

# Автоматизации анализа мочи

Сравнение автоматического и  
традиционного подсчета  
форменных элементов

Волкова Ирина Александровна  
К.м.н., РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва

# Традиционное исследование мочи

- **Общий анализ мочи (ОАМ)**
  - Физические свойства
  - Химическое исследование
  - Микроскопия осадка мочи
  
- **Определение количества форменных элементов** (эритроциты лейкоциты, цилиндры)

*До автоматизации все виды исследования проводились пробирочными методами с микроскопией форменных элементов*

# Автоматизация анализа физических/химических свойств мочи

## Тест-полоски + отражательный фотометр (метод сухой химии)

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| 1. плотность | 6. кровь/гемоглобин |
| 2. pH        | 7. глюкоза          |
| 3. белок     | 8. кетоновые тела   |
| 4. лейкоциты | 9. билирубин        |
| 5. нитриты   | 10. уробилиноген    |

*В некоторых тест-полосках есть  
дополнительные тестовые зоны*

*В инструкции к тест-полоскам указаны причины  
ложноположительных и ложноотрицательных результатов  
Перед работой с полосками мочу надо перемешать*

# Аналитическая чувствительность тест-полосок

Полоски оценивают показатели **полуколичественно**, что допускает существенный разброс результатов в пределах каждой тестовой зоны полоски

**Аналитическая чувствительность**, т.е. минимальный уровень определяемого аналита, каждой тестовой зоны полоски соответствует первому положительному (позитивному) результату и отличается у полосок разных производителей

Аналитическая чувствительность полосок выше физиологической концентрации определяемого вещества, поэтому белок, глюкоза, кетоны и др., которые присутствуют в моче здорового человека в низкой концентрации, полосками не определяются

## Цветная шкала сравнения

Гемоглобин	Neg	≈10	≈50	≈250			
Эритроциты (эритр./мкл)	≈5-10	≈50	≈250				
Кетоны (ммоль/л; мг/дл)	Neg	1,5/16	5,5/2	15/156			
Билирубин	Neg	+	++	+++			
Уробилиноген (мкмоль/л; мг/дл)	Normal	17/1	51/3	102/6	203/12		
Глюкоза (ммоль/л)	Neg.	2,8	5,5	17	55		
Белок (г/л; мг/дл)	Neg.	0,3/30	1,0/100	5,0/500			
PH	5	6	7	8	9		
Нитриты	Neg.	Pos.					
Аскорбиновая кислота (ммоль/л; мг/дл)	Neg.	0,6/10	1,1/20	2,3/40	3,4/60		
Удельный вес	1,000	1,005	1,010	1,015	1,020	1,025	1,030
Лейкоциты (Лей./мкл)	Neg.	≈10-25	≈75	≈500			

При оценке результатов цвет полоски сравнивается с цветовой шкалой

При наличии промежуточного цвета результат выдается в виде того значения, к которому цвет наиболее близок

Если показатель определяется, но его уровень ниже установленного нижнего предела, то результат может выдаваться в виде «следов» (space)

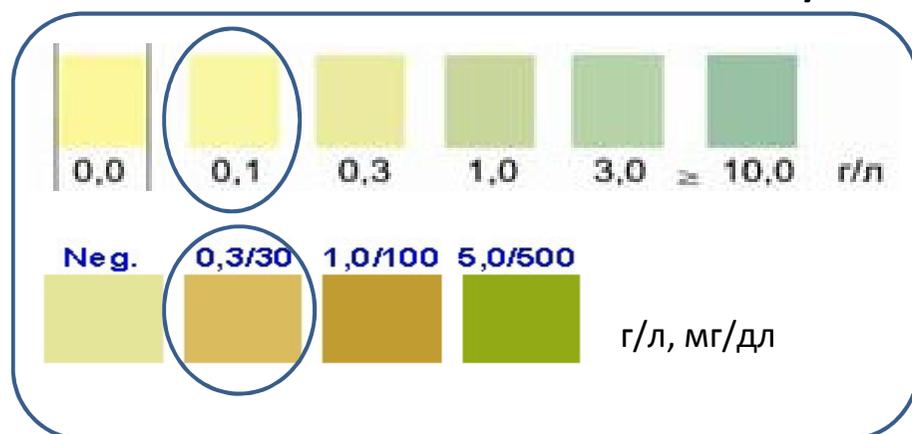
# Тесты, вызывающие затруднения

## Белок

Определяется преимущественно **альбумин**

Низкая аналитическая чувствительность

к миеломному белку и глобулину



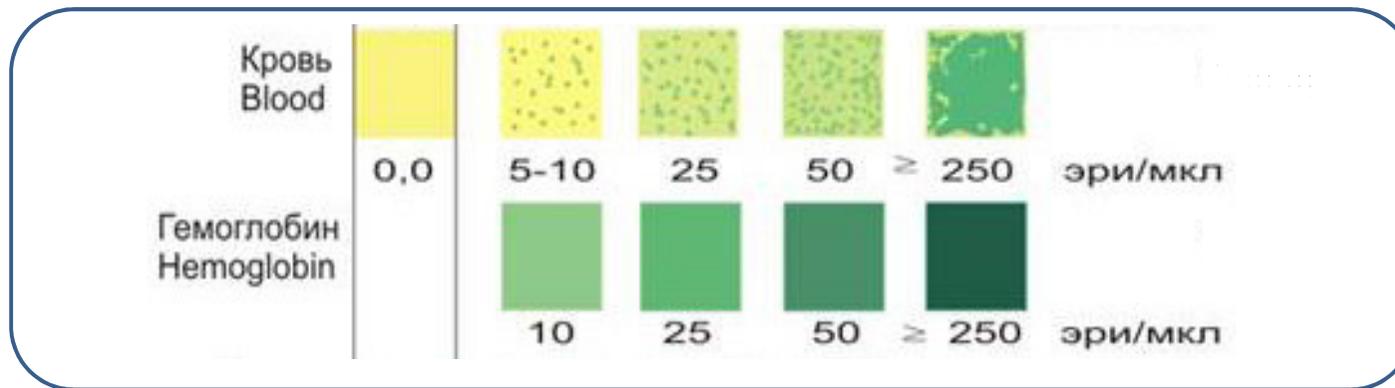
Чувствительность к белку  
отличается в полосках разных  
производителей  
При высокой чувствительности  
ошибка меньше

## Рекомендации

*В связи с низкой чувствительностью полосок к глобулину и миеломному белку рекомендуется определять белок дополнительно другими методами*

# Кровь (реакция на гем)

Полоски выявляют **гемоглобин, миоглобин и эритроциты**  
 Чувствительность 5-20 эр./мкл

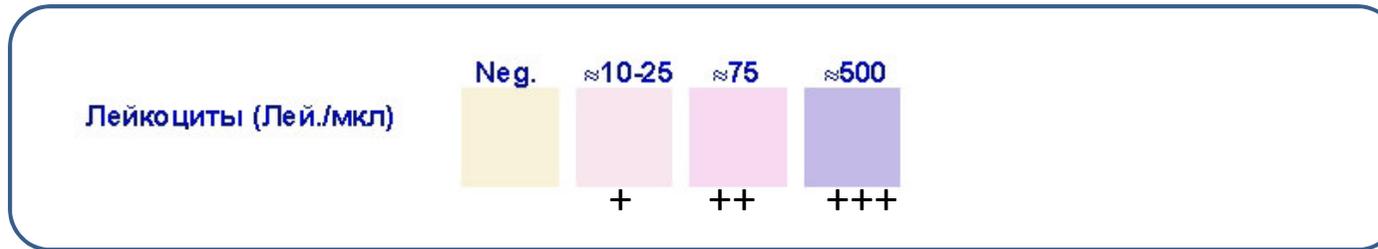


Параметр	Тест-полоски	Микроскопия
Неизмененные эритроциты (содержат Hb)	+	+
Измененные эритроциты (без Hb) - кислая моча, длительное хранение, повреждение клубочков почек)	-	+
Гемоглобин	+	-
Миоглобин	+	-

*Полоски выявляют только неизмененные эритроциты*

# Лейкоциты (эстеразная активность)

Эстеразная активность **нейтрофилов** и гистиоцитов  
Чувствительность 15-25 лей/мкл



Тест-полосками обнаруживаются:  
**целые и разрушенные нейтрофилы**

Особенно актуальна оценка разрушенных лейкоцитов в щелочной моче, где форменные элементы (эритроциты, лейкоциты, цилиндры) разрушаются и не могут быть выявлены микроскопией

*Лимфоциты, моноциты и  
другие клетки (не гранулоциты)  
полосками не определяются!*

## Соответствие количества лейкоцитов, определенных тест-полосками, и при микроскопии

Лейкоциты полоски	Микро- скопия	Интерпретация
<b>Отр. (-)</b>	<b>N</b>	Патологии не выявлено
<b>Отр. (-)</b>	<b>&gt; N</b>	Лейкоцитурия, но лейкоциты не гранулоциты (лимфоциты, моноциты) Идентификация лейкоцитов: суправитальная окраска, уролейкограмма
		Ложное занижение*
<b>Полож. (+)</b>	<b>N</b>	Лейкоцитурия, в пробе разрушенные лейкоциты
		Ложное завышение*
<b>Полож. (+)</b>	<b>&gt;N</b>	<b>Нейтрофильная лейкоцитурия</b> Оценивать совместно с тестом на нитриты

N – референтные пределы, + - положительный результат

\*Ложные результаты связаны с влиянием на эстеразную активность посторонних веществ (указано в инструкции)

***Результаты тест-полосок по крови и лейкоцитам следует включать в бланк анализа совместно с результатами микроскопии, что необходимо для адекватной интерпретации результатов***

**Дополнительная идентификация клеток проводится при несовпадении результатов тест-полосок и при микроскопии (лимфоциты, моноциты и др.) и включает:**

- микроскопию суправитально окрашенных препаратов
- оценку окрашенных мазков из осадка мочи (уролейкограмма)

**Различные популяции лейкоцитов при микроскопии нативной мочи не идентифицируются!**

## Традиционная оценка форменных элементов мочи ориентировочным и количественным методом

Показатель	Ориентировочный метод (осадок)	Подсчет по Нечипоренко
Объем мочи	10 мл	10 мл
Объем осадка	Не измеряется	1 мл
Степень концентрирования	Не известна	10
Толщина препарата	Не известна	0,1 мм
Объем анализируемой мочи	Зависит от объектива, окуляра и толщины препарата	Определяется сеткой камеры

*В количественном методе стандартизованы степень концентрирования, толщина препарата и объем мочи при микроскопии*

*При микроскопии осадка в ОАМ эти параметры не стандартизованы и поэтому не известны*

# Микроскопия осадка в ОАМ

Количество форменных элементов в поле зрения микроскопа зависит от

- **степени концентрирования мочи**

- **просматриваемого объема мочи**

в поле зрения микроскопа, который зависит от

- **Толщины препарата**

- **Поля зрения микроскопа (определяется *линейным полем* окуляра)**

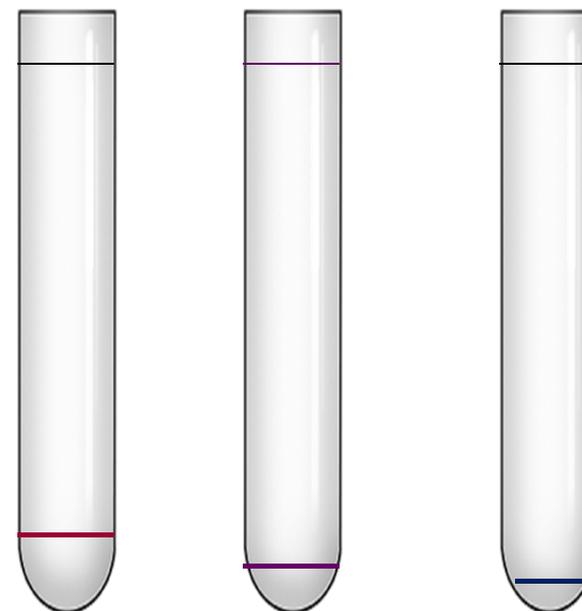
## Зависимость количества клеток в поле зрения микроскопа от степени (фактора) концентрирования мочи

Параметры	1	2	3
Исходный объем мочи мл	10	10	10
Объем мочи для осадка мл	1	0,5	0,25
Фактор (степень) концентрирования (ФК)	10	20	40
Количество условных клеток в поле зрения	3	6	12

*При разной степени концентрирования мочи количество форменных элементов будет меняться даже при микроскопии в одних и тех же условиях*

*Результаты разных операторов и в разных лабораториях могут отличаться в разы*

Исходный объем мочи 10 мл



1

0,5

0,25

Объем осадка мл

# Толщина препарата для микроскопии

*При микроскопии осадка мочи на предметном стекле толщина препарата не стандартизирована и зависит*

- от объема капли мочи, взятой для микроскопии*
- вязкости мочи*
- площади покровного стекла*

Толщина препарата **стандартизована и равна 0,1 мм** в:

Камере Горяева



Слайд-планшетах



## Зависимость объема мочи в поле зрения микроскопа от линейного поля окуляра при толщине препарата 0,1мм

Величина линейного поля (мм) может быть указана на окуляре

Например, маркировка окуляра 10/22: 10 – увеличение, 22 – линейное поле

Тип окуляра	Линейное поле мм	Объем нативной мочи в п/зр.	Объем мочи в п/зр. ФК 10	Объем мочи в п/зр. ФК 20
Стандартный	18	0,017мкл	<b>0,17 мкл</b>	0,34
Широкопольный	22	0,027мкл	0,27 мкл	0,54

Примечание: п/зр. – поле зрения микроскопа, ФК – фактор концентрирования мочи  
Стандартные условия микроскопии в большом п/зр.: окуляр x10, объектив x40

*Объем нативной мочи в поле зрения микроскопа увеличивается при:*

- Повышении степени концентрирования мочи*
- Увеличении линейного поля окуляра*

# Автоматические анализаторы мочи – мочевые станции

*Современные методы лабораторной диагностики  
позволяют полностью автоматизировать  
рутинные анализы*

***Мочевые станции** полностью автоматизируют  
исследование мочи, эффективны и просты в работе*

Мочевые станции включают:

- 1. Анализатор диагностических полосок** для химического исследования мочи (все анализаторы)
- 2. Анализатор форменных элементов** мочи (все приборы, отличаются по принципу идентификации элементов)
- 3. Канал для оценки бактериурии** (некоторые приборы)

**Анализатор позволяет идентифицировать:**

эритроциты, лейкоциты, цилиндры, эпителий, бактерии, дрожжеподобные грибы, кристаллы, слизь, сперматозоиды

# Преимущества автоматических мочевых станций

- **Использование нативной мочи** (без обработки)
- **Снижение количества ошибок** (стандартизация анализа)
- **Освобождение сотрудников** от необходимости работы с пробами мочи
- **Использование небольшого объема мочи**, что удобно при отдаленной транспортировке проб и для детей
- **Сокращение времени анализа**
- **Снижение количества проб для микроскопии осадка**

**Дополнительная идентификация клеток проводится:**

**-при наличии не дифференцированных элементов  
(клетки эпителия, атипичные и др.)**

**-при несовпадении результатов тест-полосок и подсчета форменных элементов анализатором - лимфоциты, моноциты (микроскопия нативных, суправитально окрашенных препаратов, уролейкограмма)**

# Соответствие объемов мочи в анализаторе и при микроскопии

*Появление мочевых станций с автоматическим подсчетом форменных элементов ставит вопрос о соответствии результатов подсчета форменных элементов мочи*

*традиционными и автоматическими методами*

Варианты подсчета	Объем мочи
<b>Анализатор</b> В 1 мкл	<b>1 мкл</b> нативной мочи (универсальный количественный метод)
В поле высокого увеличения	<b>Стандартный (0,18 мкл</b> нативной мочи)
В поле низкого увеличения	<b>Стандартный</b> для прибора (в UF соответствует 2,9 мкл)
<b>Микроскоп</b> Микроскопия в п/зр.	Зависит от просматриваемого объема мочи в поле зрения микроскопа

Соответствие количества элементов в поле  
высокого увеличения анализатора  
и при микроскопии осадка мочи при большом  
увеличении (объектив x40) установлено при:

- концентрировании мочи в 10 раз
- толщине препарата 0,1 мм
- окуляре 10/18, где 18 – линейное поле

*Количество форменных элементов в поле зрения  
микроскопа растет и не соответствует  
результатам анализатора при:*

- большем линейном поле окуляра*
- увеличении степени концентрирования мочи*
- увеличении толщины препарата*

# ВЫВОДЫ

**Подсчет форменных элементов в автоматическом анализаторе мочи является количественным методом и не нуждается в дополнительных количественных исследованиях**

**Универсальным количественным методом является подсчет форменных элементов в 1 мкл нативной мочи**

**Соответствие результатов анализатора и микроскопии осадка мочи прослеживается только при стандартизации всех этапов подготовки мочи и условий микроскопии**