероз

Увеличение:

Опухоль

Острое воспаление

Гидронефроз

Поликистоз

Викарная гипертрофия

Эхоструктура почки

Паренхима

Почечный синус (пазуха)

Чашелоханочный комплекс

Сосуды

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЭХОКОМПЛЕКС

Паренхима (более 12 мм)

Корковое вещество:

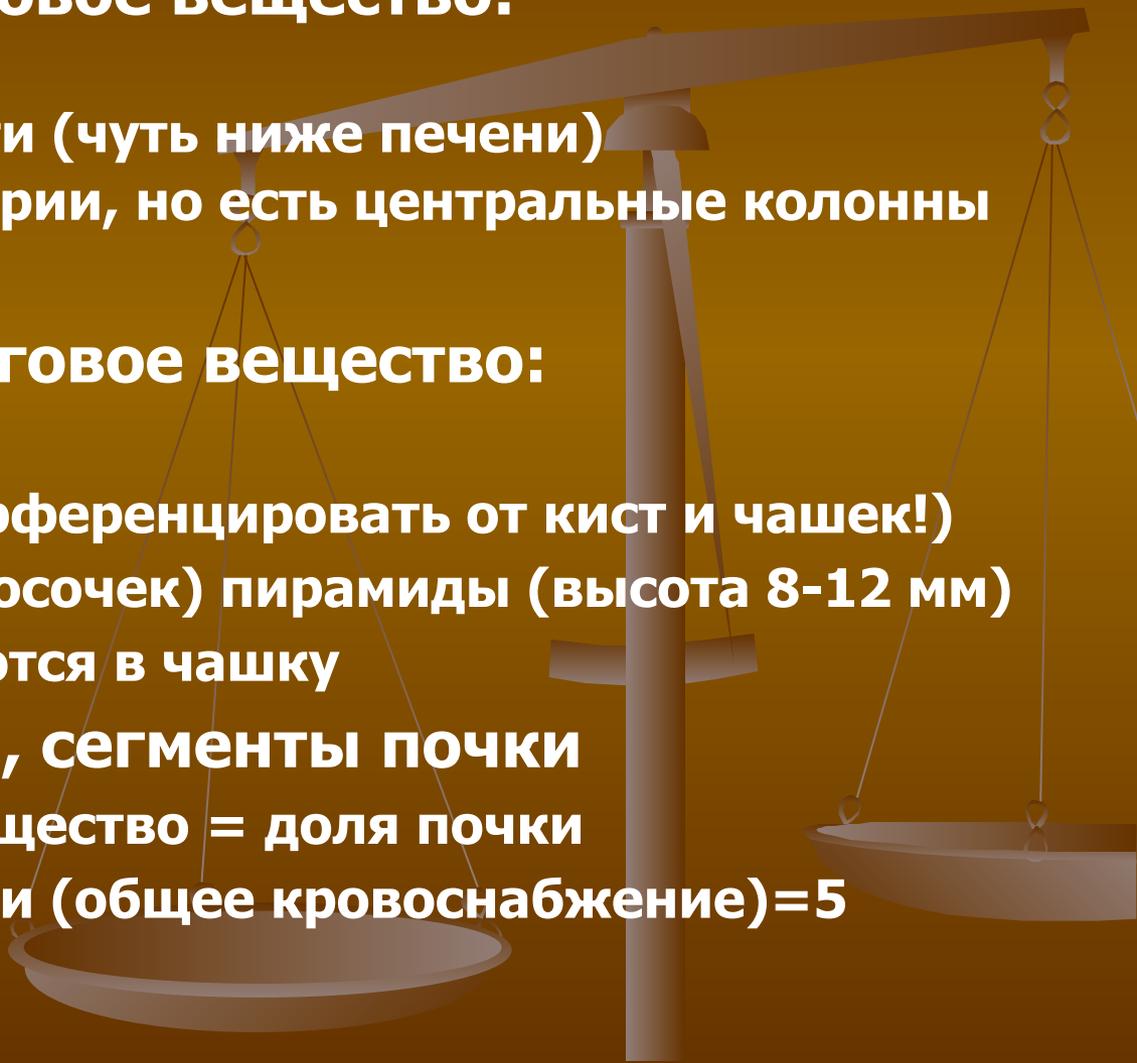
- толщиной 5-8 мм
- повышенной эхогенности (чуть ниже печени)
- расположено на периферии, но есть центральные колонны (Буртина)

Мозговое вещество:

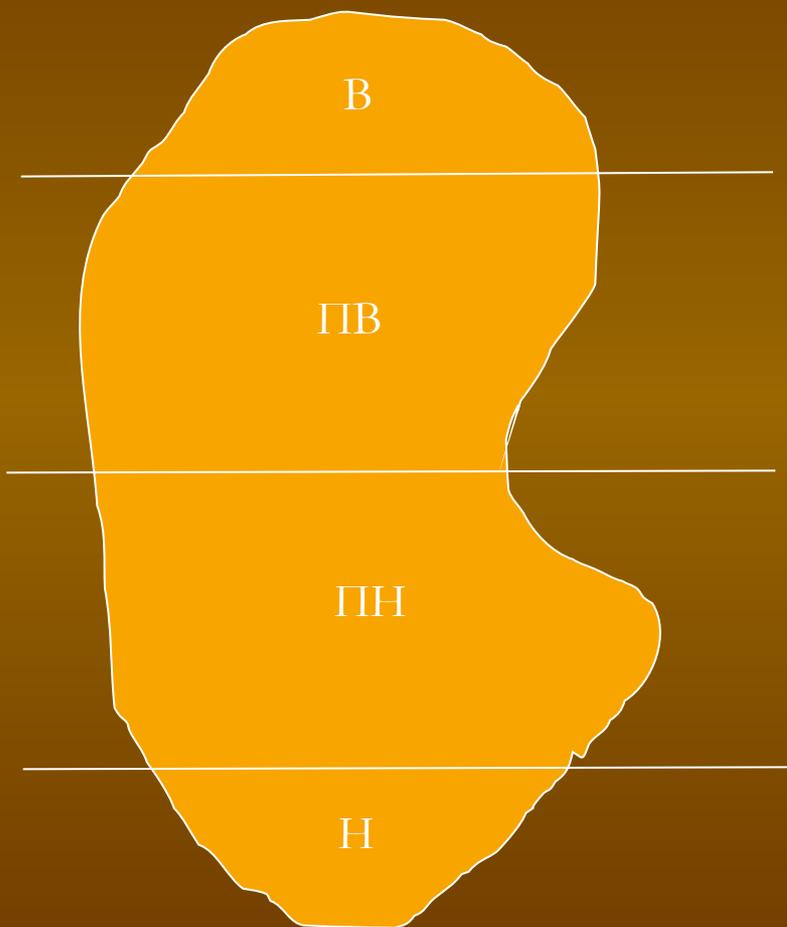
- от 10 до 15 пирамид
- гипо(ан)эхогенные (дифференцировать от кист и чашек!)
- основание и вершина (сосочек) пирамиды (высота 8-12 мм)
- 1-3 пирамиды открываются в чашку

Доли, сегменты почки

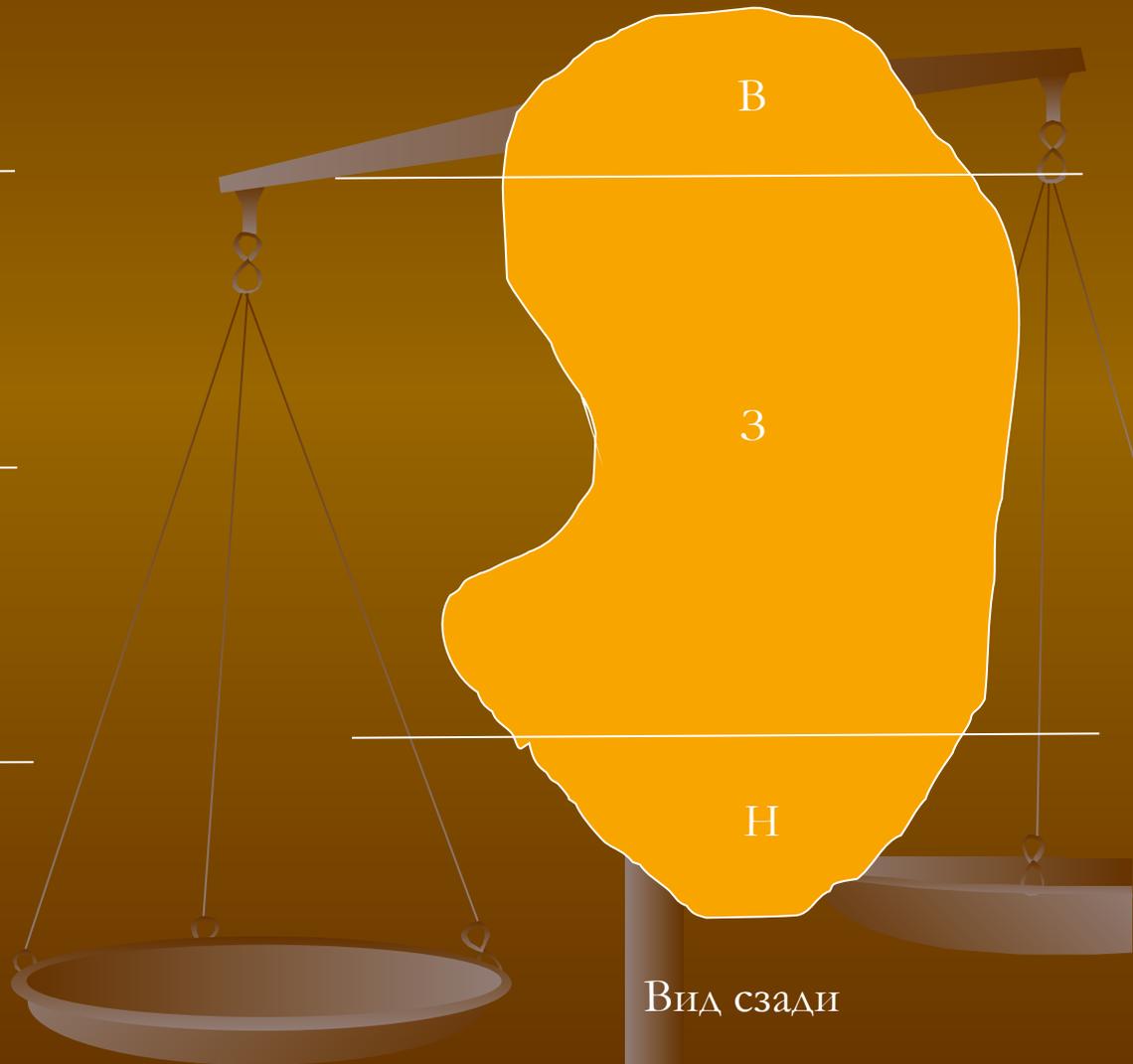
- пирамиды+корковое вещество = доля почки
- 2-3 доли = сегмент почки (общее кровоснабжение)=5
-



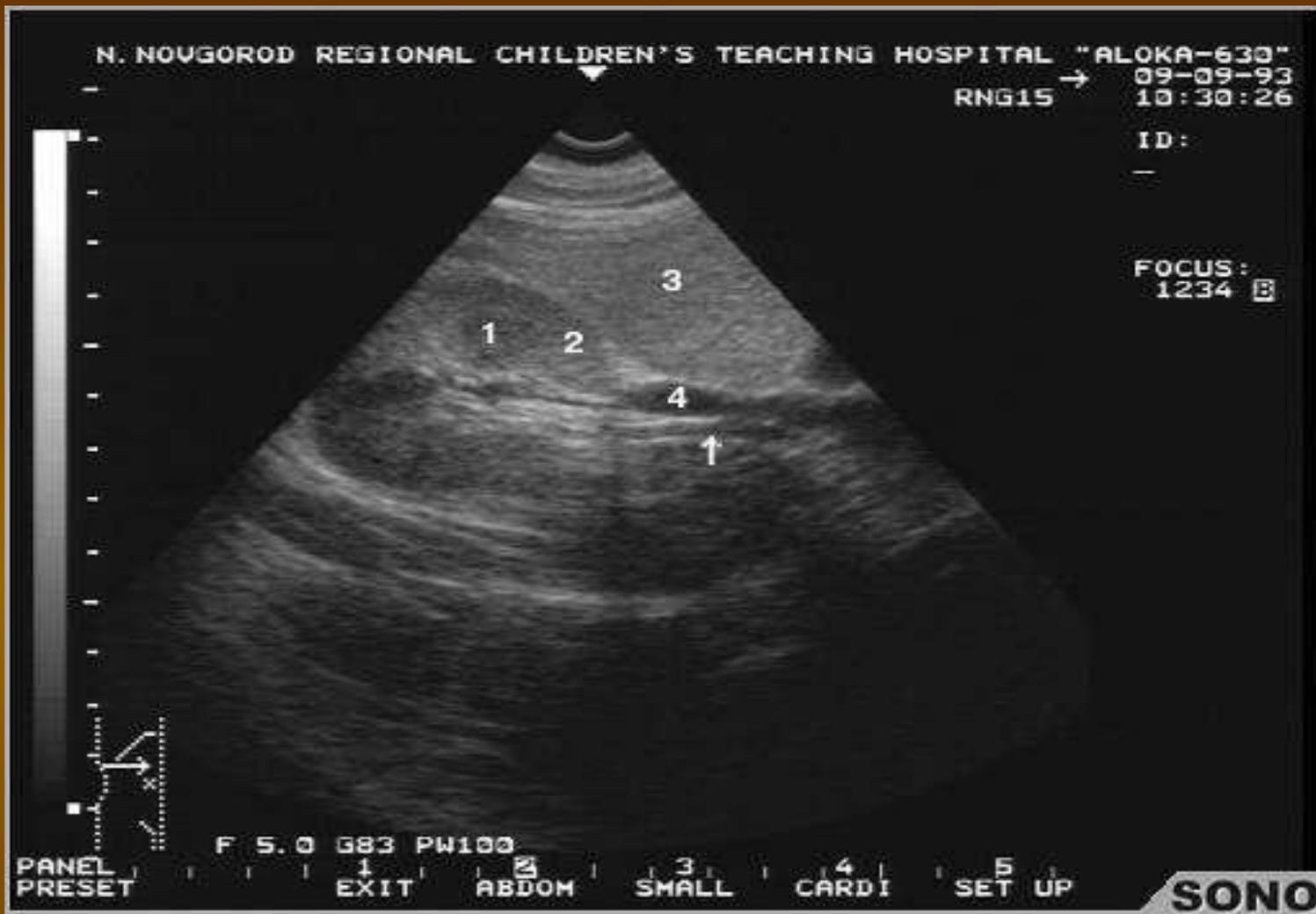
Сегменты почки



Вид спереди



Вид сзади



Эхографическая картина нормальной правой почки. Поперечное сканирование через область ворот по передней аксиллярной линии. Контуры почки четкие, ровные, хорошо дифференцируются медуллярный (1) и корковый (2) слои паренхимы. Эхогенность паренхимы несколько ниже эхогенности ткани печени (3). В проекции ворот отчетливо визуализируются сосуды: 4 - почечная вена, почечная артерия указана стрелкой.

Паренхима (по Rossenfield A.T., 1981)

Степени эхогенности коркового вещества:

1. Изоэхогенно печени
2. Гиперэхогенно печени
3. Изоэхогенно почечному синусу

Почечный синус

Селезенка

Печень

Корковое
вещество

Мозговое
вещество

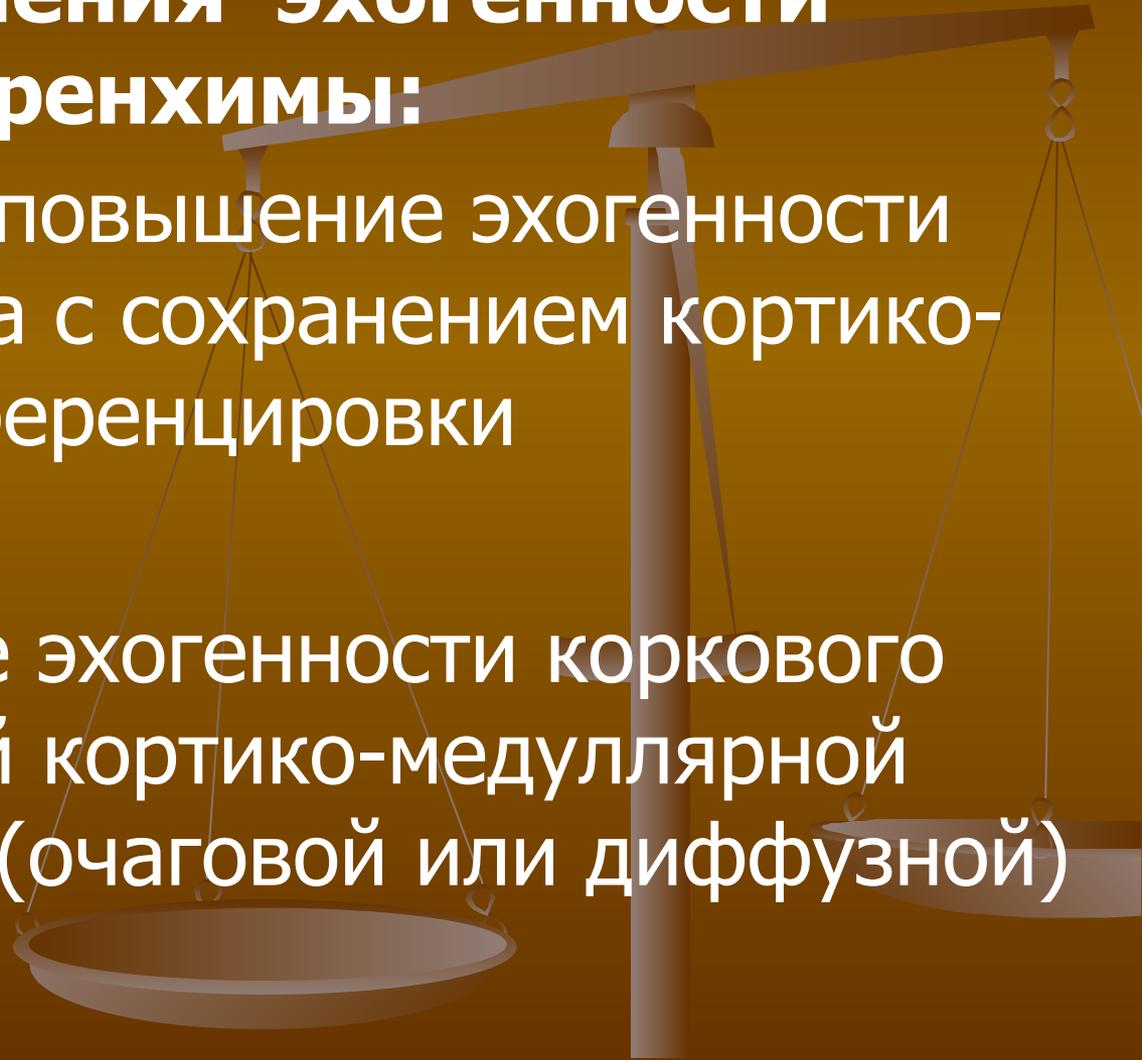
Разница эхогенностей коркового и мозгового вещества определяет кортико-медулярную дифференцировку

Паренхима (по Rossenfield A.T., 1981)

Типы изменения эхогенности паренхимы:

Тип I: диффузное повышение эхогенности коркового вещества с сохранением кортико-медуллярной дифференцировки

Тип II: повышение эхогенности коркового вещества с потерей кортико-медуллярной дифференцировки (очаговой или диффузной)





F 5.0 G82 PW100

MEASUREMENT

1 CLEAR

2 DIST

3 AREA-E

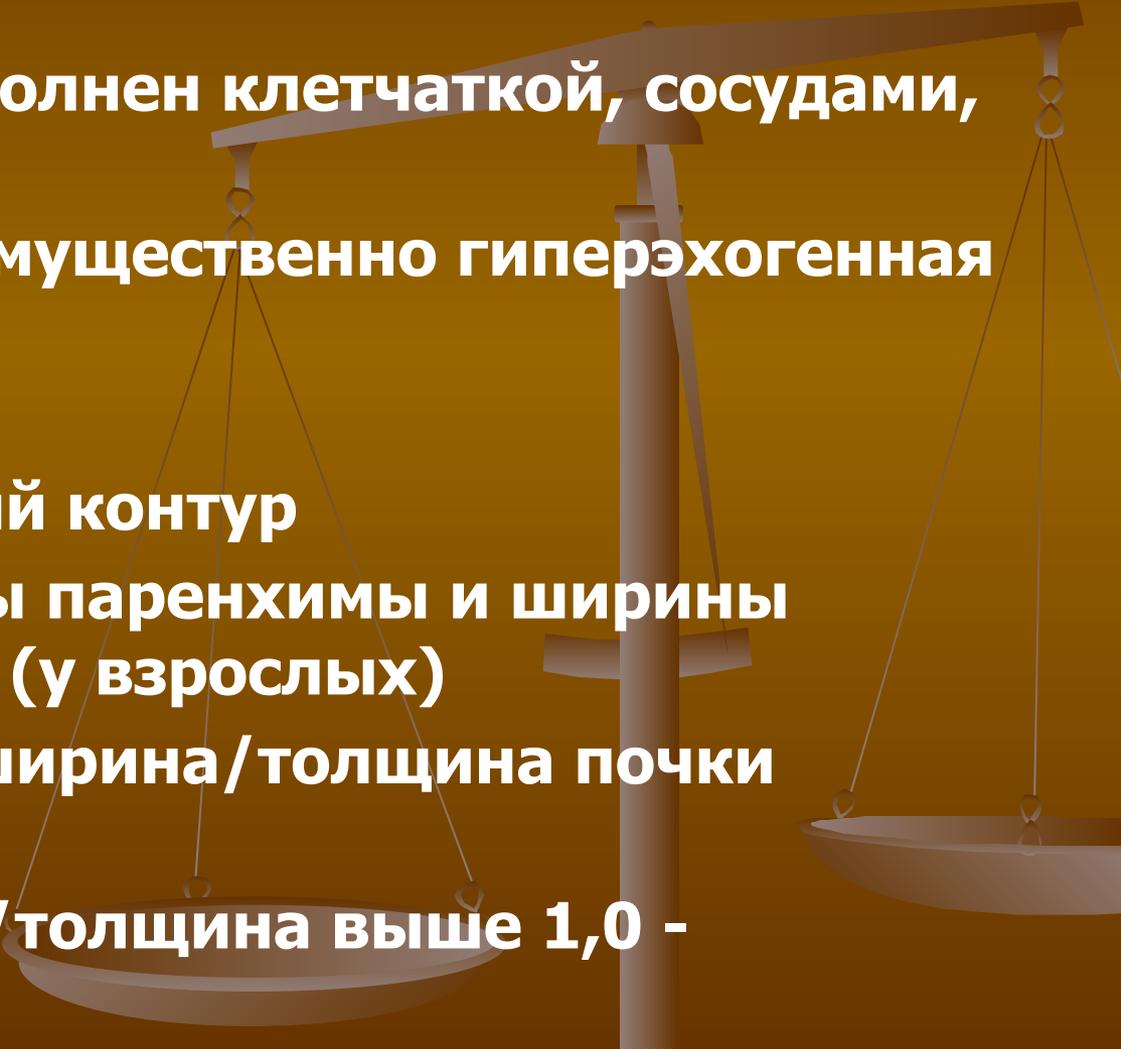
4 AREA-T

5 NEXT

Однако:

1. У пожилых пирамиды практически не видны
 2. Эхогенность печени и селезенки может быть изменена
 3. Степень изменения эхогенность отражает поражение интерстициальной ткани
 4. Описана для характеристики почечной недостаточности
 5. При ХПН может быть нормальная эхогенность почек
- 

Почечный синус (центральный эхокомплекс)

- почечный синус заполнен клетчаткой, сосудами, структурами ЧЛК
 - неоднородная преимущественно гиперэхогенная эхоструктура
 - овальной формы
 - неровные и нечеткий контур
 - отношение толщины паренхимы и ширины почечного синуса $\frac{1}{2}$ (у взрослых)
 - отношение длина/ширина/толщина почки = $2/1/0,8$
 - отношение ширина/толщина выше 1,0 - нефропатия
- 



F 5.0 G82 PW100

MEASUREMENT
B-1

1 CLEAR

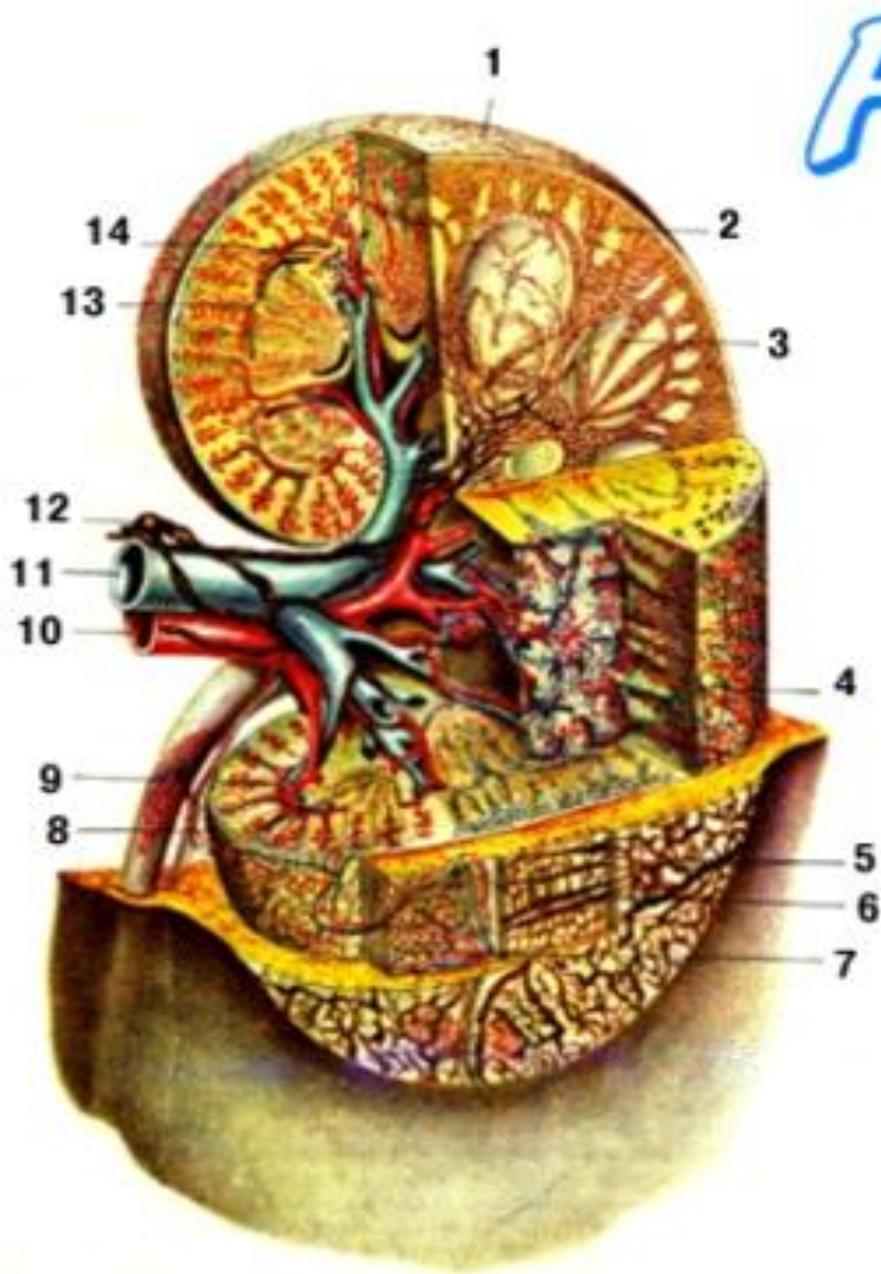
2 DIST

3 AREA-E

4 AREA-T

5 NEXT

Рис. 6. Почка: взаимоотношение кровеносных и лимфатических сосудов (схема).



- 1** - лимфатические сосуды в фиброзной капсуле;
- 2** - лимфатические капилляры в свернутой (извитой) части коркового вещества;
- 3** - лимфатические капилляры в мозговом веществе;
- 4** - звездчатая венула;
- 5** - серозная оболочка и лимфатические сосуды в ней;
- 6** - почечная фасция и ее лимфатические сосуды;
- 7** - жировая капсула и ее лимфатические сосуды;
- 8** - кровеносные и лимфатические сосуды и их отношения с нефронами и канальцами в корковом и мозговом веществах почки;
- 9** - кровеносные и лимфатические сосуды мочеточника;
- 10** - почечная артерия;
- 11** - почечная вена;
- 12** - регионарный лимфатический узел и впадающие в него лимфатические сосуды;
- 13** - междольковая вена;
- 14** - дуговые артерия и вена.

Чашелоханочный комплекс

от 5 до 18 малых чашек

2-5 больших чашек

лоханка

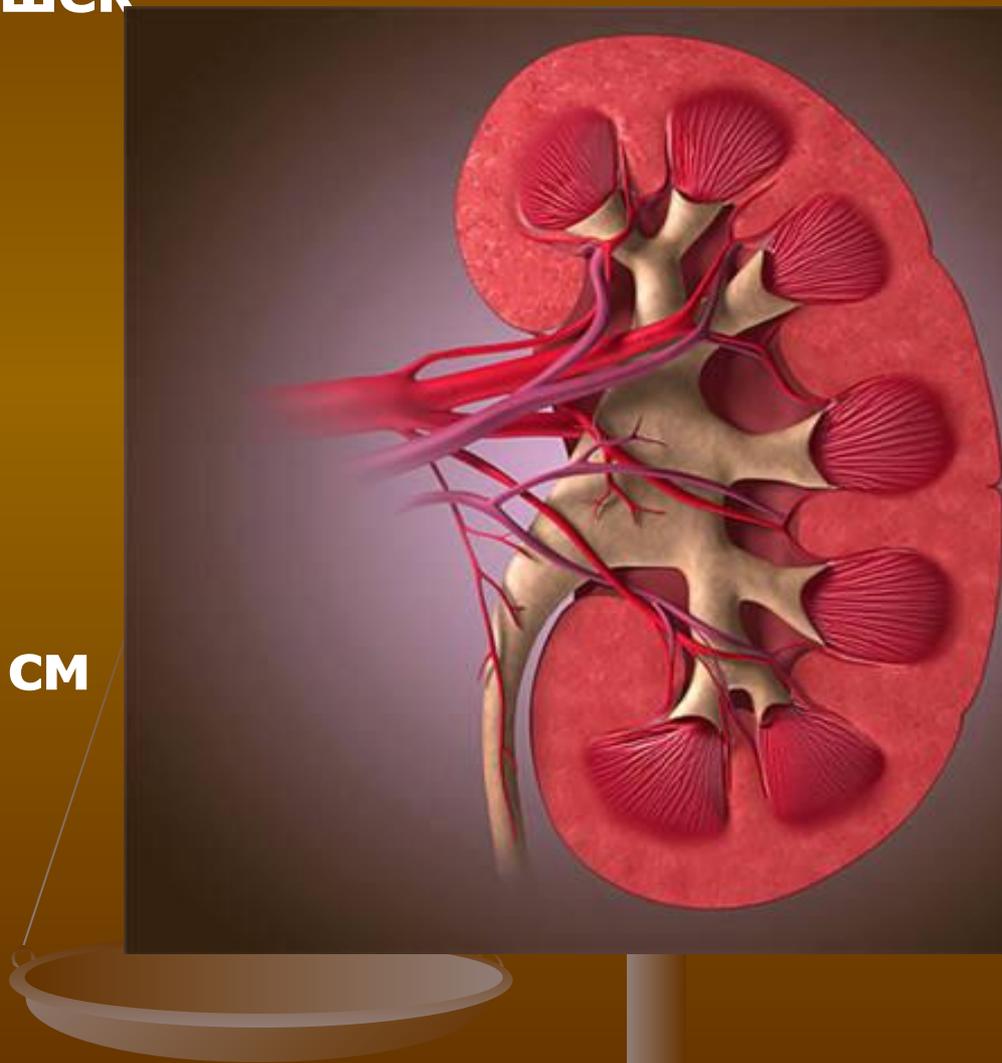
(внутрипочечная;

внепочечная;

рудиментарная)

В норме не более 2,5 см

в ширину



Лоханка (форма)

Внепочечная

Внутрипочечная

Рудиментарная



- округлая (шаровидная, ампулярная)
- контуры выгнуто-вогнутые
- большой объем (8-12 мл)
- короткие и широкие чашки



- треугольная форма
- контуры выпрямлены
- малый объем (4-7 мл)
- длинные и узкие чашки

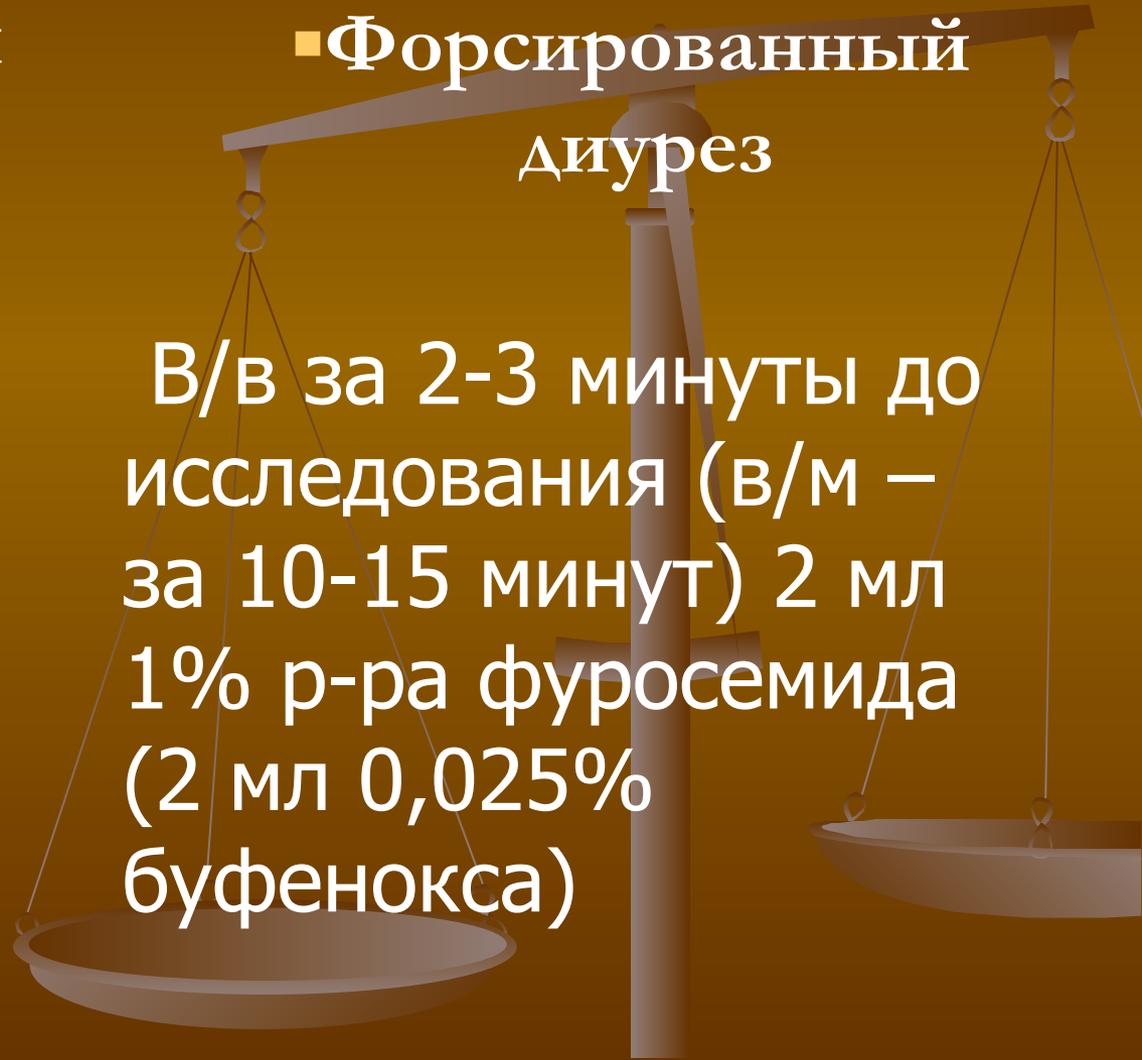
Функциональные пробы

■ Гипергидратация

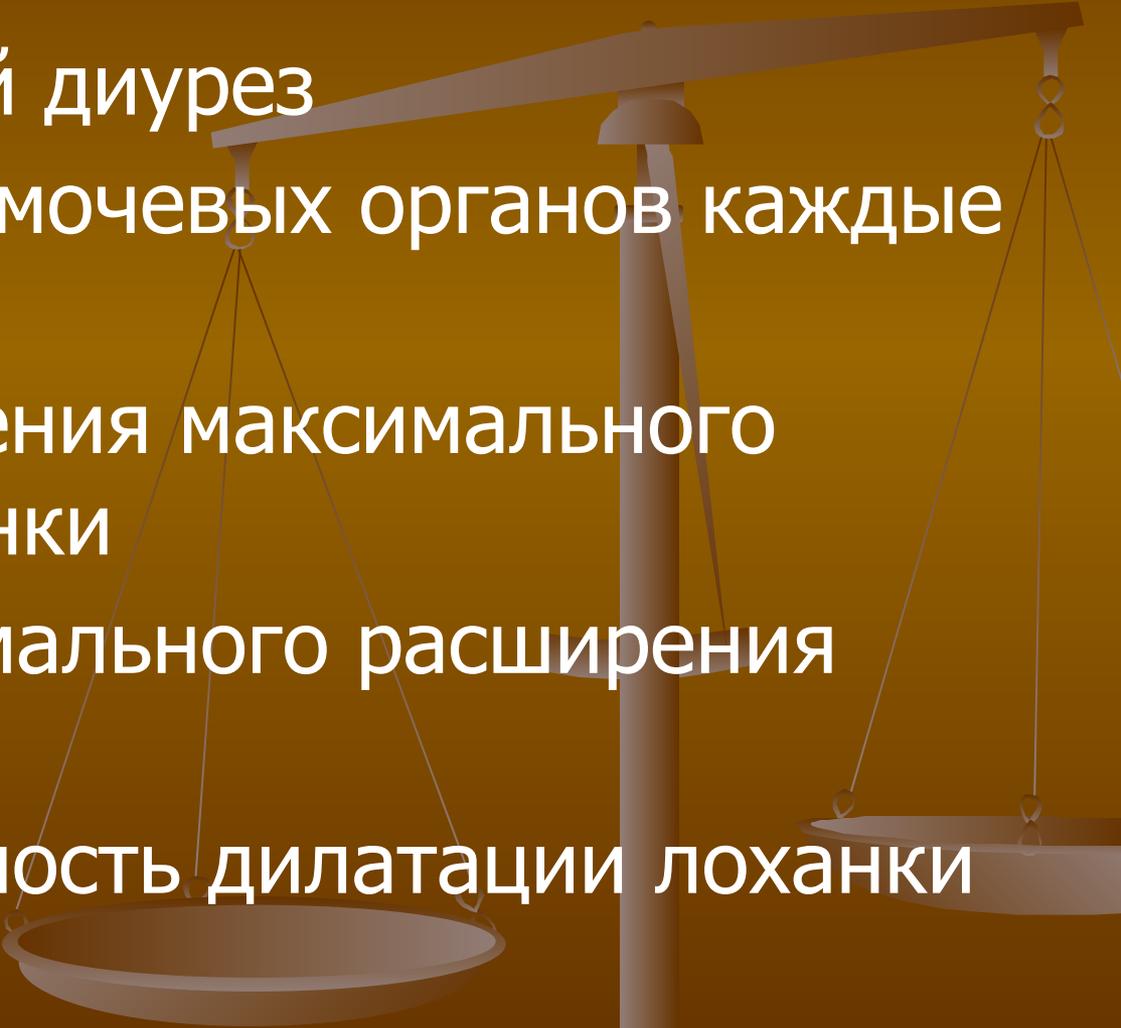
прием 1 л воды
за 40-60 минут
до исследования

■ Форсированный диурез

В/в за 2-3 минуты до
исследования (в/м –
за 10-15 минут) 2 мл
1% р-ра фуросемида
(2 мл 0,025%
буфенокса)



Фармакоэхография мочевого органов

1. Форсированный диурез
 2. Исследование мочевого органа каждые 5 минут
 3. Время наступления максимального расширения лоханки
 4. Степень максимального расширения лоханки
 5. Продолжительность дилатации лоханки
- 

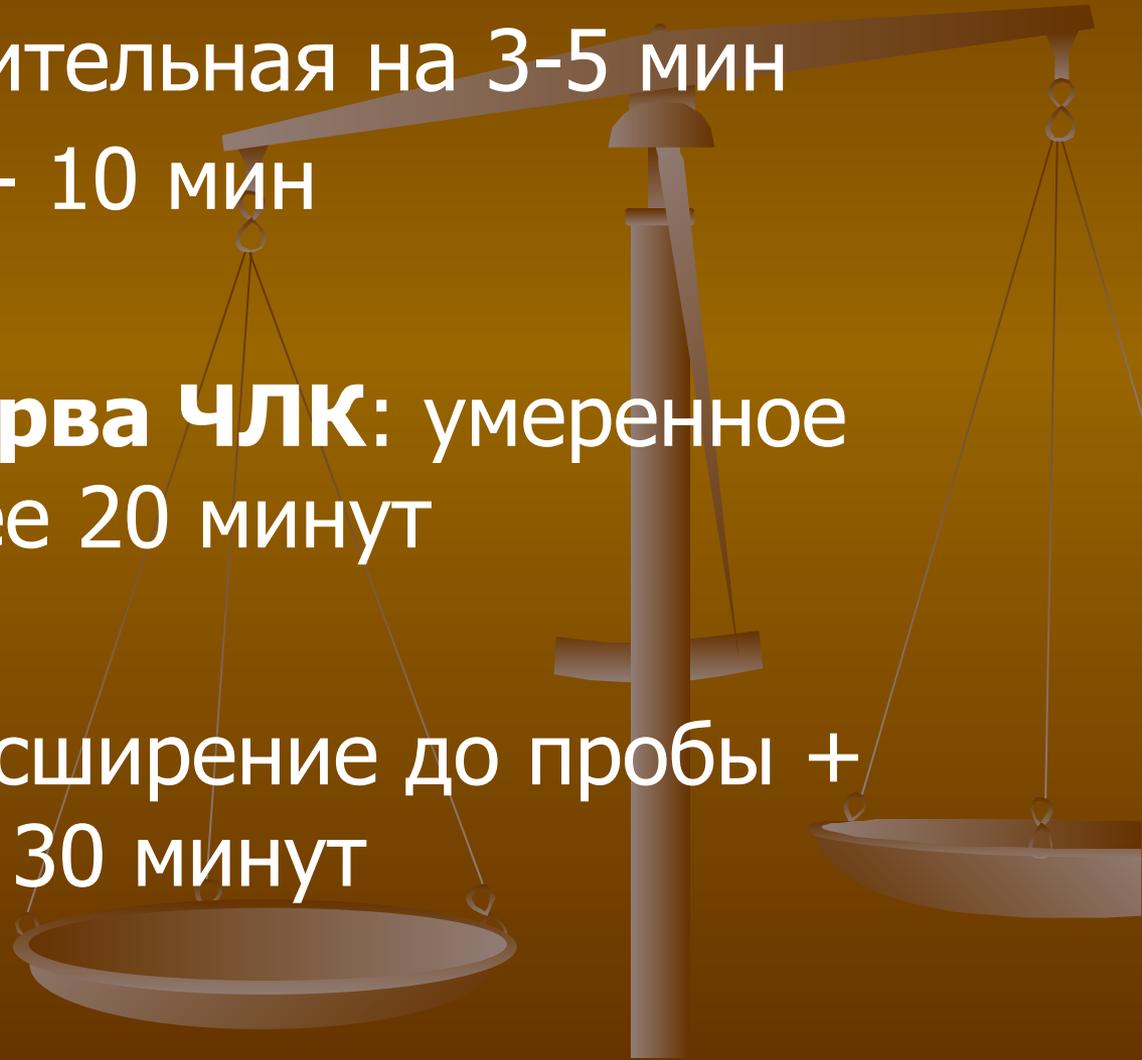
Оценка фармакоэхографии

В норме: 1. Нет дилатации

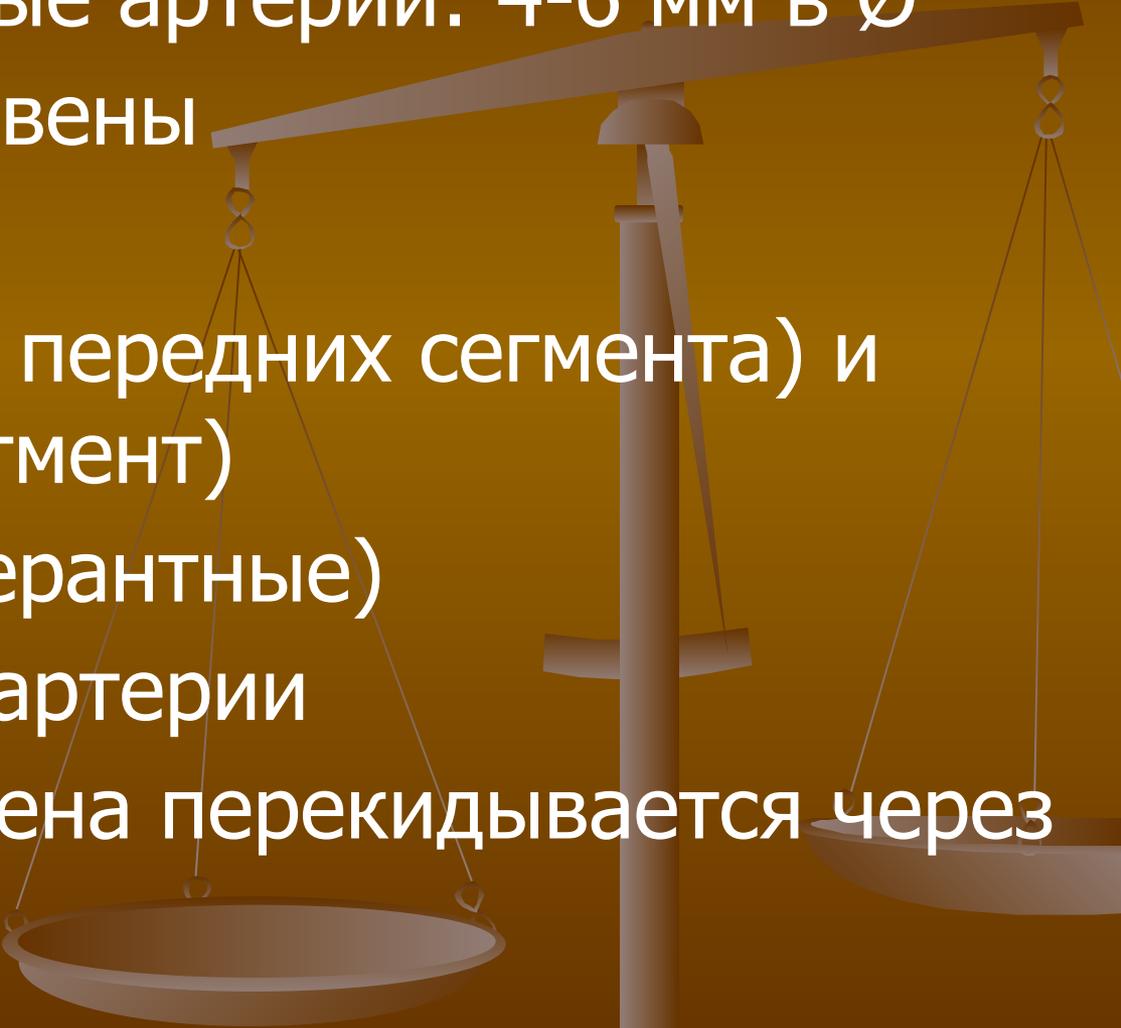
2. Незначительная на 3-5 мин
до 7- 10 мин

Снижение резерва ЧЛК: умеренное
расширение более 20 минут

Обструкция: расширение до пробы +
дилатация более 30 минут



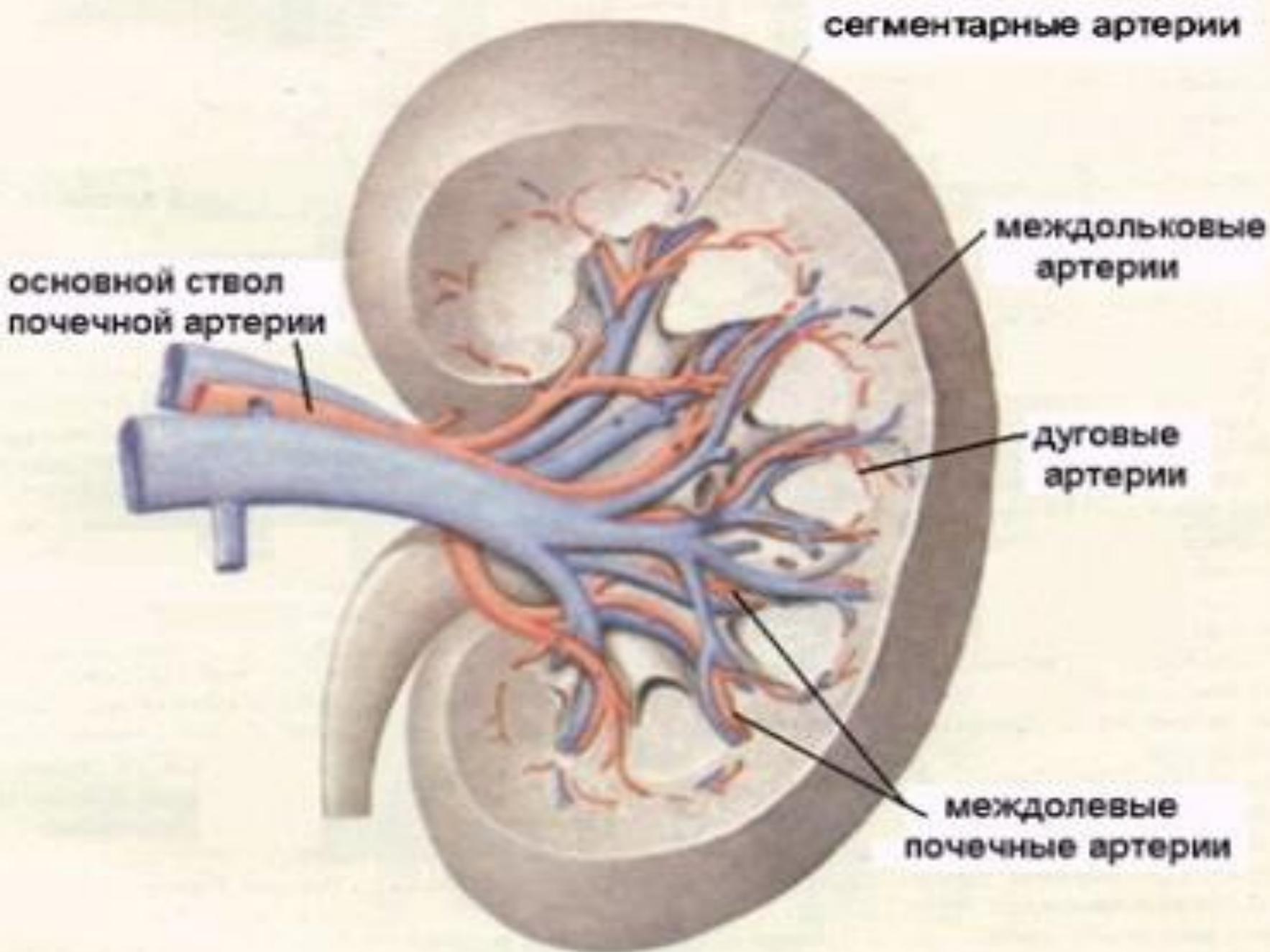
Сосуды (вены; артерии)

- Основные почечные артерии: 4-6 мм в \emptyset
 - Артерия кзади от вены
 - Вена до 6-7 мм
 - Передняя ветвь(4 передних сегмента) и задняя (задний сегмент)
 - Добавочные (абберантные)
 - Перфорирующие артерии
 - Левая почечная вена перекидывается через аорту
- 

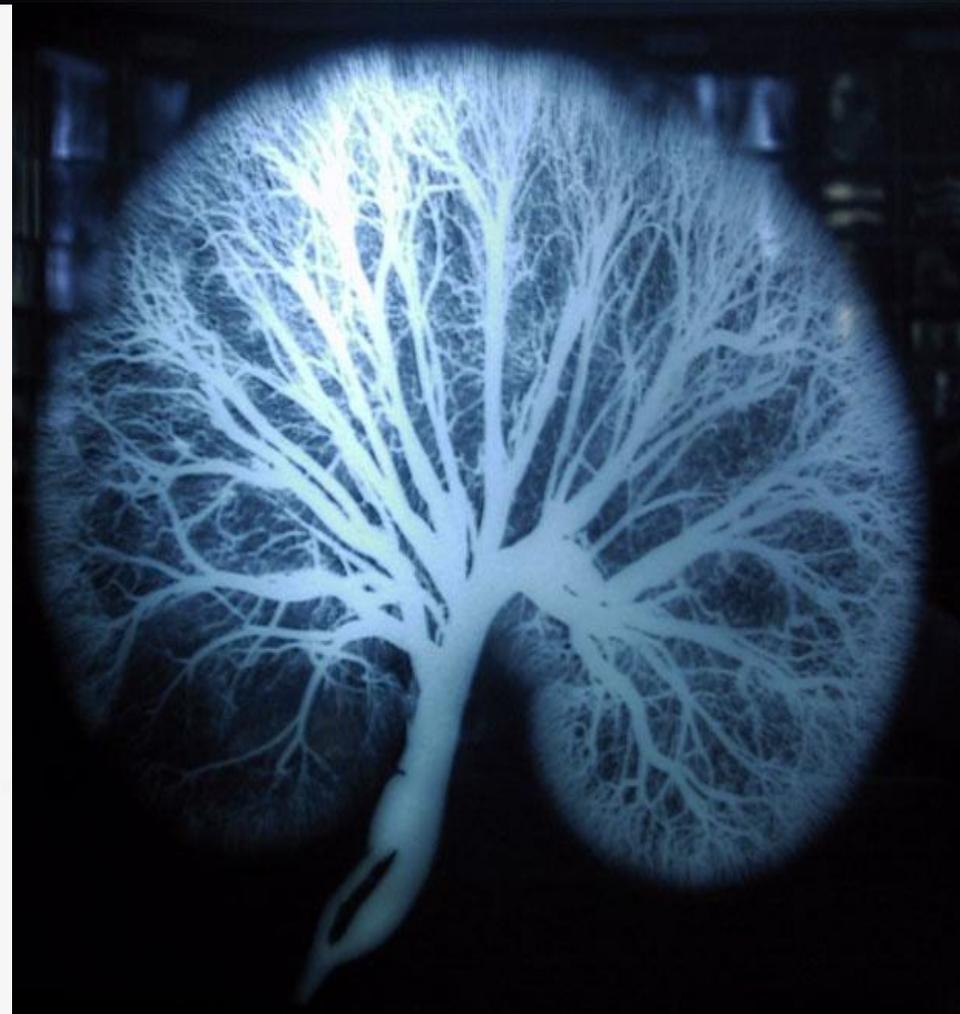
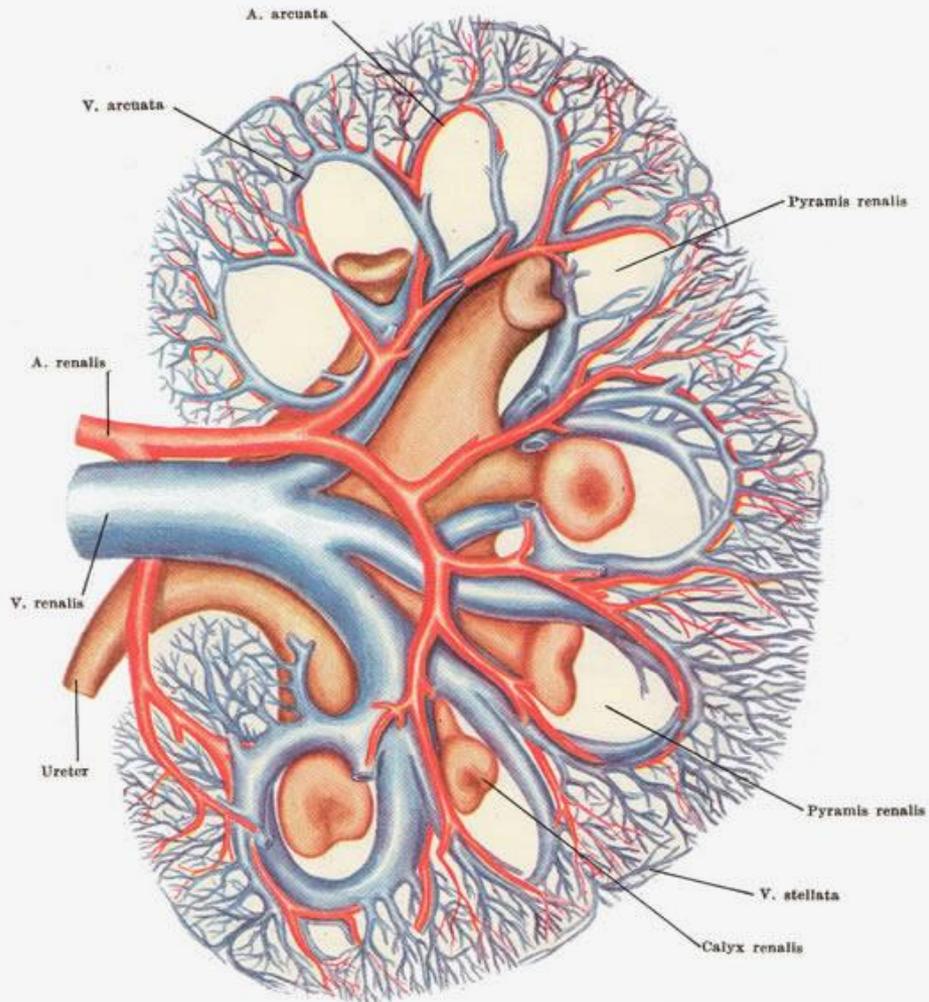


Почечные вены проходят спереди от ПА и впадают в нижнюю полую вену. Знание их анатомии помогает при проведении УЗ исследования артерий. Левая почечная вена длиннее правой и проходит спереди от аорты сразу ниже устья верхней брыжеечной артерии.

Левая почечная вена расположена ретроаортально в 2-5% случаев. Это важно знать, так как левая почечная вена используется также в качестве основного ориентира при УЗ локации ПА из переднего доступа.



Артерии почки



Сосуды почки в ЦДК

ACCUVIX

XQ

Abdomen

#43 / 14.0cm MI 0.8

C3-7IM / Gen TIs 0.2 | 01:09:25 pm

[2D] G59 / 95dB

FA2 / P95

[C] G45 / 1.00 kHz

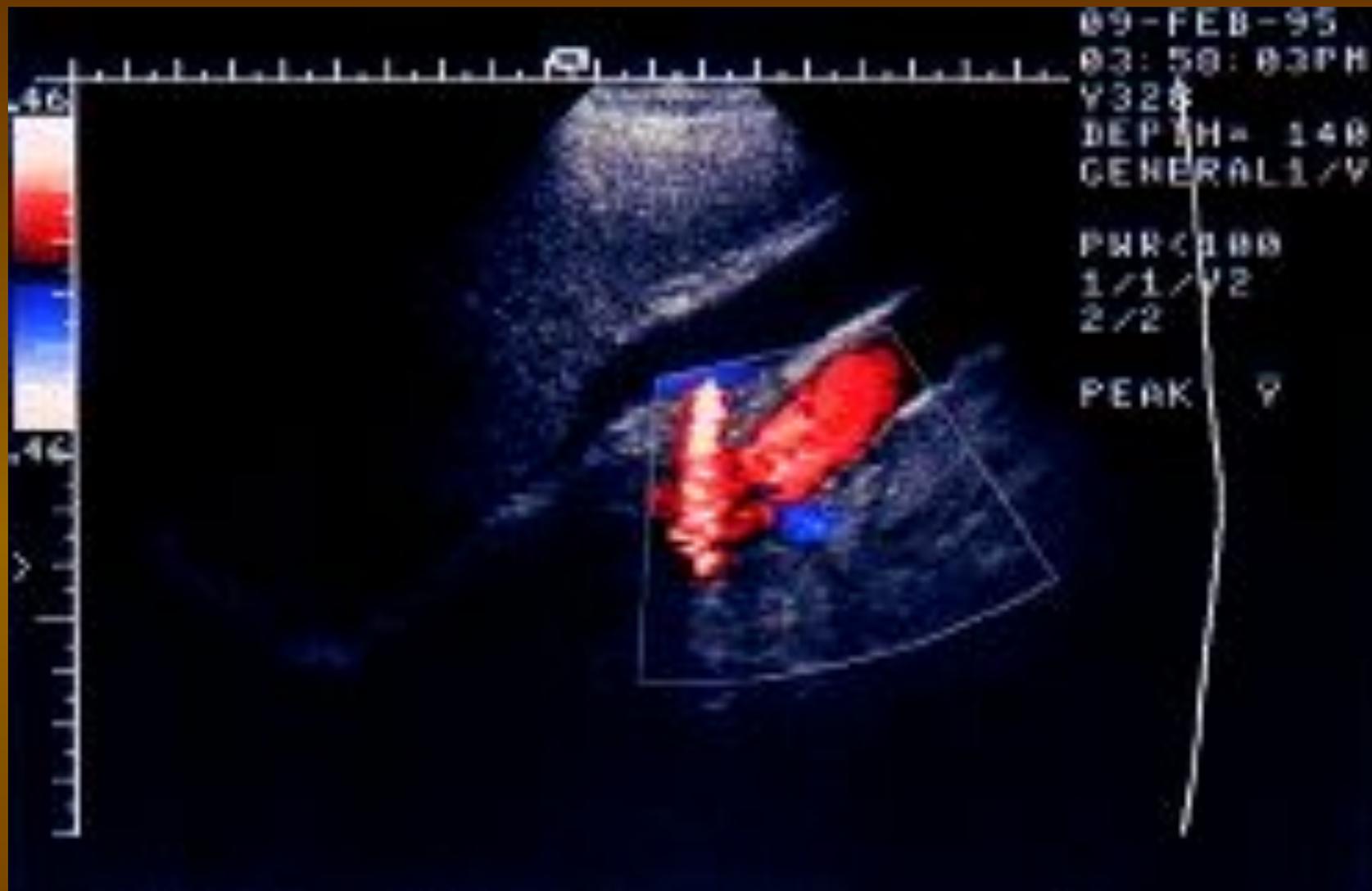
FA2 / F1 / 14

15.0



-15.0

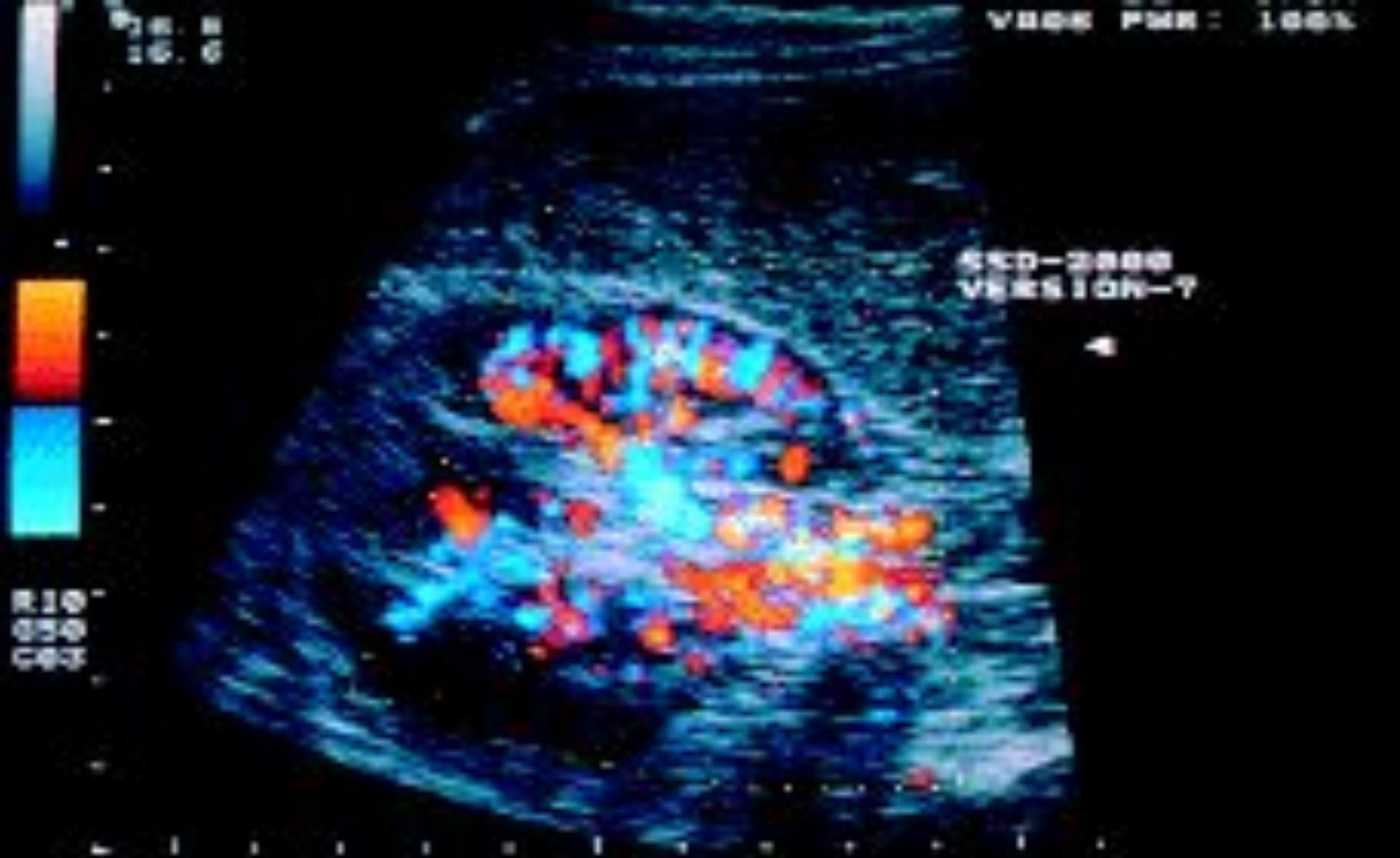
Renal Color Doppler



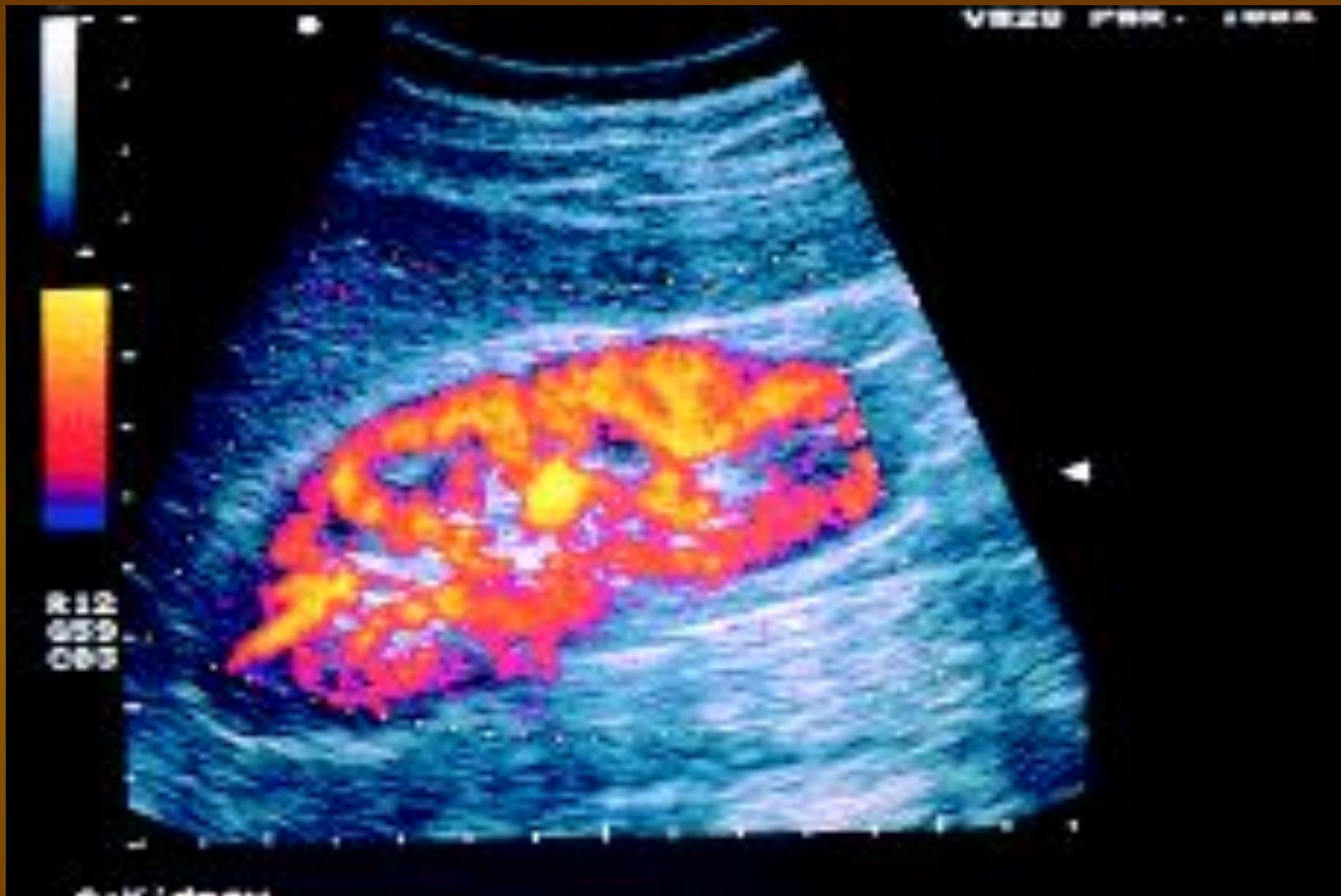
Цветная доплерограмма почки. Почечная артерия отходит от аорты.



Цветная доплерограмма почки. Почечная артерия отходит от аорты.



Цветная доплерограмма почки. Внутрпочечные сосуды.

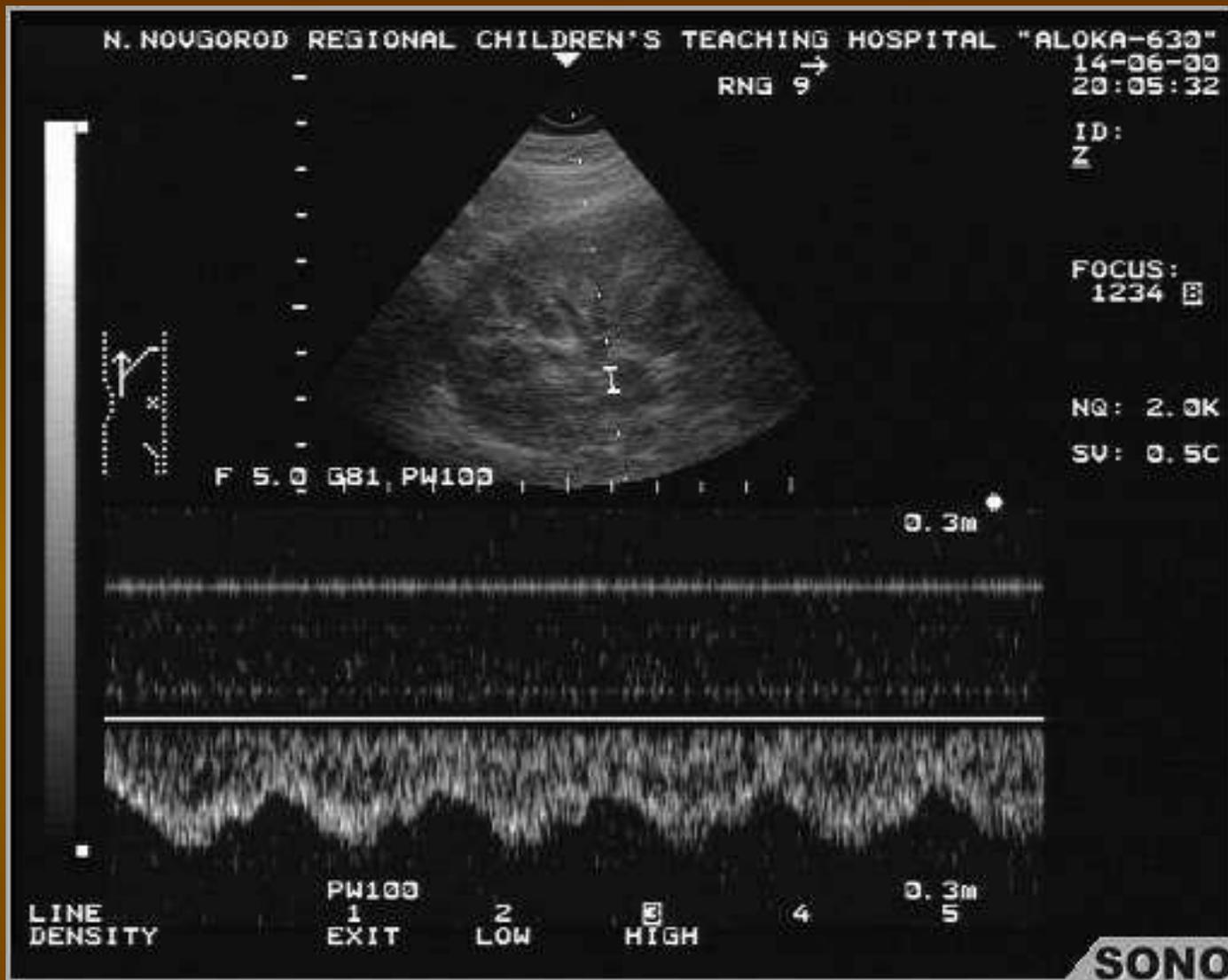


Цветная доплерограмма здоровой почки (processing technique). Режим энергетического доплера

Артерия VS Вена

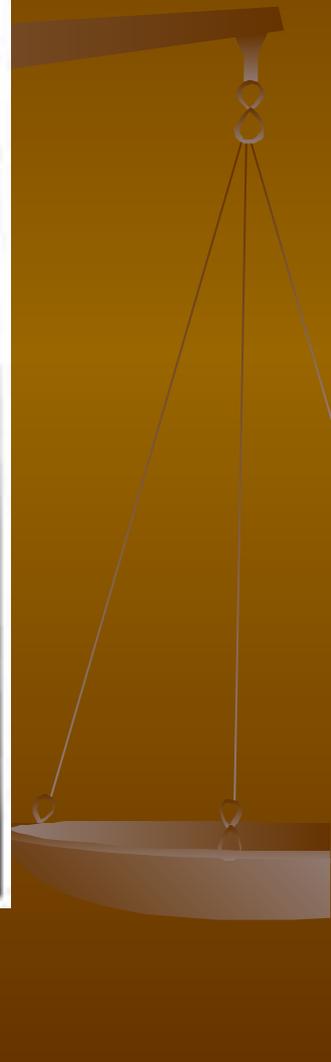
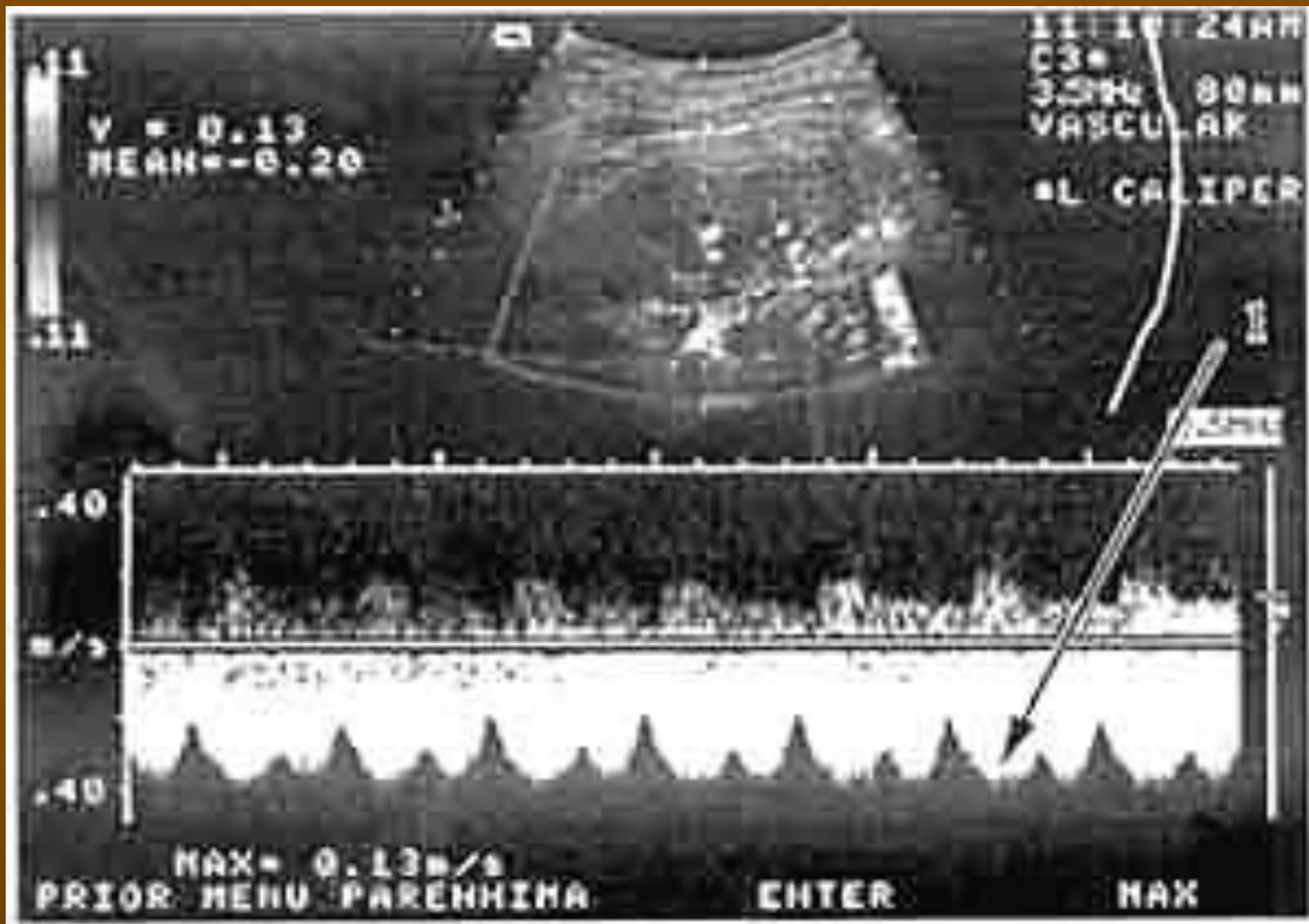
- Пульсация
- **Меньший диаметр**
- Толстые стенки
- **Не изменяют диаметра при дыхании (вены при вдохе уменьшают диаметр)**
- **Направление кровотока при доплеровском сканировании**





Доплерографическая картина неизменного кровотока в правой почечной вене, который характеризуется волнообразной формой спектра.

Допплерография почечной вены при нефроптозе



Импульсная доплерография

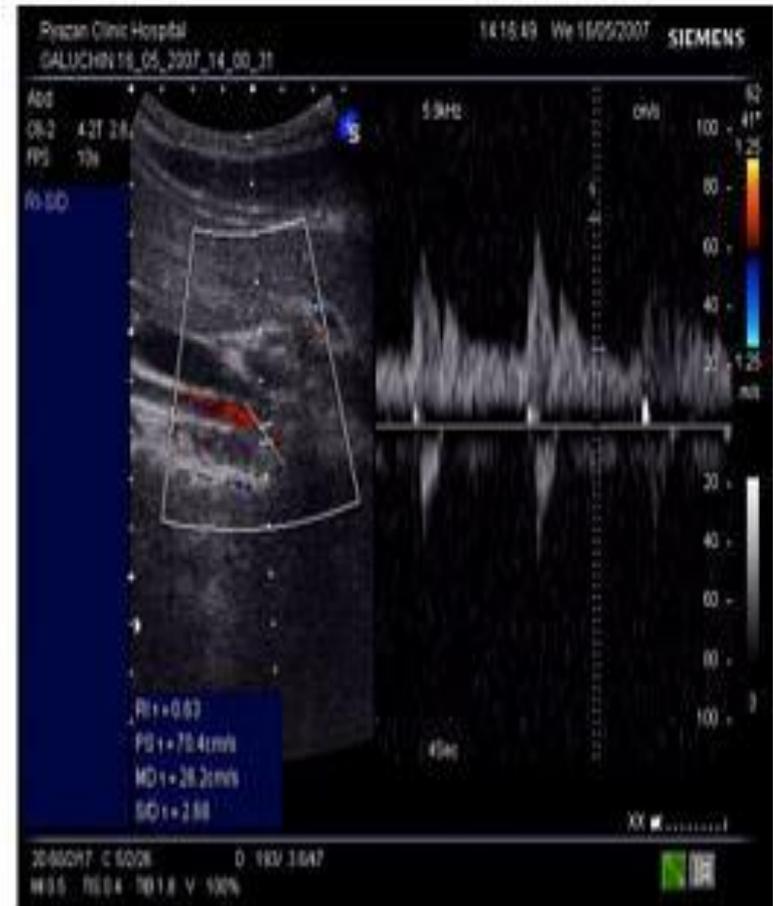
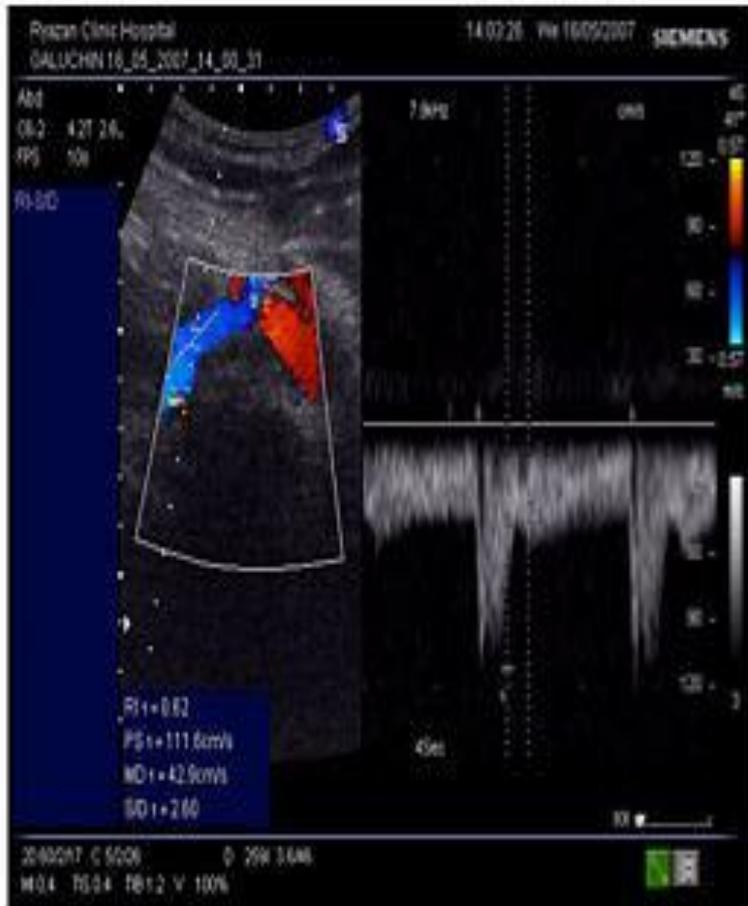
- Систолический пик (узкий, высокий, ямка в конце)
- Диастолический пик (широкий, низкий, плавный)
- Индекс резистентности ($RI = (V_{\max} - V_{\min}) / V_{\max}$)
- Пульсационный индекс ($PI = (V_{\max} - V_{\min}) / V_{\text{mean}}$)
- Систоло-диастолический индекс: $ISD = V_{\max} / V_{\min}$

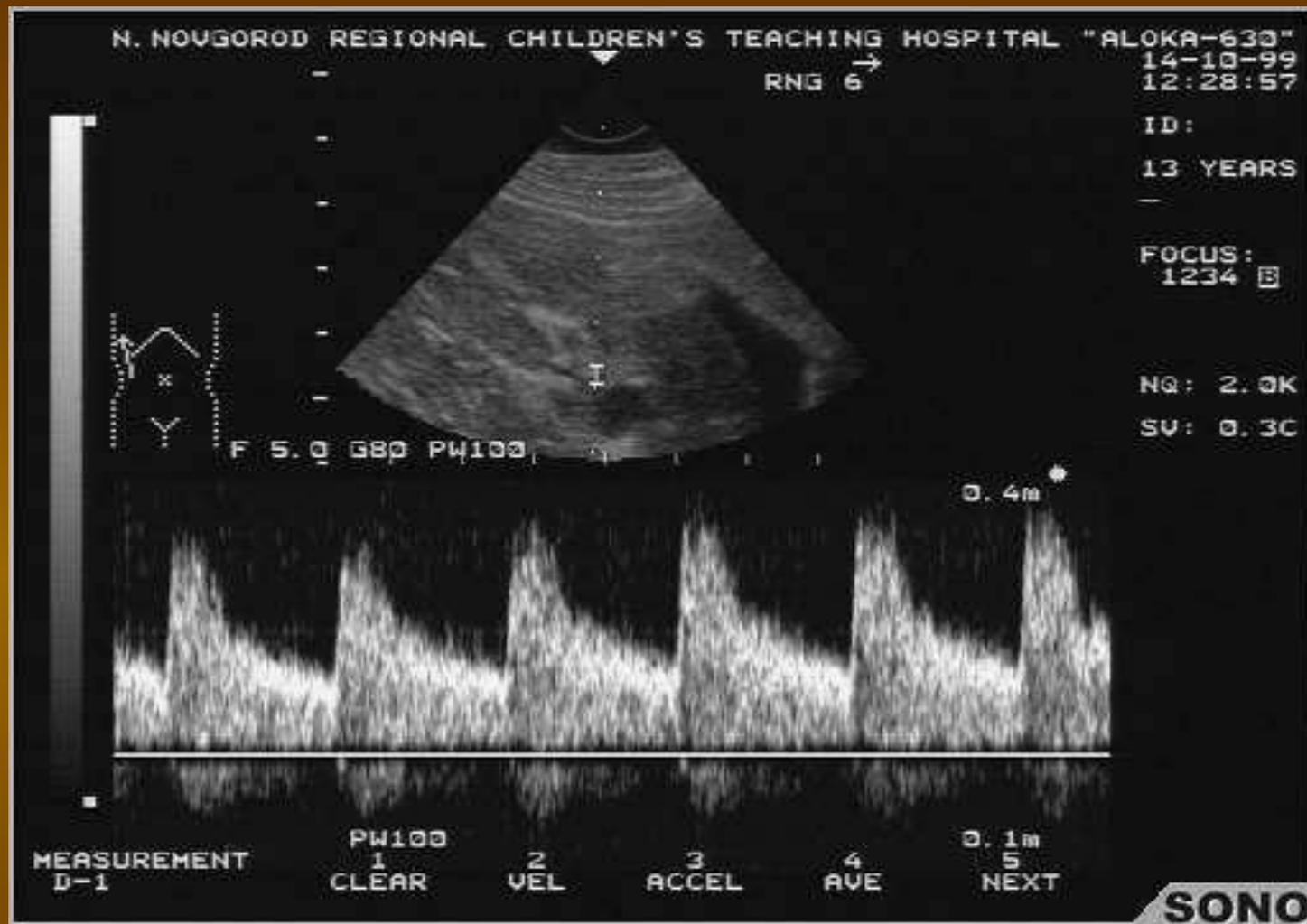
V_{\max} - максимальная систолическая скорость кровотока

V_{\min} - конечная диастолическая скорость

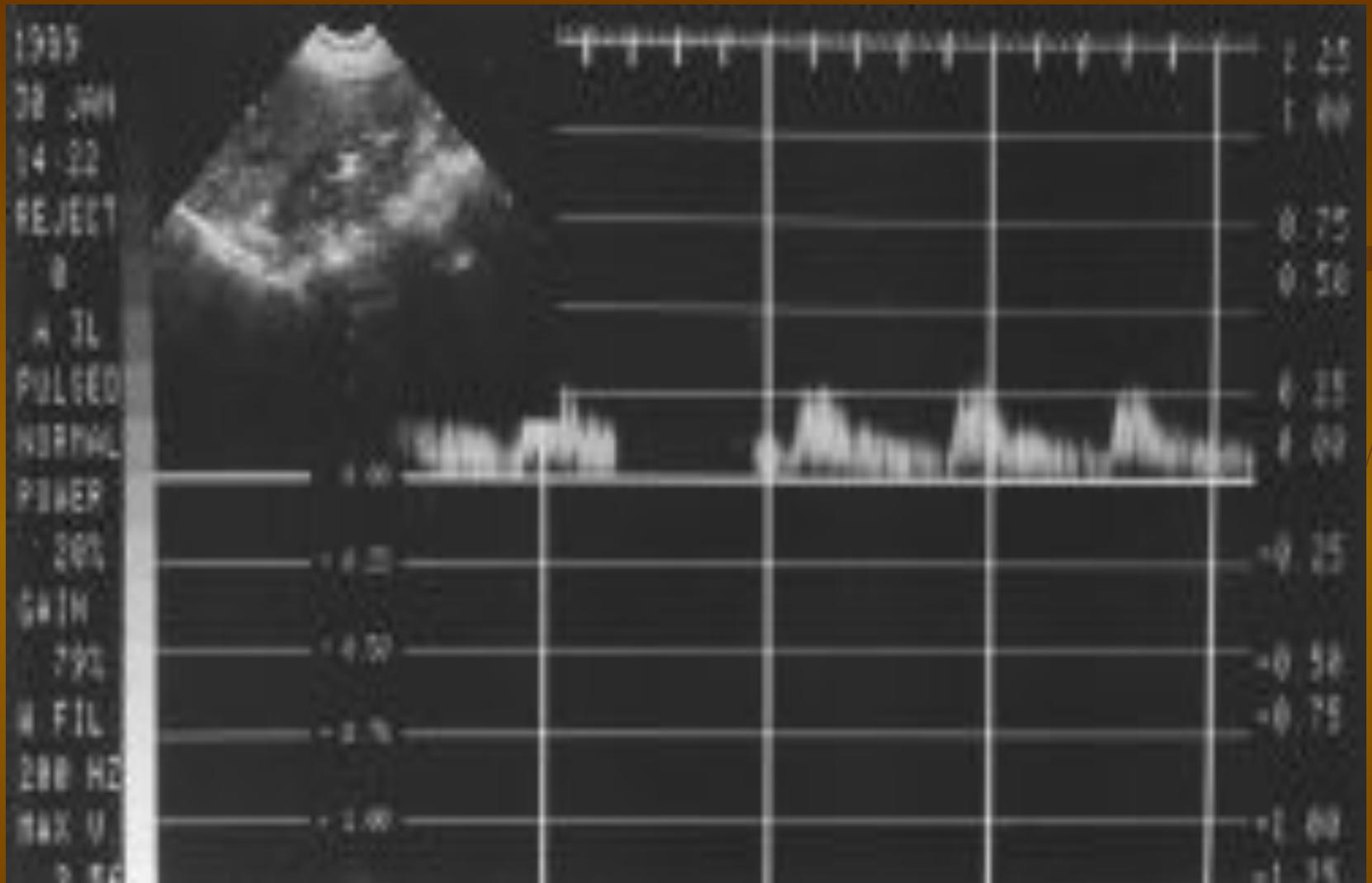
V_{mean} - средняя скорость кровотока

Допплерография правой почечной артерии





Доплерографическая картина неизмененного кровотока в правой почечной артерии. Характеризуется закругленным систолическим пиком, на котором выделяют ранний систолический пик и высокую диастолическую составляющую



- Допплерография интерлобарных артерий почки.
- Сонограмма такого же характера, но меньшей интенсивности.

Импульсная доплеровграфия

	V_{\max}	V_{\min}	IR	PI	ISD
Основная	60-100 (>180)	40-50	0,56-0,70	0,7-1,4	>3,5
Сегментарная	37-53	17-26	0,89-1,1 7	0,55-0,65	2,24-2,56
Междолевая	29-38	9-17	0,95-1,05	0,55-0,63	2,23-2,69
Дуговая	20-29	8-13	0,96-1,00	0,57-0,62	2,17-2,61

Асимметрия (право/лево): - скоростей менее 30% - IR и IP менее 10%

Контуры

Четкие

Ровные

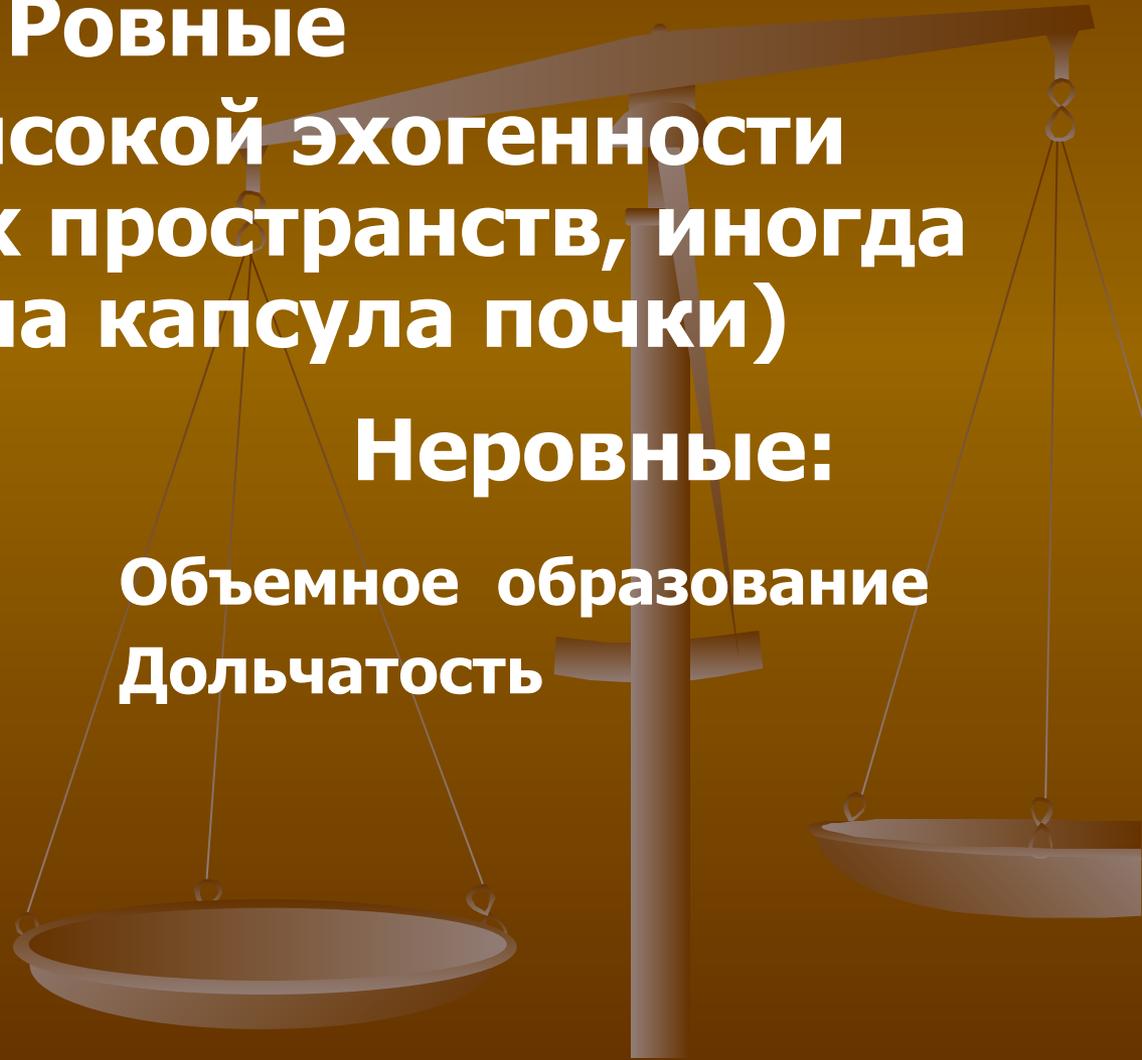
(за счет высокой экзогенности клетчаточных пространств, иногда видна сама капсула почки)

Нечеткие:

Воспаление
Объемное образование
Инфаркт
Повреждение

Неровные:

Объемное образование
Дольчатость



Клетчаточные пространства

- Жировая капсула почки (периренальное клетчатка)
- Почечная фасция (Героты)
- Околопочечное жировое тело (параренальная клетчатка)

Однородная гиперэхогенность

Неоднородность (жидкость) :

Кровь
Гной
Моча



Подвижность

Орто статическая

Дыхательная

Около 3-5 см

Относительно: 12 ребро; гребень подвздошной кости

Увеличение

Уменьшение

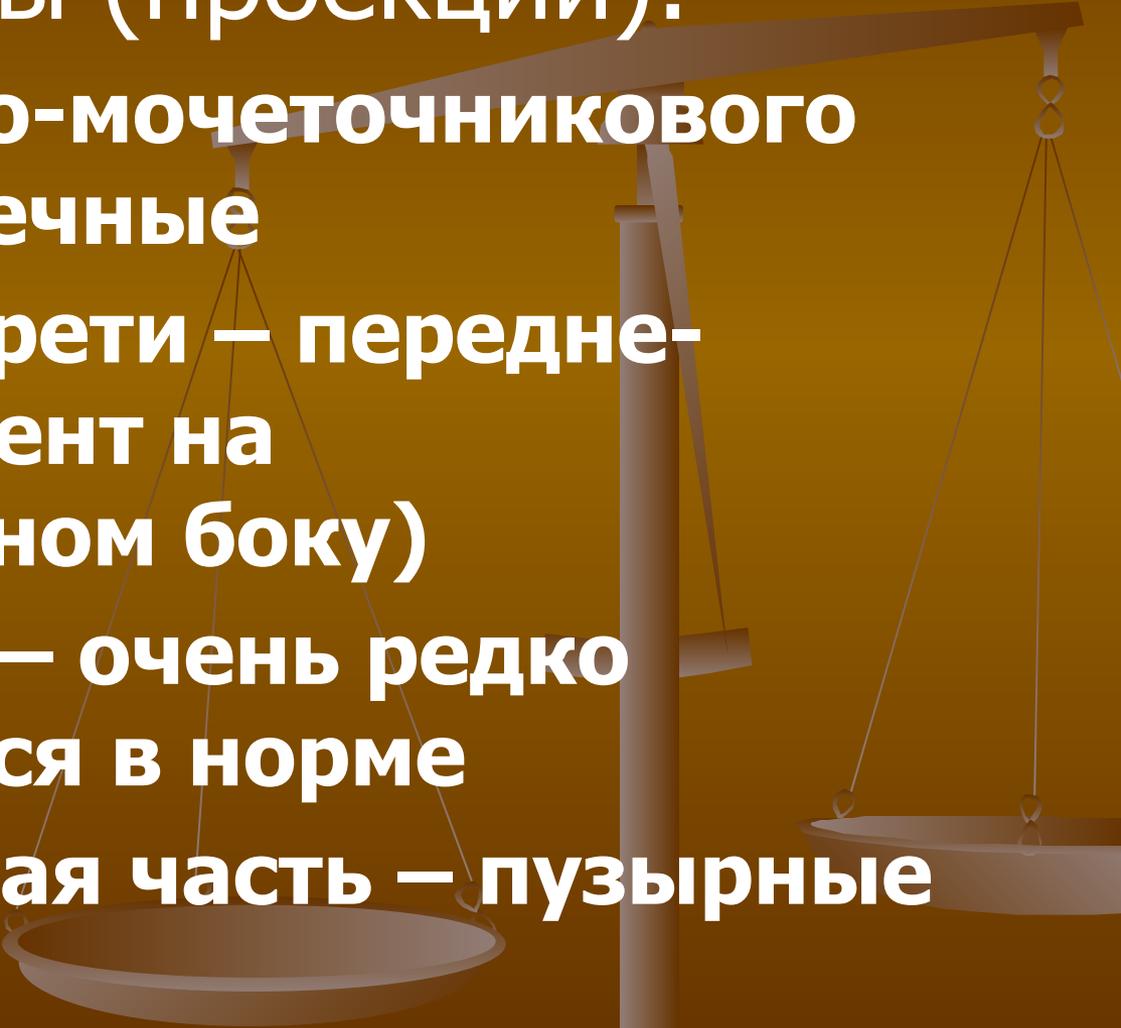
Нефроптоз

Дистопия
Воспаление
Опухоль



Мочеточники

Доступы (проекции):

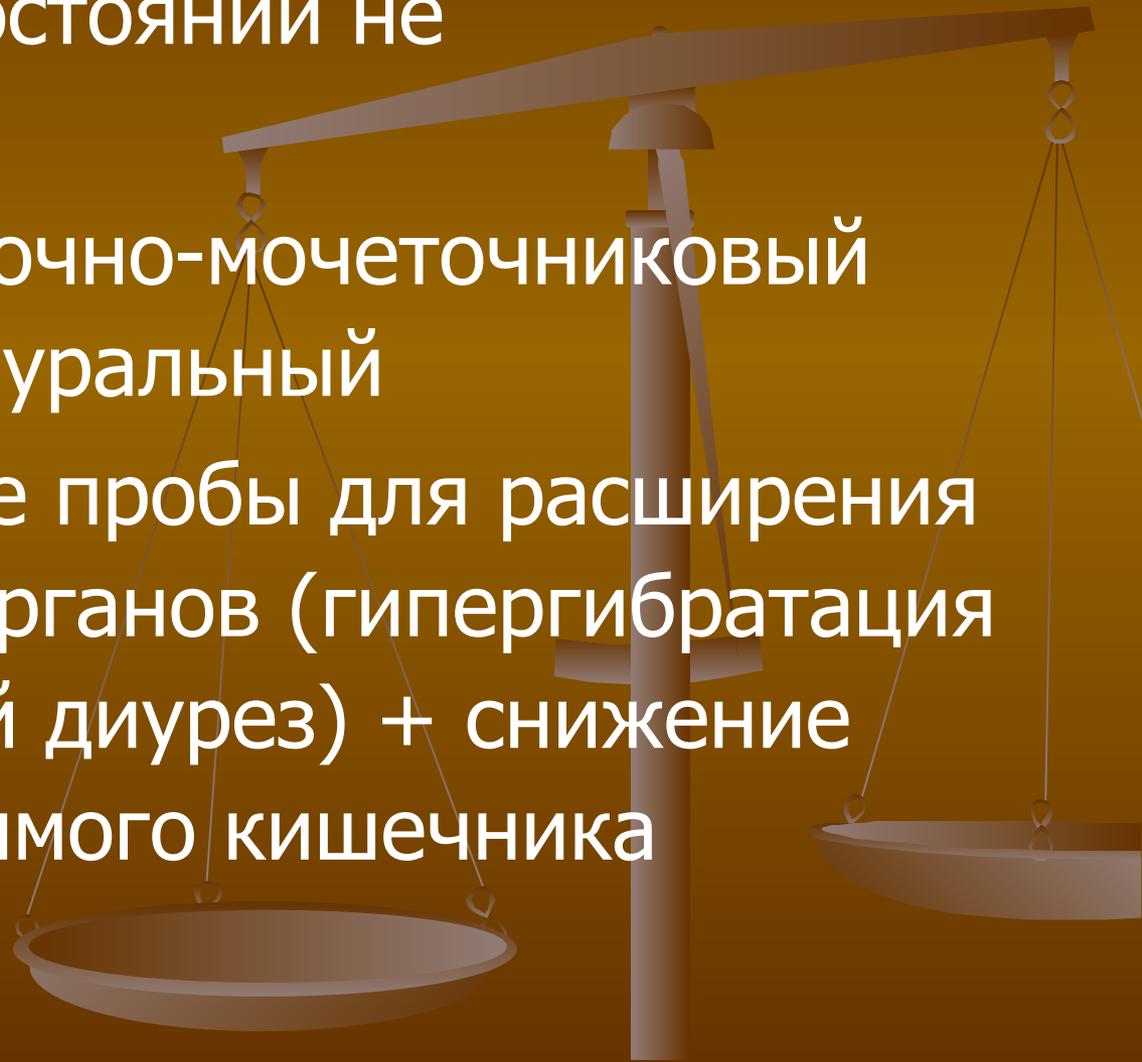
- Для лоханочно-мочеточникового сегмента - почечные
 - Для средней трети – передне-боковые (пациент на противоположном боку)
 - Тазовая часть – очень редко визуализируется в норме
 - Интрамуральная часть – пузырьные доступы
- 

Мочеточники

- Полые трубки \varnothing до 2-4 мм; стенка около 1-2 мм
- веретенообразные расширения (цистоиды в диастолу) до 8-10 мм; при гипотонии: нет отображения цистоидов
- физиологические сужения (лоханочно-мочеточниковое; мочеточниково-подвздошное; интрамуральное – до 2,5-4 мм)
- Брюшная часть – от лоханки до *lin.terminale* (прегибаются кпереди через общие подвздошные сосуды) по передней поверхности *m.psoas major*; на $v/3$ и $n/3$ – пересечение с яичковыми (яичниковыми) венами
- Тазовая часть – вдоль крестцово-подвздошных сочленений; далее дугообразный изгиб кнутри, к углам треугольника мочевого пузыря
- Интрамуральная – в стенке мочевого пузыря (около 2-3 см)

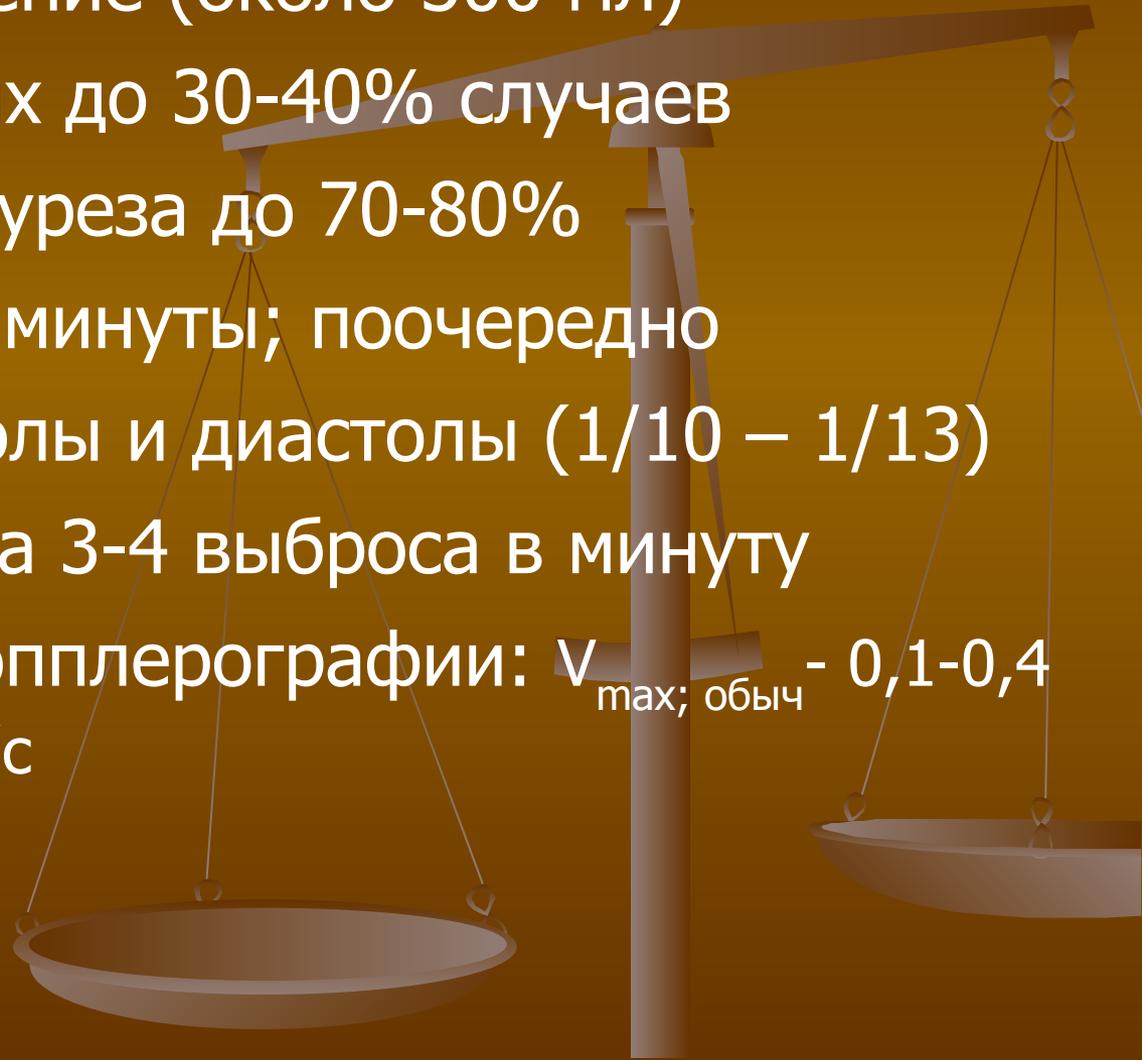
УЗИ мочеточников

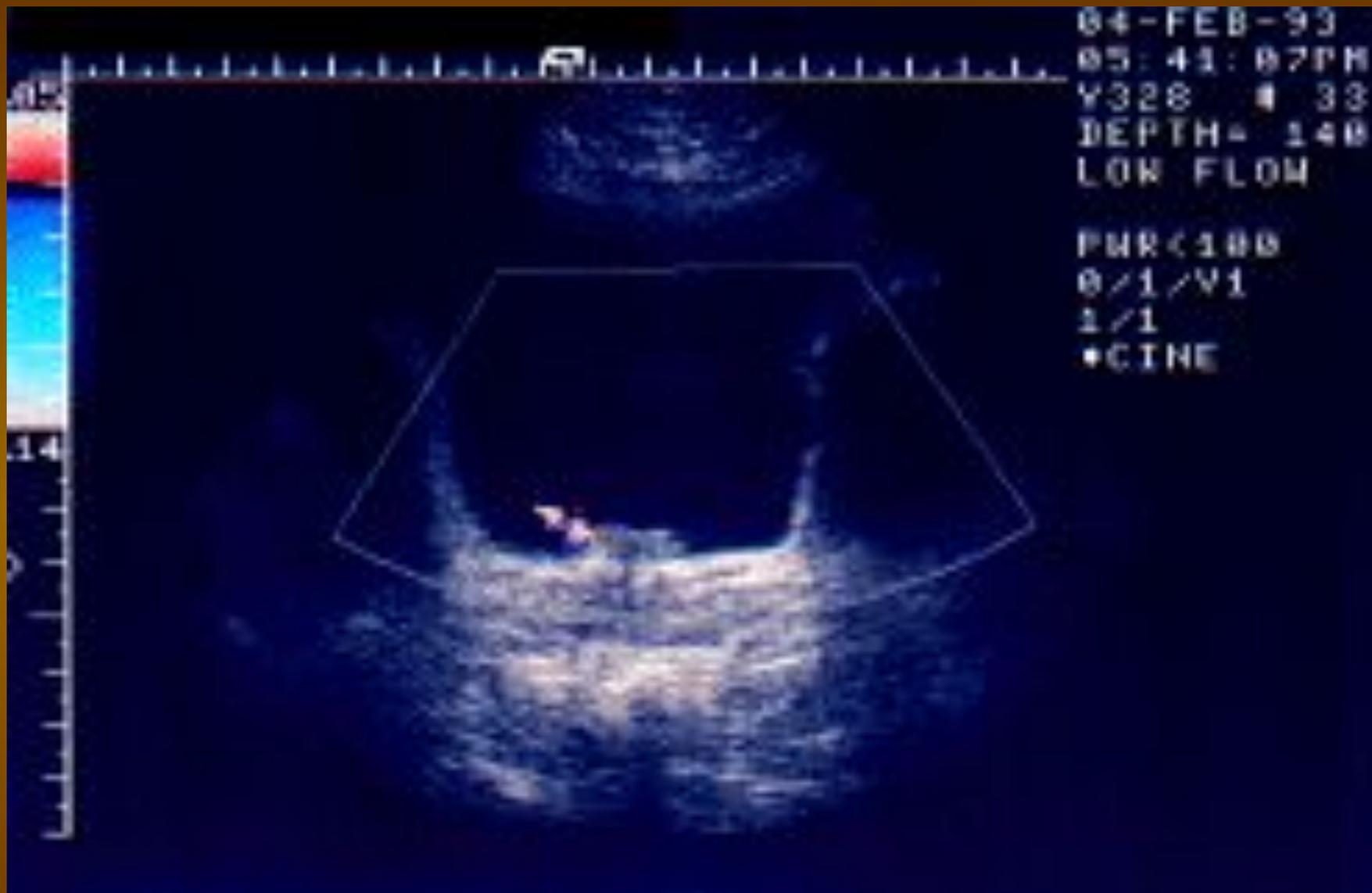
- В нормальном состоянии не визуализируются
- Возможно лоханочно-мочеточниковый сегмент и интрамуральный
- Физиологические пробы для расширения полых мочевых органов (гипергидратация и форсированный диурез) + снижение газового содержимого кишечника



Мочеточниковые выбросы

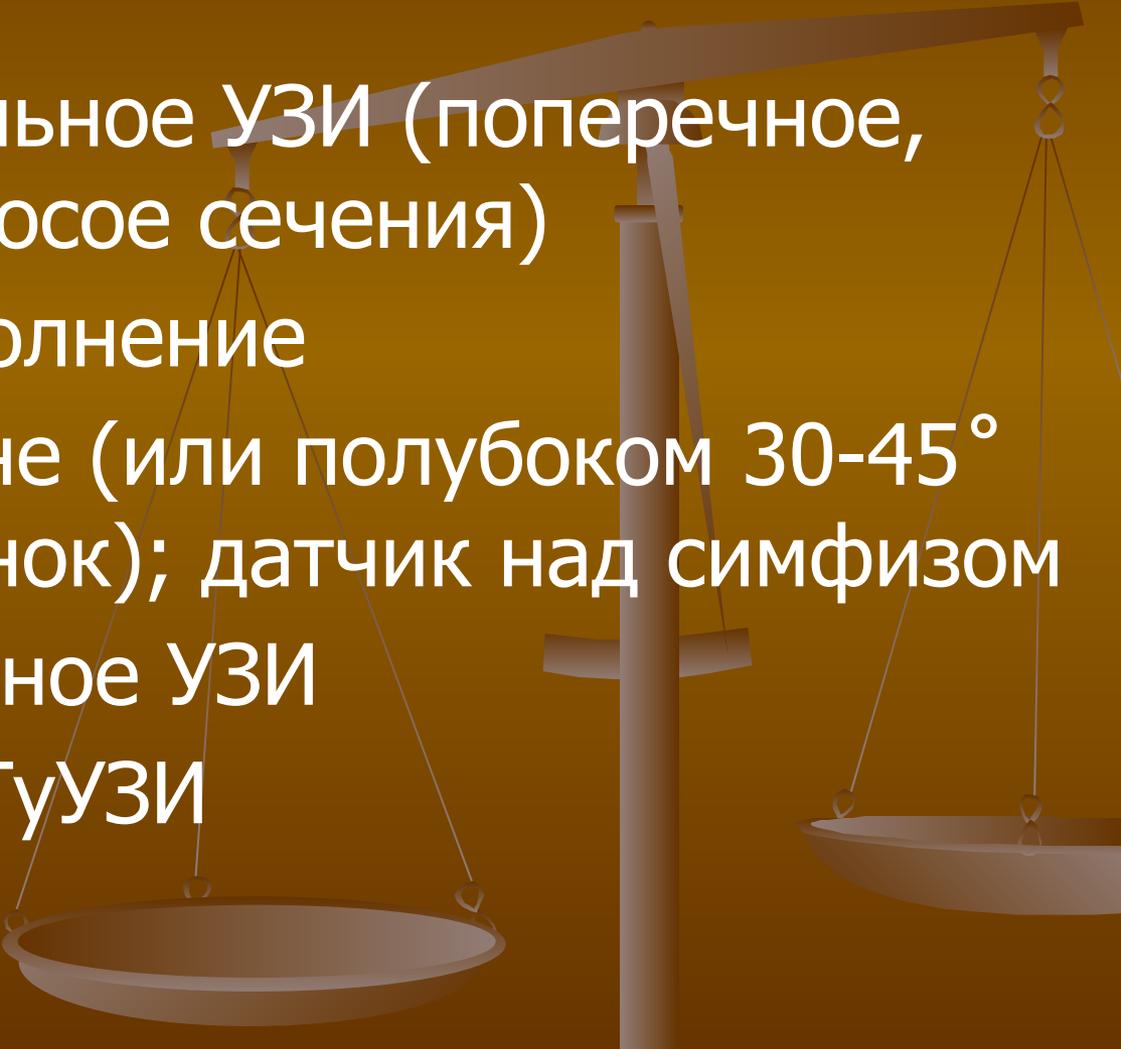
- Умеренное наполнение (около 300 мл)
- В обычных условиях до 30-40% случаев
- При повышении диуреза до 70-80%
- Один выброс в 1-2 минуты; поочередно
- Соотношение систолы и диастолы (1/10 – 1/13)
- Повышение диуреза 3-4 выброса в минуту
- При импульсной доплерографии: $V_{\text{max; обыч}} - 0,1-0,4$
м/с $V_{\text{max; форс}} - 0,3-0,8$ м/с





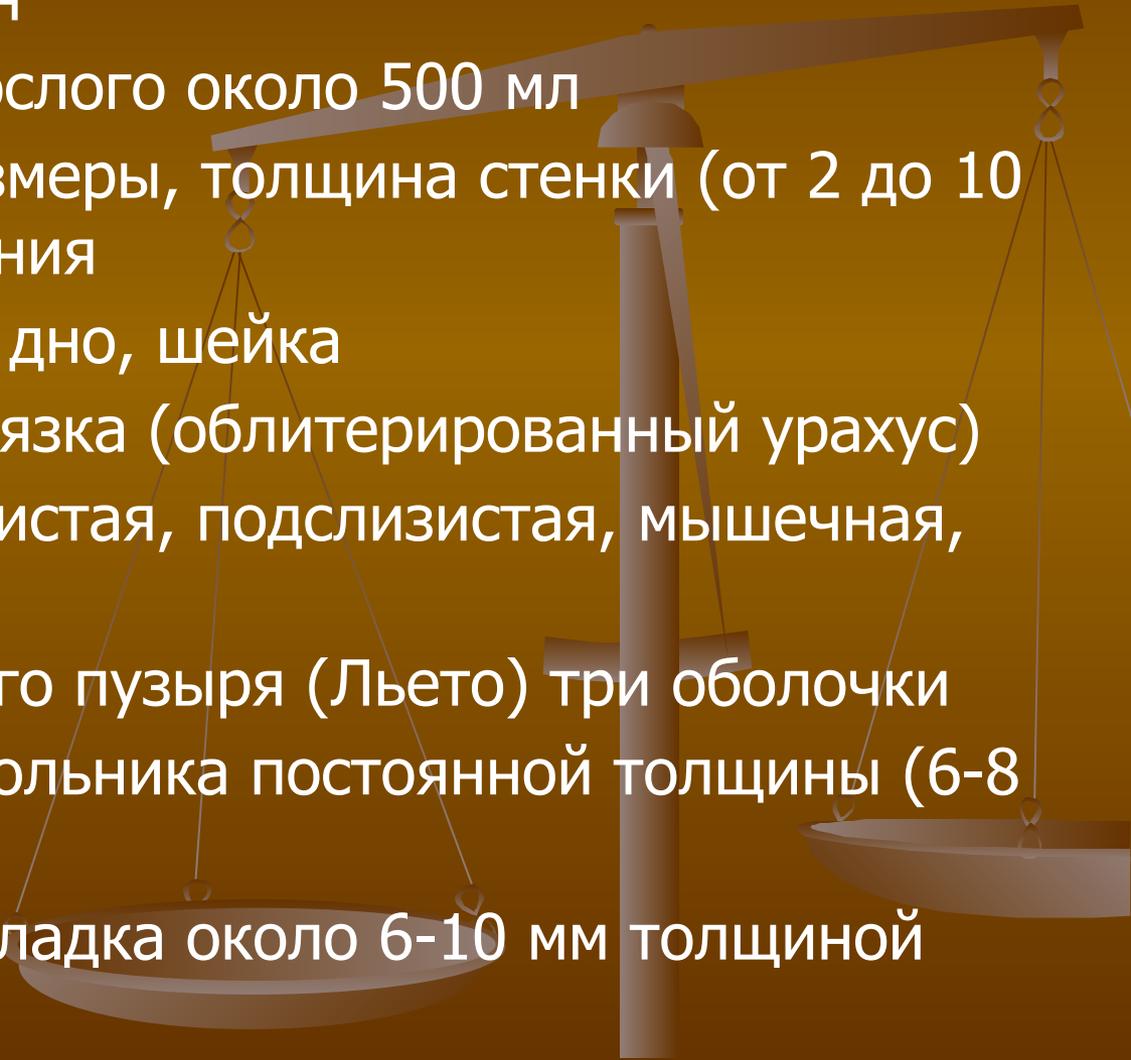
Цветной доплер. Вбрасывание мочи в мочево
пузырь.

Мрчевой пузырь

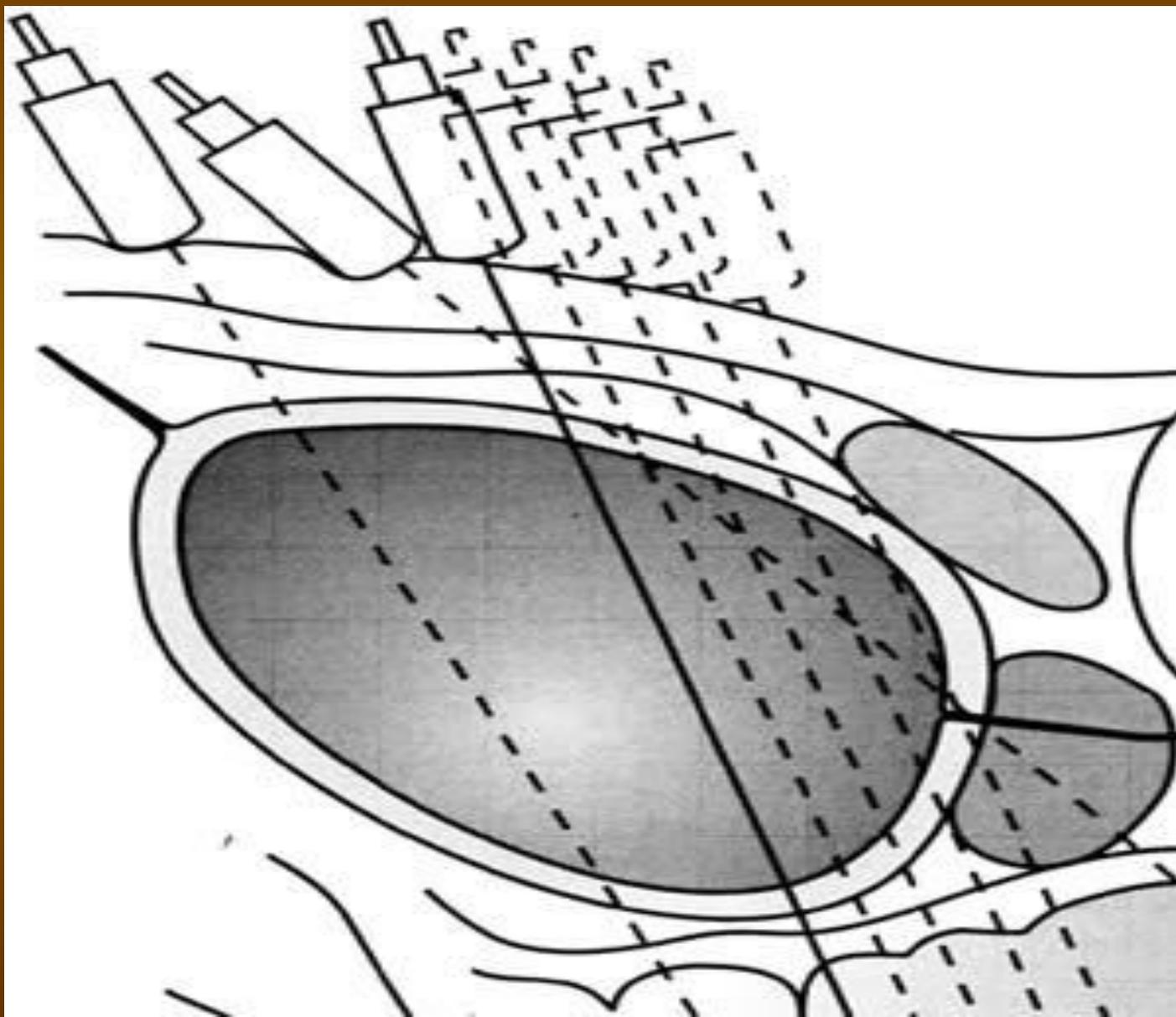
- Трансабдоминальное УЗИ (поперечное, сагиттальное и косое сечения)
 - Адекватное наполнение
 - Пациент на спине (или полубоком $30-45^\circ$ для боковых стенок); датчик над симфизом
 - Трансперинеальное УЗИ
 - ТрУЗИ; ТвУЗИ; ТуУЗИ
- 

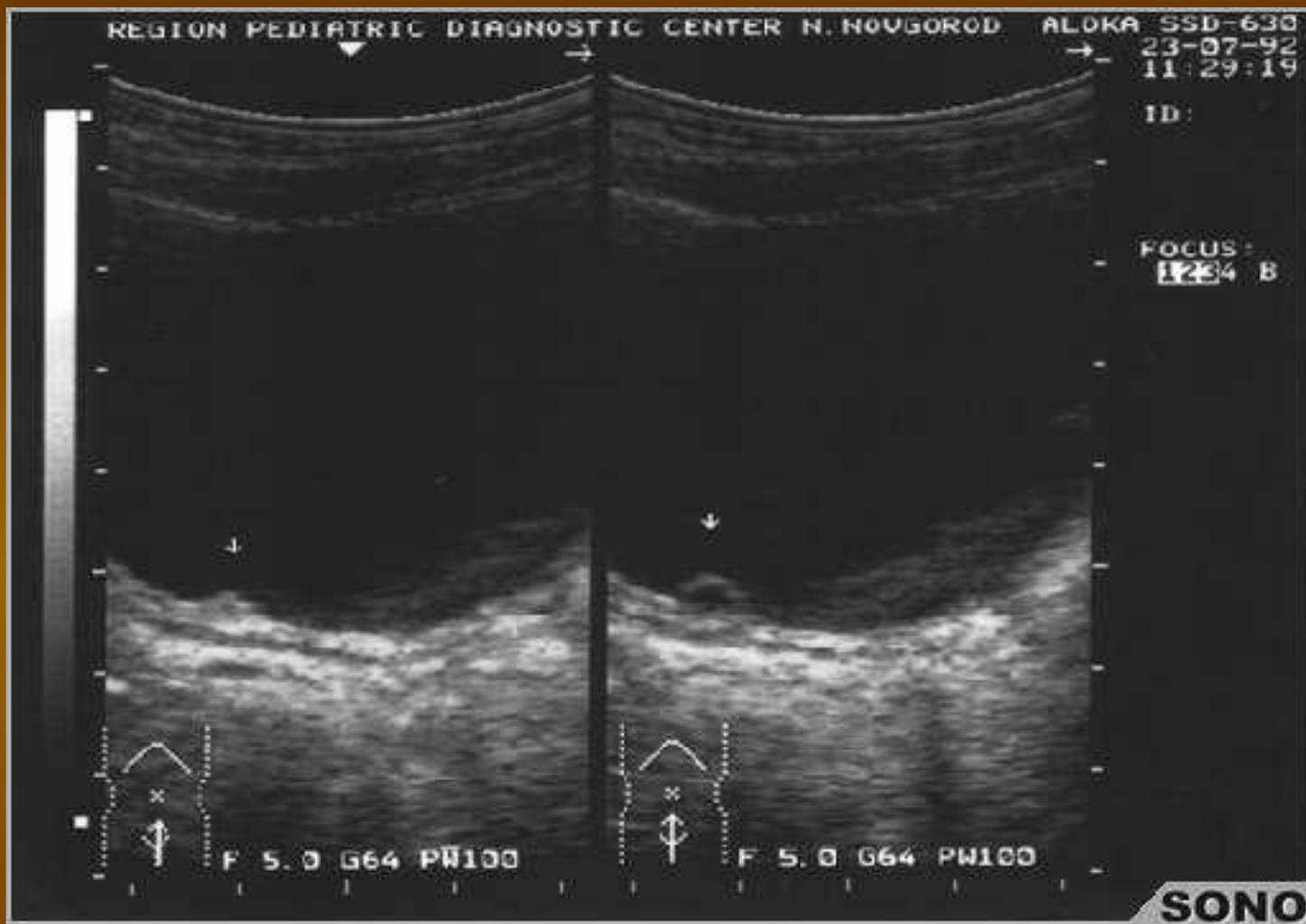
Анатомические факты

- полый мышечный орган
- средняя емкость у взрослого около 500 мл
- положение, форма, размеры, толщина стенки (от 2 до 10 мм) зависят от наполнения
- части: верхушка, тело, дно, шейка
- срединная пупочная связка (облитерированный уракус)
- четыре оболочки (слизистая, подслизистая, мышечная, адвентициальная)
- в треугольнике мочевого пузыря (Льетто) три оболочки
- стенка в области треугольника постоянной толщины (6-8 мм)
- межмочеточниковая складка около 6-10 мм толщиной



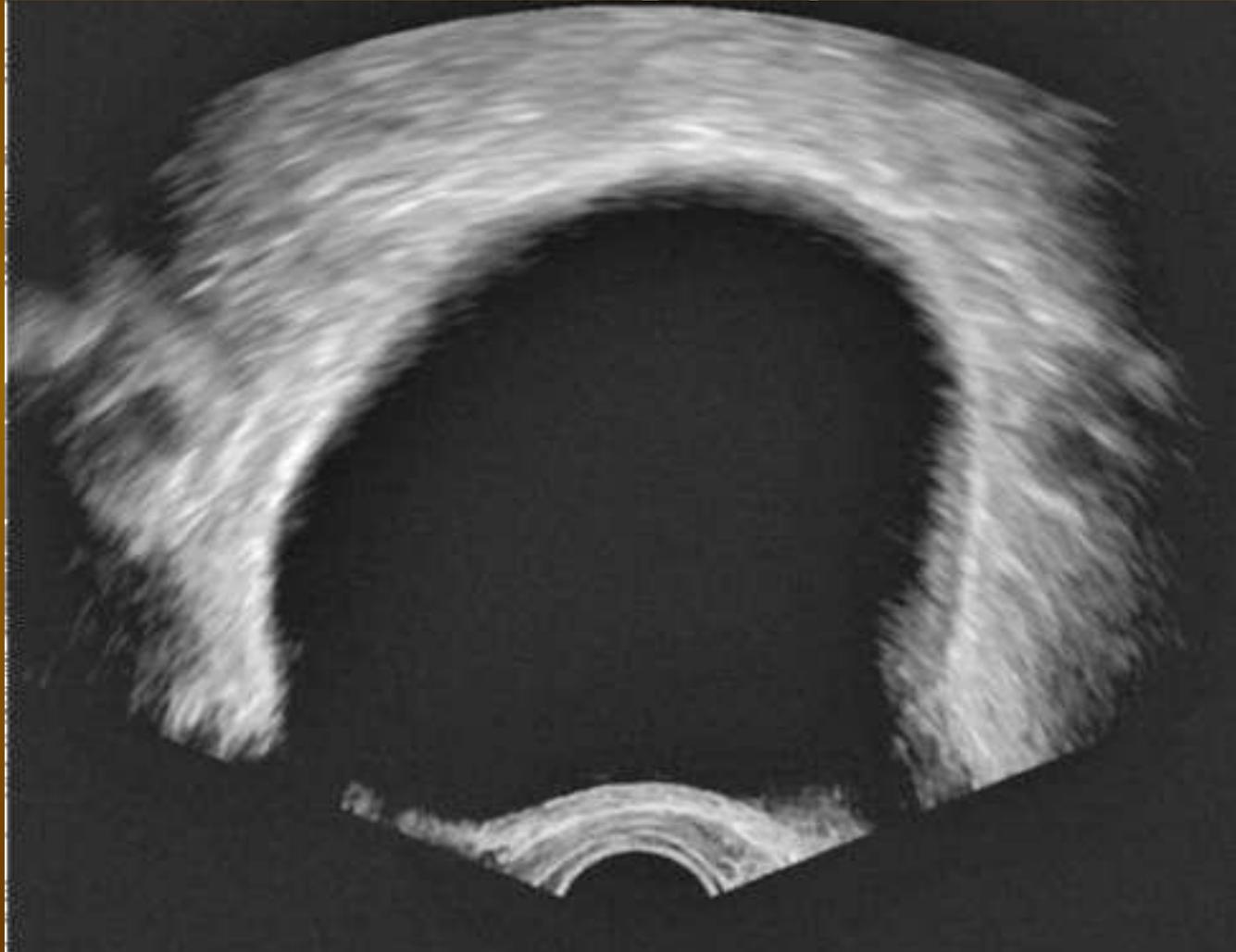
Методика исследования мочевого пузыря





■ Эхографическая картина неизмененного мочевого пузыря. Стрелками указана складка стенки, прикрывающая устье мочеточника (на левой половине снимка - между фазами выделения мочи из мочеточника, на правой половине снимка - в момент фазы выделения).

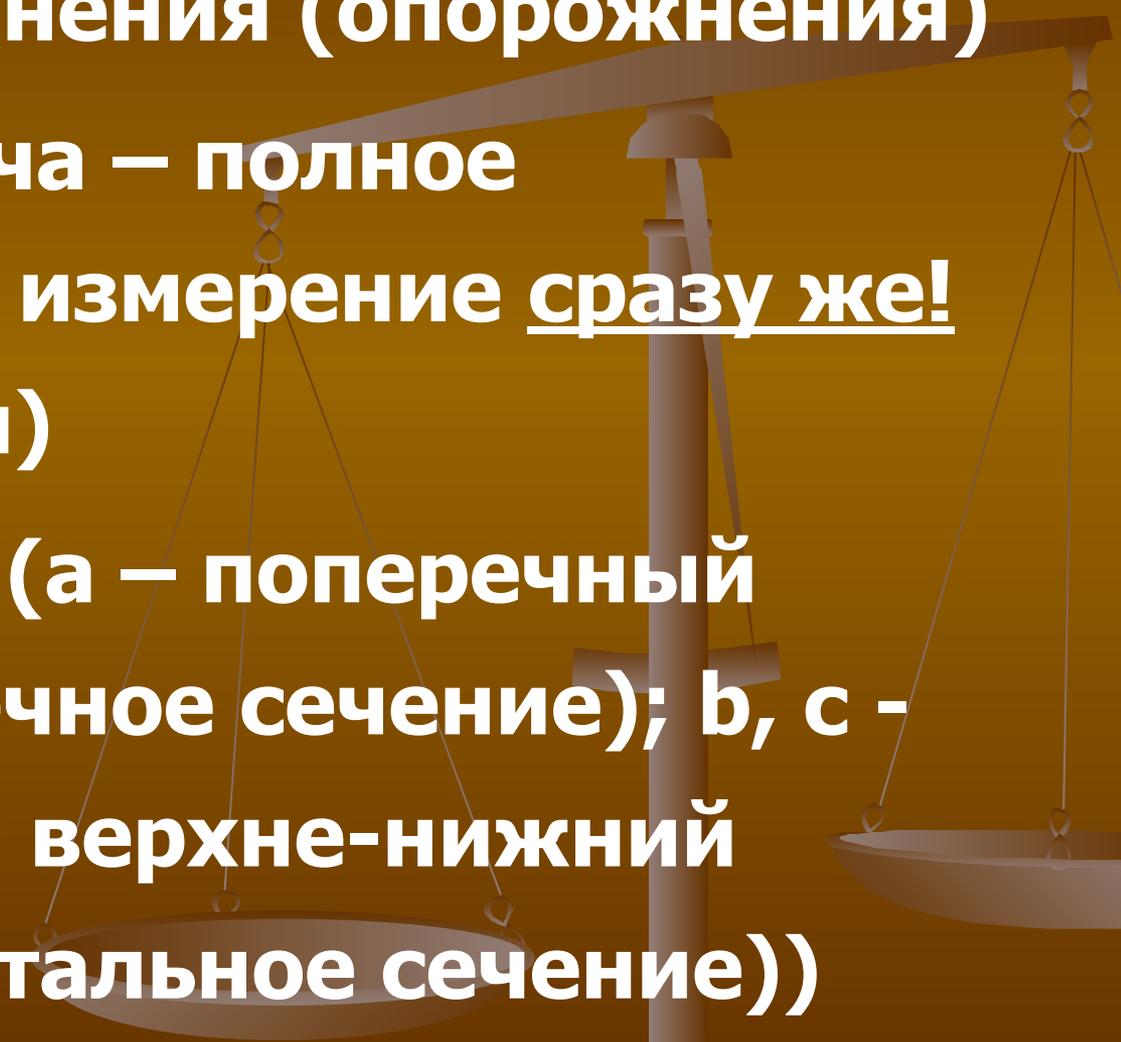
Трансректальное изображение мочевого пузыря





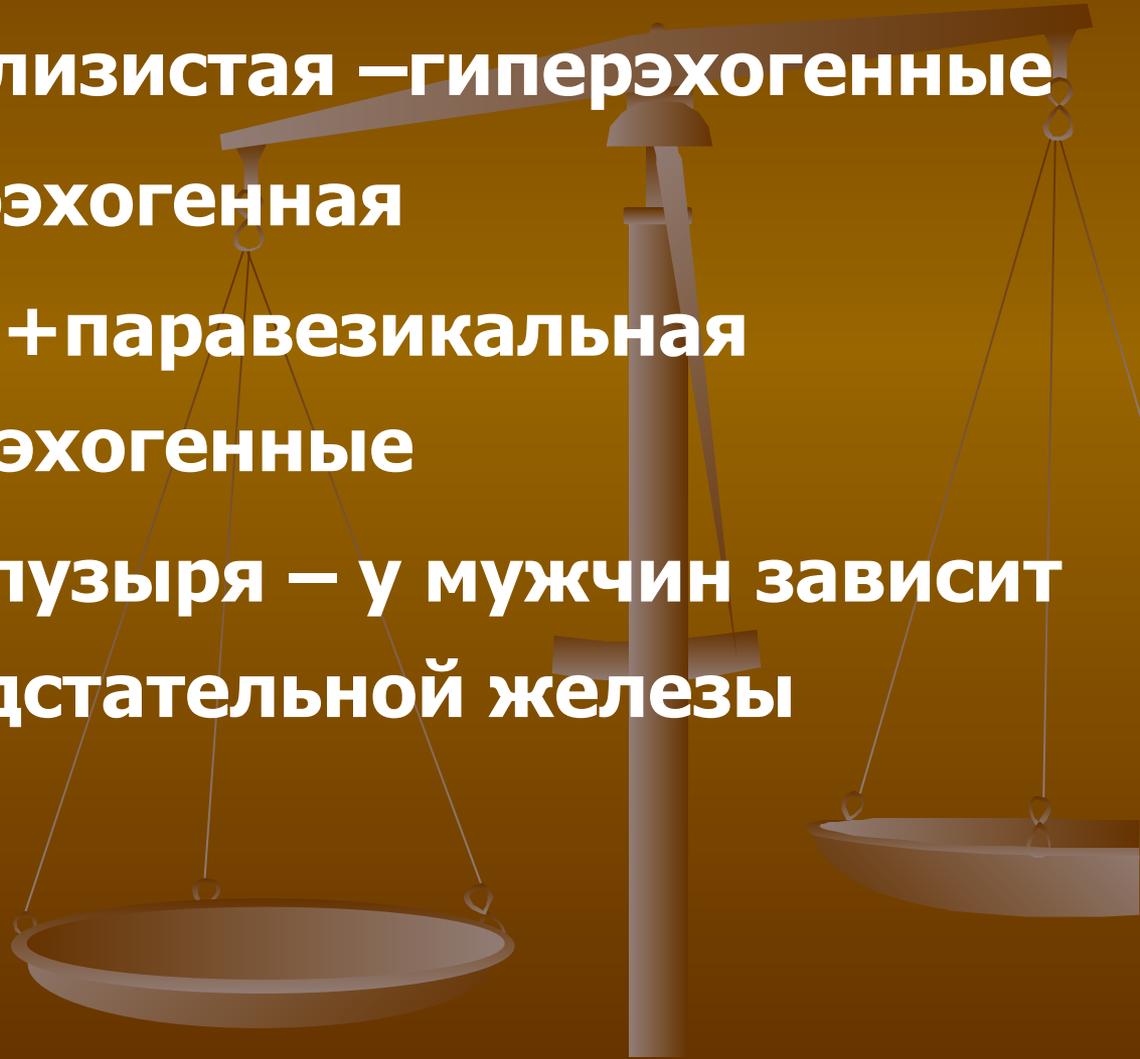
■ Эхографическая картина неизмененного мочевого пузыря. Контуры стенок ровные, четкие. Толщина стенки мочевого пузыря не превышает 2 мм, содержимое эхонегативное. Передняя стенка пузыря визуализируется недостаточно отчетливо за счет наложения артефактов ближней зоны механического секторного датчика. За мочевым пузырем - акустическое усиление. Поперечное сечение пузыря по срединной линии.

Функциональные пробы

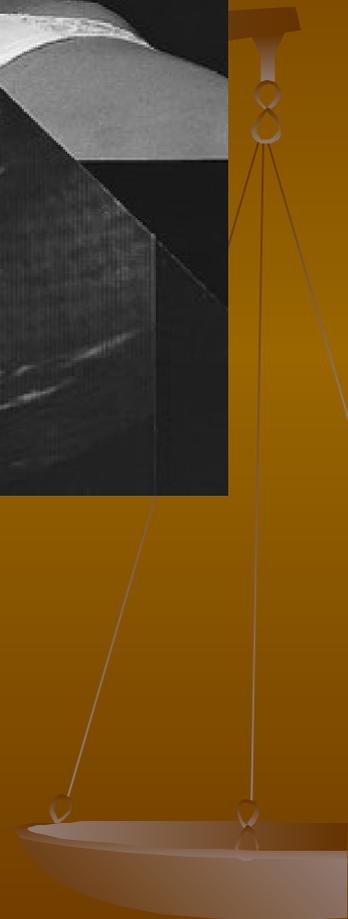
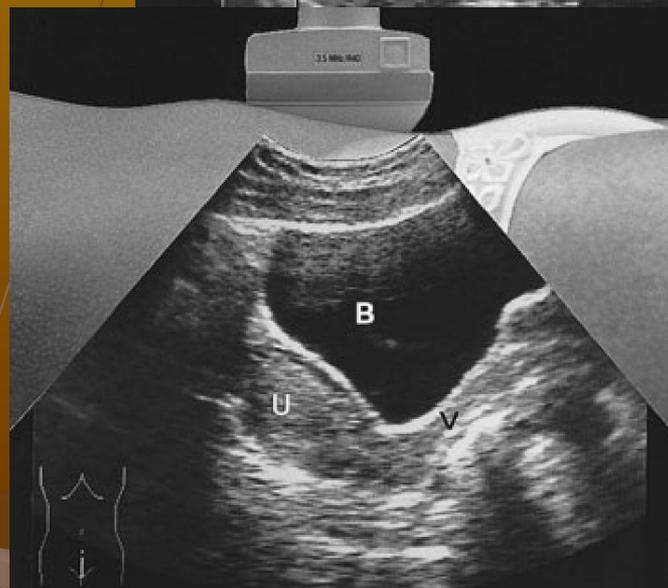
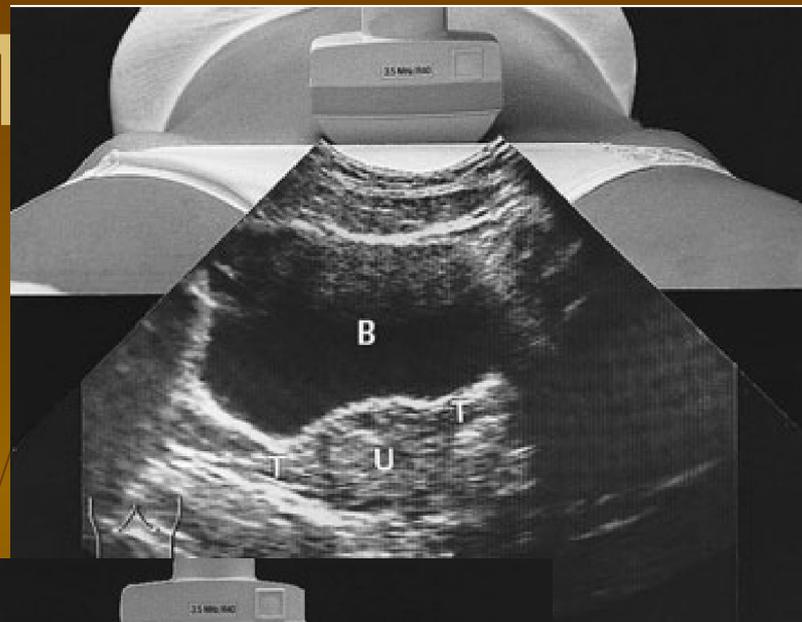
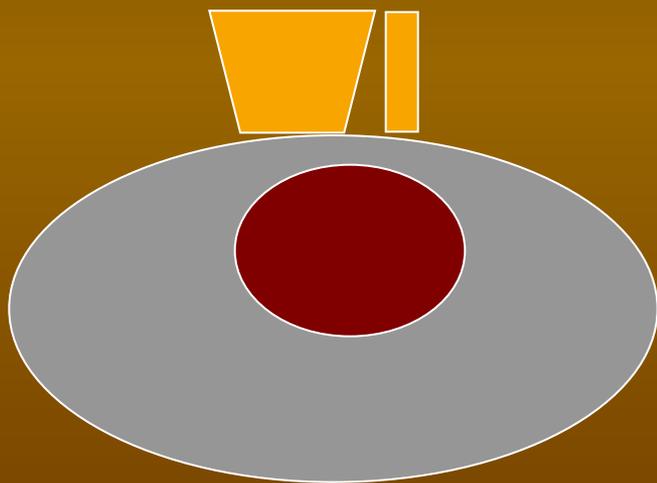
- **Эластичность – при различных степенях наполнения (опорожнения)**
 - **Остаточная моча – полное опорожнение и измерение сразу же! (не более 20 мл)**
 - **$V=0,52*A*B*C$ (а – поперечный размер (поперечное сечение); b, c - сагиттальный и верхне-нижний размеры (сагиттальное сечение))**
- 

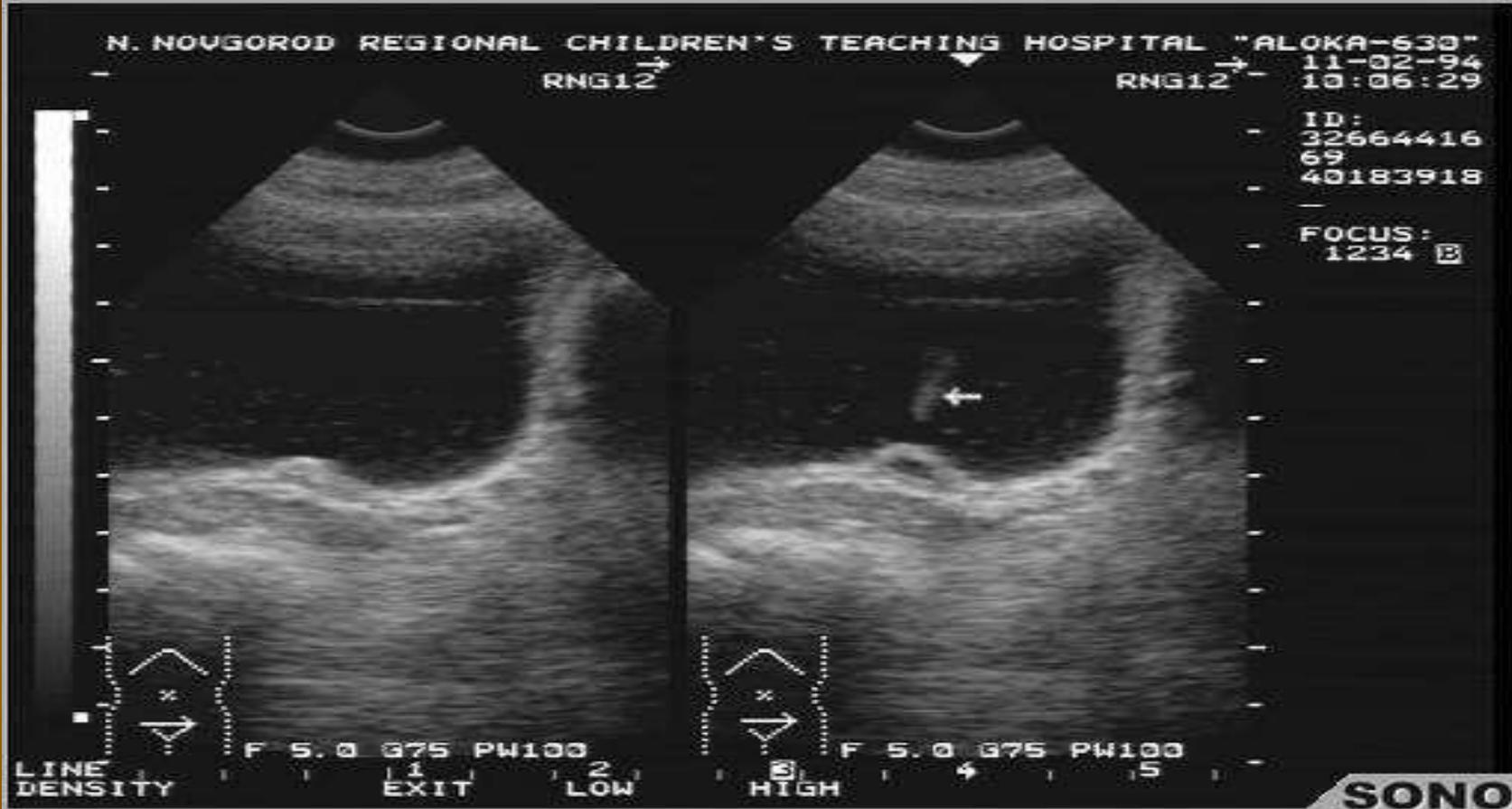
Стенка мочевого пузыря

- Строение: - лучше при ТрУЗИ(ТвУЗИ)
- наиболее четко при ТуУЗИ
- Слизистая и подслизистая – гиперэхогенные
- Мышечная – гипоэхогенная
- Адвентициальная+паравезикальная клетчатка – гиперэхогенные
- Шейка мочевого пузыря – у мужчин зависит от изменения предстательной железы

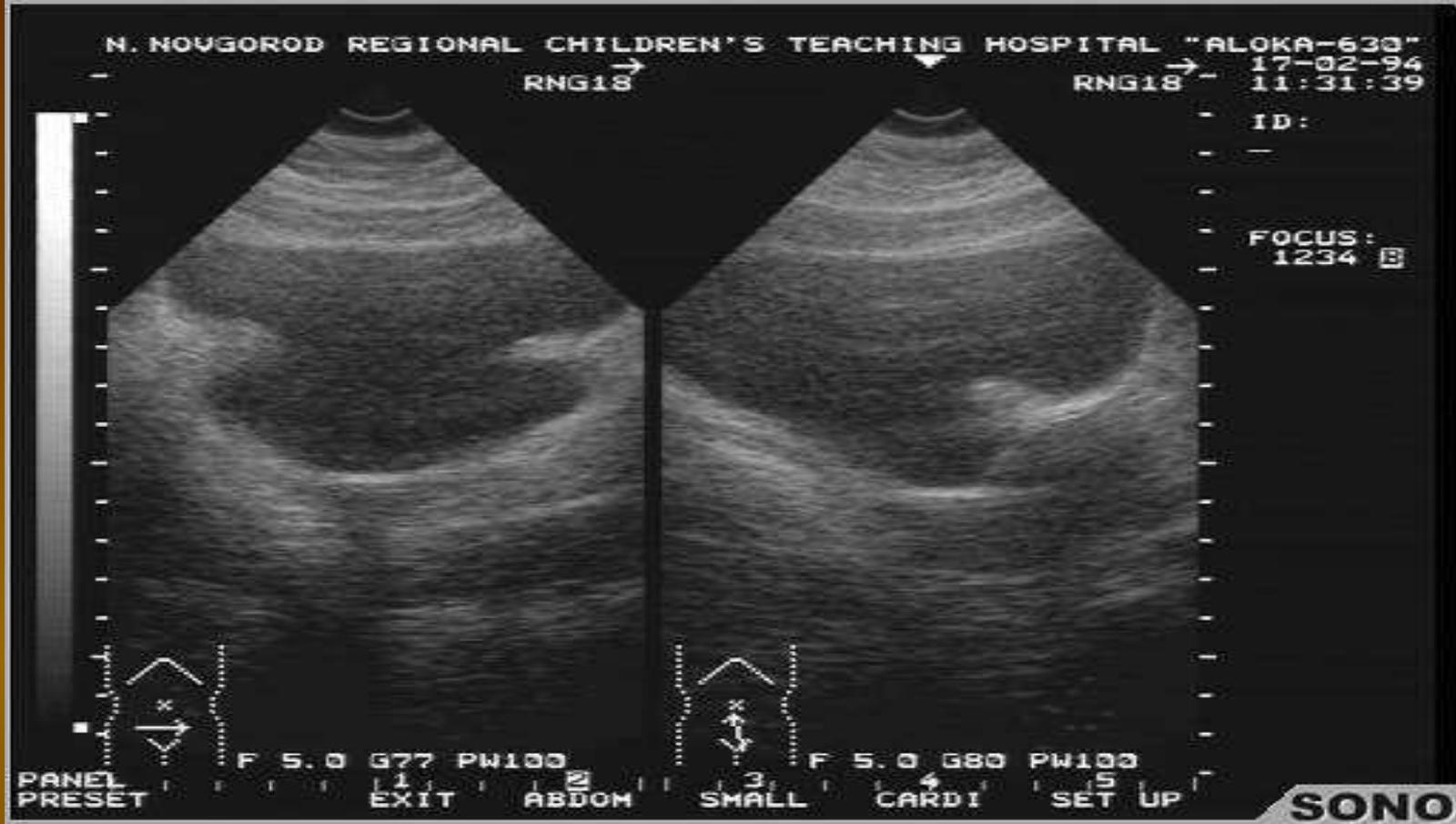


МОЧЕВОЙ





Эхографическая картина неизмененного мочевого пузыря. Контуры стенок ровные, четкие. Толщина стенки 2 мм, содержимое эхонегативное. Передняя стенка пузыря визуализируется неотчетливо за счет артефакта ближней зоны механического секторного датчика. На левой половине снимка в проекции задней стенки визуализируется небольшое выпячивание стенки в области устья левого мочеточника. На правой половине снимка визуализируется та же область в фазу выброса мочи. Отчетливо видно сечение приоткрытой складки и эхогенную полоску в полости пузыря от мочеточникового выброса (указана стрелкой). Поперечное сечение пузыря по срединной линии.



Эхографическая картина одного из вариантов формы мочевого пузыря. В средней части тела пузыря, параллельно плоскости задней стенки, визуализируется подковообразное выпячивание, проходящее вдоль боковых и верхней стенок. При поперечном сканировании (левая половина снимка) оно имитирует дивертикул больших размеров, при продольном - (правая половина снимка) визуализируется только складка на границе задней и верхней стенок. При проведении исследования при различной степени наполнения мочевого пузыря эхографическая картина сохраняется.