

كيمياء البول

د. سماح رحال



13/4/2020

RB Medicine

Clinical Chemistry 111 الكيمياء السريرية

بسم الله الرحمن الرحيم

نقدم لكم المحاضرة الثالثة في مادة الكيمياء الحيوية والسريرية القسم

العملي راجينه تعالى ان نوفق في ايرادها بالشكل الأمثل وأن تحقق الفائدة

المرجوة منها

دكاترة العملي: د. سماح الرحال د. هبة حبال

باشراف الدكتور: د. محمد صفا زودة

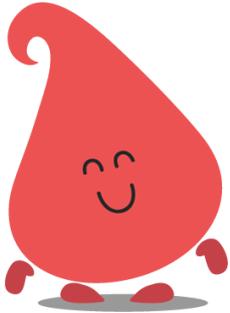
الفهرس

الصفحة	الفقرة
2	مقدمة عن البول
3	الفحص الفيزيائي للبول
4	الفحص الكيميائي للبول



كيمياء البول

البول



✎ أحد الفضلات السائلة للجسم، تنتج الكليتان.

✎ بول الشخص السليم أصفر اللون حمضي الوسط.

✎ أثقل من الماء قليلاً، كثافته النوعية الطبيعية تتراوح بين 1.005 إلى 1.030.

✎ تضم مكونات الطبيعة:

✓ مركبات لاعضوية (شوارد) أهمها Mg^{+2} & K^{+} & Ca^{+2} & $C_2O_4^{-2}$ & PO_4^{-3} & SO_4^{-2} & NH_4^{+} & Cl^{-}

✓ مركبات عضوية أهمها: البولة، الكرياتينين، حموض البول والأصبغة الصفراوية.

ملاحظات:

- يحتوي بول الإنسان في الحالة الطبيعية على كميات ضئيلة جداً من البروتينات.
- وتقدر بشكل وسطي من ٣٠ إلى ٧٠ ملغ في بول يوم كامل وذلك في شروط تغذية يومية طبيعية، وهذه الكمية الضئيلة من البروتين تعطي مع كواشف البروتينات نتيجة

سلبية.

- أما في الحالات المرضية (التبول البروتيني)، فإن طرق الكشف عن البروتينات البولية مع كواشفها تعطي نتيجة إيجابية وهذه الكمية المرتفعة من البروتين في البول ناتج عن بروتينات البلازما وذلك بسبب إذية كلوية (نفوذية كيبية مرتفعة).

البيلة البروتينية

- ⊖ يمكن أن تنشأ نتيجة لفقر دم شديد من عوز الأوكسجين الكلوي.
- ⊖ ويمكن أن تنشأ بيلة بروتينية عابرة كالتى تحدث في الحمى والتمارين العنيفة والحوادث الوعائية المخية والحمل نتيجة الضغط الآلي على الأوردة الكلوية، بحيث تسبب احتقاناً وعائياً كلوياً.
- ⊖ وفي جميع هذه الحالات **ل** تصل بيلة البروتين إلى ٢ غ بروتين خلال ٢٤ ساعة.
- ⊖ أما (الأسباب الكلوية) فتنشأ البيلة البروتينية بسبب التسرب عبر الكبيبات الكلوية المتضررة، وتسبب هذه البيلة هبوط في امتصاص البروتين وقد يصل تركيز البروتين في البول إلى ٥ غ في ٢٤ ساعة.

الفحص البسيط للبول يشمل

A. الفحص الفيزيائي



A. اللون: اللون الطبيعي للبول (الأصفر الفاتح) يتغير إلى:

- ❖ الغامق في حال زيادة كمية الأصبغة الصفراوية.
- ❖ عديم اللون بسبب زيادة حجم البول مما يؤدي إلى تخفيف صبغات البول.
- ❖ أحمر بسبب وجود الدم في البول.

B. الحجم: يتراوح حجم البول السوي لإنسان بالغ خلال ٢٤ ساعة ما بين 750 إلى 2000 مل.

⚡ إذا قل حجم البول إلى ٤٠٠ مل في اليوم فهو مؤشر إلى انحباس بولي.

⚡ في حين أنه يزداد في بعض الأمراض (الكلية - السكر...) ولدى تناول العقاقير المدرة للبول.

C. pH:

👉 يكون البول عادة له صفة حمضية لإنسان بالغ يتناول غذاء متنوعاً، وتتراوح تغيرات ال PH بين ال (٦،٤-٨).

👉 يتغير ال PH بشكل كبير في حال: الخمج الجرثومي للمسلك البولي أو بتناول الأدوية المنشطة.

👉 الفواكه والخضار تؤدي لبول قلوي بينما اللحوم والبروتينات تؤدي لبول حامضي.

D. المظهر:

- المظهر الطبيعي للبول رائق.
- عند وجود عكر في عينة البول فذلك يعود إلى ترك البول لفترة طويلة فيتحول بفعل البكتيريا إلى عكر أو ترسب أملاح اليورات والفوسفات أو إلى وجود بعض الخلايا في البول (الصدید - الدم).

• الصدید (القيح): مادة سميكة تميل للون الأبيض أو الأصفر وتتكون من خلايا ميتة وكريات دم بيضاء.

• سبب ظهور الصدید في البول الأمراض الجنسية، التي تنتقل عن طريق الممارسة الجنسية.

• أسباب الإصابة بصدید البول التعرض لعدوى بكتيرية أو فيروسية وكذلك التهابات التي تنتج عن طريق الفطريات، ووجود حصى في الكلى يمكن أن يؤدي إلى نزول صدید مع البول.

• ومن الأسباب أيضاً: وجود خلل في غدة البروستات، التسمم الكيميائي وكذلك الإصابة بالسرطان في أحد أجزاء الجهاز البولي أو التناسلي.

E. الرائحة:

- يمكن للبول المخموج بعضويات موجبة الغرام رائحة مميزة (رائحة الأمونيا)، وبول مرضى السكري تنبعث منه رائحة أسيتون.
 - وإذا ظهرت رائحة كريهة للبول (بعد مرور فترة زمنية) فهذا يشير إلى تفكك جرثومي ويكون عندها غير صالح لاجراء التحاليل الكيميائية.
- F. الكثافة النوعية:

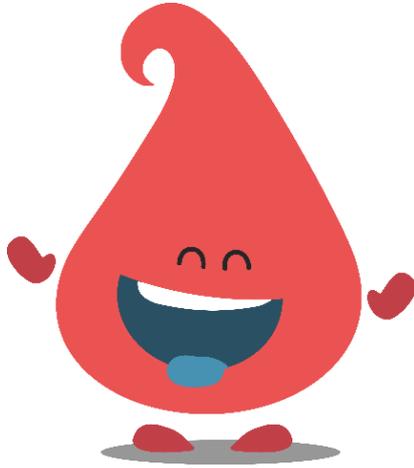
الكثافة الطبيعية للبول تتراوح بين 1.003 إلى 1.030 وهي تعطي مؤشر على مدى قدرة الكلى على تركيز (المواد الصلبة) في البول.

تزداد الكثافة النوعية للبول في:

- أ- تناذر النفرون (بسبب وجود البروتين في البول)
- ب- الداء السكري (بسبب وجود السكر في البول).
- ت- البييلة الخضابية (بسبب وجود الخضاب في البول).
- ث- جميع حالات التجفاف (ارتفاع الحرارة- الصيام- اقياءات...).
- ج- الشدة النفسية stress.

تنقص الكثافة النوعية للبول في:

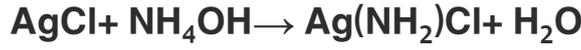
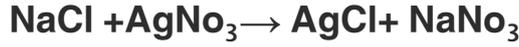
- أ- تناول السوائل بكثرة.
- ب- البييلة التفهة.
- ت- القصور الكلوي المزمن.



B. الفحص الكيميائي

(الكشف عن الكلوريدات في البول)

- ❖ يطرح الإنسان حوالي 5 إلى 11 غ من كلوريد الصوديوم في اليوم (نسبته الطبيعية ١,١٧ غ/ل).
- ❖ تنقص كمية إطراح شوارد الكلور عند التهاب الكليتين وحدوث الأمراض الانتانية التي تؤدي إلى احتباس البول.
- ❖ يمكن الكشف عن الكلوريدات في البول بإضافة نترات الفضة والراسب الناتج لا ينحل في حمض الأزوت وينحل تماما في محلول ماء(ات) (الأمونيوم).



طريقة العمل:

- ❖ نأخذ ١ مل من البول ونضيف إليه نقطتين من نترات الفضة ٠,٠١٪ فيتشكل راسب أبيض من كلوريد الفضة.
- ❖ نضيف إليه ١ مل من ماءات الأمونيوم فينحل الراسب.

(الكشف عن الفوسفات)



- يقوم انزيم الفوسفاتاز بنزع كمية من الفوسفات تتراوح ٢-٦ يومياً، وذلك من خلال عمليات الاستقلاب داخل الجسم.
- ومصدر الفوسفات داخل الجسم يأتي من ATP أحد مدخرات الطاقة الرئيسية في الجسم، كما أنه يدخل في تركيب العظام والأسنان والنسج العظمية.
- يتم الكشف عن الفوسفات بإضافة **مولبيدات (الأمونيوم)** في وسط حمضي، فيتشكل راسب **أصفر** لا يذوب في حمض الآزوت وينحل في محلول ماءات الأمونيوم حسب التفاعل الآتي:



فوسفوموليبيدات الأمونيوم

طريقة العمل:

- نأخذ ١ مل من الكاشف الموليبيديني ونسخنه حتى الغليان، ثم نضيف إليه عدة قطرات من البول فيتشكل راسب أصفر هو عبارة عن فوسفوموليبيدات الأمونيوم الذي ينحل في هيدروكسيد الأمونيوم.

يمكن الكشف عن الفوسفات بواسطة كلور المغنزيوم في وسط قلوي ليتشكل راسب أبيض على شكل بلورات تتجمع فيما بعد في قعر الأنبوب.

ملاحظة

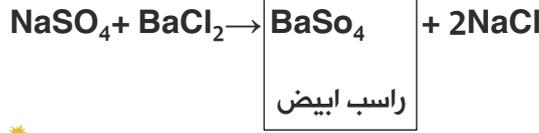
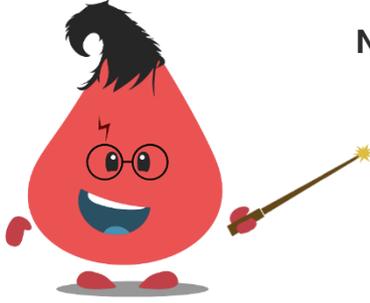
طريقة العمل:

- نأخذ ١ مل بول ثم نضيف ٠,٥ مل من ماءات الأمونيوم ثم ٠,٥ مل من كلور المغنزيوم.
- فيتشكل راسب أبيض على شكل بلورات من فوسفات المغنزيوم تتجمع فيما بعد في قعر الأنبوب.

(الكشف عن الكبريتات)

- إن شوارد الكبريتات في البول ناتجة عن تفكك المركبات البروتينية النسيجية.

■ وإن نسبة الكبريتات المطروحة في البول تتراوح ما بين 1.8-3.6 وتزداد هذه النسبة عند تناول اللحوم ويتم الكشف عن الكبريتات بواسطة الكاشف **كلوريد الباريوم** في وسط **حمضي** فيتشكل كبريتات الباريوم التي لا تذوب في الحموض والأسس حسب المعادلة التالية:



طريقة العمل:

- نأخذ 2 مل من البول ونضيف إليه 0.5 من حمض كلور الماء 10٪.
- 0.5 مل من محلول كلوريد الباريوم 10٪ فيتشكل راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا ينحل بالحموض ولا ينحل بالأسس.

(الكشف عن اليوريا (البولة):

- ✓ $\text{NH}_2\text{-Co-NH}_2$ نسبتها الطبيعية ٣,٩ غ/ل.
- ✓ تنتج البولة من استقلاب الحموض الأمينية داخل الجسم وتتعلق كميتها المطروحة في اليوم بكمية البروتينات الغذائية ففي الحالة الطبيعية تتراوح وسطياً ٢٠-٣٠ في اليوم الواحد.
- ✓ -يتم الكشف عن البولة بتفاعلها مع هيبوبروميدي الصوديوم في وسط قلوي حسب التفاعل الآتي:



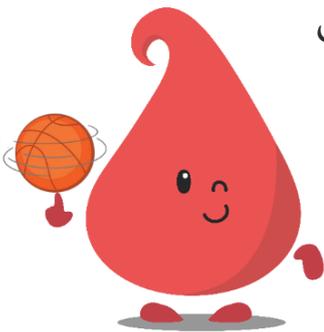
طريقة العمل:

يوجد طريقتين:

(الأولى:

نأخذ ٥ مل من البول في أنبوب اختبار ونضيف إليها ٢ مل من محلول هيبوبروميدي الصوديوم فنلاحظ انطلاق غاز الأزوت على شكل فقاعات على جدار الأنبوب.

(الثانية:



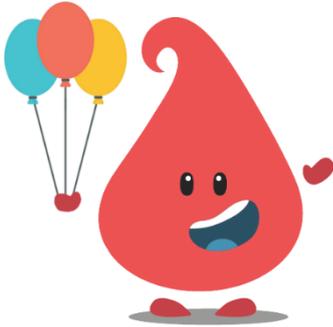
- ✓ يمكن الكشف عن اليوريا باستخدام اختبار النهدرين (مشروح مسبقاً في بحث الحموض الأمينية والبروتينات) وهو اختبار حساس ودقيق للكشف عن وجود الزمرة الأمينية.
- ✓ نأخذ ٣ مل من البول ونضيف نقطتين من محلول النهدرين ونسخن لمدة دقيقة واحدة، فيظهر معقد بنفسي اللون دليل على وجود البولة.

الكشف عن البروتينات في البول:

- ☒ تظهر البروتينات في البول على شكل البومين وغلوبيولين وتكون نسبة الألبومين أكثر بكثير من الغلوبيولين.
- ☒ تظهر البروتينات في البول نتيجة تخرب كبيبات الكلية في التصفية (فشل كلوي) فتمر عبرها الجزيئات الكبرى مثل الألبومين.
- ☒ يتم الكشف عن البروتينات باستخدام sulpho-5 حمض السالسيليك (لتحديد الألبومين في البول) ليظهر راسب أبيض.

طريقة العمل:**(الأولى):**

نضع ٥ مل من البول في أنبوب اختبار نضيف إليها ١ مل من حمض سلفوساليسليك ٥٪ فيظهر راسب أبيض يدل على وجود البروتين.

(الثانية):

- ☒ يمكننا استخدام اختبار بايوريت (عام إيجابي لوجود البروتين) وذلك للكشف عن وجود البروتينات في عينة البول.
- ☒ نأخذ ٢ مل من البول ونضيف إليه ١ مل من ماءات الصوديوم، ثم ٥ قطرات من كبريتات النحاس فنلاحظ ظهور معقد ذو لون بنفسجي دليل على وجود بروتينات.

إن تسخين عينة البول الحاوية على بروتين يؤدي إلى تعكر مظهر البول بينما لا تتعكر العينة الخالية من البروتينات.

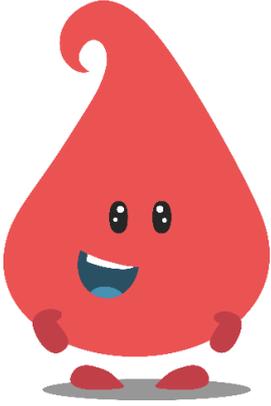
الكشف عن الأجسام الكيتونية:

- ◀ تنتج الأجسام الكيتونية داخل الجسم من أكسدة الحموض الدسمة والتي تتأكسد إلى H_2O & CO_2 في الشروط الطبيعية.
- ◀ أما في الحالات المرضية فإن الأجسام الكيتونية (الأسيتون - أسيتو حمض الخل - بيتا هيدروكسي بيوتريك أسيد) تتراكم في الدم وتخرج خارج الجسم عن طريق البول.
- ◀ تزداد نسبة الأجسام الكيتونية داخل الجسم في حالات مرض السكري غير المعالج وفي حالات الجوع الشديد (الصيام) والإجهاد وتناول قوت فقير بالكربوهيدرات وغني بالدهون - التجفاف الشديد - الحمى - فرط نشاط الدرق - أمراض خزن الغليكوجين.

طريقة العمل:

- ← نأخذ ٢ مل من البول ثم نضيف إليها ٢ مل من محلول كبريتات الأمونيوم و نتروروبوسيد الصوديوم ثم نضيف إليها ١ مل من الأمونيا الكحولية.
- ← نضع الأنبوب على الحامل و ننتظر مدة دقيقتين فنلاحظ ظهور حلقة بنفسجية اللون بين سطحي المحلولين تدل على وجود الأجسام الكيتونية.

(الكشف عن الأصبغة الصفراوية):



- ✦ وهي عبارة عن بيليروبين وبيليفيردين (تحول البيليروبين في البول غير متفاعل إلى بيليفيردين بالتعرض لضوء النهار أو ضوء الغلوسنت بشرط بقاء العينة في درجة حرارة الغرفة).
- ✦ تعتمد طريقة الكشف على البيليروبين على أكسدته فينتج ألوان حمراء - زرقاء - بنفسجية تدل على وجود البيليروبين (يدل وجود البيليروبين في البول على مرض اليرقان الكبدي أو انسدادى).

طريقة العمل:

- ✦ نأخذ ٢ مل من البول ثم نرش عليها الكبريت الحر على شكل بودرة، إن الكبريت يبقى معلقاً على سطح المحلول في الحالات الطبيعية.
- ✦ أما في الحالات المرضية (وجود الأملاح الصفراوية)، فإن الكبريت يترسب في قاع الأنبوب.

(الكشف عن الأملاح الصفراوية):



- ☉ وهي عبارة أملاح الصوديوم والبيوتاسيوم.
- ☉ تتشكل هذه الأملاح في الكبد وتفرز إلى المرارة ومن ثم تمتص بواسطة الأمعاء بعد ذلك، وتزداد الأملاح الصفراوية في البول عند مرضى اليرقان.

طريقة العمل:

- ✦ نأخذ ٢ مل من البول ثم نضيف عليها الكبريت الحر على شكل بودرة، إن الكبريت يترسب في قعر الأنبوب.

(الكشف عن السكر في البول):

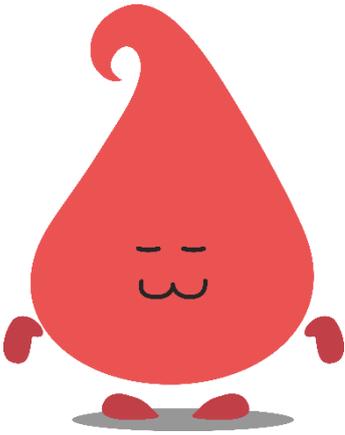
- ★ يتواجد السكر الغلوكوزي في الحالات الطبيعية في البول ولكن بنسبة ضئيلة جداً لا يمكن كشفها (٠-٠,٠٢٪). وتزداد هذه الكمية بشكل كبير في حالات التبول الغلوكوزي عند مرضى السكر والكحول ومرضى القلب والشرابيين.

★ يتم الكشف عن وجود السكر في البول باستخدام اختبار **فهلنغ** أو **بيندكت** ولكلا التفاعلين الآلية ذاتها (إرجاع شوارد النحاس إلى النحاسي).

طريقة العمل:

- ★ ضع ٢ مل من كاشف فهلنغ وأضف إليها ٢ مل من البول ثم سخن الأنبوب بدرجة الغليان لمدة ٣ دقائق.
- ★ فلاحظ ظهور راسب أخضر ← أصفر ← برتقالي ← أحمر من أوكسيد النحاسي مما يدل على وجود سكر الغلوكوز.

(الكشف عن الدم في البول):



- ☞ ينتج الدم عن تخرب الكبيبات الكلوية حيث يمكن مرور الدم عبر الكلية إلى البول وذلك في حالات الحصى الكلوية والرمل والتهاب المسالك البولية.
- ☞ ويمكن الكشف عن الدم في البول بإضافة البيينزيدين.
- ☞ ويتلخص التفاعل بأن فعالية البيروكسيد الموجود في الهيموغلوبين يفكك بيروكسيد الهيدروجين ويحرر الأوكسجين الذي يؤكسد البيينزيدين ويعطي لون أزرق للمحلول.

طريقة العمل:

- نأخذ ٢ مل من البيينزيدين في حمض الخل ثم نضيف إليها ٣ مل من البول ثم نضيف ١ مل من بيروكسيد الهيدروجين فلاحظ ظهور لون أزرق خلال عدة دقائق وذلك دليل وجود الدم في البول.

(الكشف عن حمض البول):

- ☞ ينتج حمض البول من عمليات تفكك الأسس البورينية الداخلة في تركيب البروتينات النووية.
- ☞ تبلغ كمية حمض البول المطروحة في اليوم الواحد ٠,٢-٠,٣ .
- ☞ يتم الكشف عن حمض البول بتفاعله مع كاشف فوسفو حمض التنغستيك معطياً لون أزرق.

طريقة العمل:

- ضع في أنبوب اختبار ٢ مل من البول وأضف إليه عدة نقاط من كاشف فوسفو حمض التنغستيك فيظهر لون أزرق دليل وجود حمض البول.



