

ข้อจำกัดในการตรวจปัสสาวะโดยใช้แถบทดสอบ

ประภาวดี เอกวงศ์*
วิโรจน์ ไชวานิชกิจ**

Ekawong P, Wiwanitkit V. Limitations of urine strip method. Chula Med J 2005 Aug; 49(8): 437 - 43

Urinalysis is a common laboratory test in laboratory medicine. Urine strip test is a bedside test widely used in present clinical practice. Here, the authors reviewed and summarized the aspects on false positive and false negative of urine strip test. The details on specific gravity, pH, leukocyte, nitrite, protein, glucose, ketone, urobilinogen, bilirubin and blood are presented.

Keywords : False, Urine strip test.

Reprint request: Ekawong P. Division of Laboratory Medicine, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. March 24, 2005.

วัตถุประสงค์:

เพื่อทบทวนและเน้นย้ำ เรื่องหลักการและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลการตรวจปัสสาวะ (Urinalysis) ที่ทำให้เกิดผลบวกปลอมหรือผลลบปลอม และหนทางในการแก้ไขปัญหา

* ฝ่ายเวชศาสตร์ชั้นสูงตร โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

** ภาควิชาเวชศาสตร์ชั้นสูงตร คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การตรวจปัสสาวะ (Urinalysis) เป็นการตรวจประจำที่มีประโยชน์มากในการวินิจฉัยโรคเบื้องต้น บอกความรุนแรงของโรค ใช้ในการตรวจกรอง (screening) ในผู้ที่ไม่มีอาการทางคลินิกหรือในการตรวจสุขภาพประจำปี ช่วยในการรักษาและช่วยในการติดตามการดำเนินของโรค โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินปัสสาวะตั้งแต่ ไต กรวยไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะจนถึงท่อปัสสาวะ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญสำหรับโรคอื่น ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคตับ เป็นต้น วิธีการตรวจประกอบด้วย การตรวจทางฟิสิกส์ (physical examination) การตรวจทางเคมี (chemical examination) และการตรวจทางกล้องจุลทรรศน์ (microscopic examination) ดังนั้นการแปลผลให้ถูกต้องจึงมีความจำเป็นและสำคัญยิ่ง

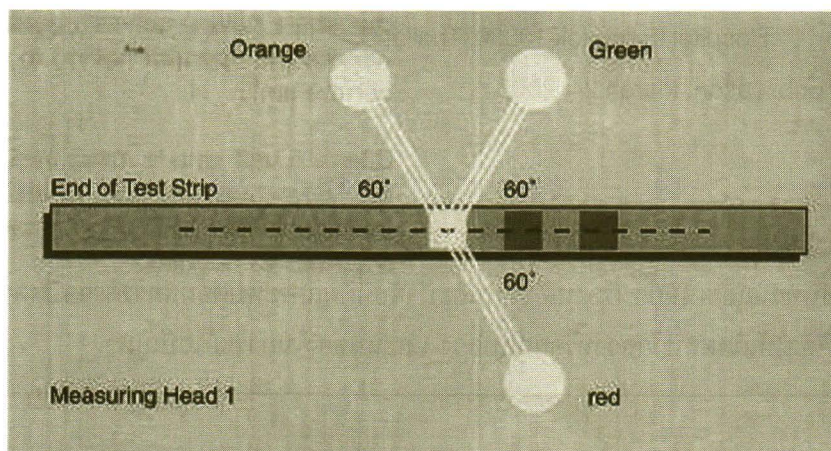
ทบทวนเอกสาร

ปัจจุบันการตรวจทางเคมี (chemical examination) ของปัสสาวะนิยมตรวจโดยใช้แถบทดสอบ (Urine strip) เพราะใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว มีความไว (sensitivity) และความจำเพาะ (specificity) สูง แต่การใช้แถบทดสอบ (Urine strip) ก็มีข้อควรระวัง ซึ่งผู้ใช้จะต้องศึกษาให้ละเอียดถึง หลักการและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลการตรวจที่ทำให้เกิดผลบวกลวงหรือผลลบลวงได้

ในกรณีที่ใช้เครื่องอ่านแถบทดสอบ แถบทดสอบส่วนใหญ่ทำด้วย cellulose ตรงตำแหน่ง Test area จะเคลือบด้วยสารเคมี ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารที่ผิดปกติที่ต้องการทดสอบ และเกิดสีของผลผลิตที่เป็นปฏิกิริยากับจำนวนของสารที่ต้องการทดสอบ โดยนำสีที่เกิดขึ้นมาเทียบกับมาตรฐานสี ซึ่งผลการทดสอบควรสอดคล้องกับการตรวจทางฟิสิกส์ (physical examination) และการตรวจทางกล้องจุลทรรศน์ (microscopic examination) แถบทดสอบปัสสาวะที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ มีทั้งชนิดแถบเดี่ยวหรือหลายแถบ สำหรับแถบทดสอบที่วัดได้ 10 แถบ ซึ่งประกอบด้วยความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ความเป็นกรดต่าง (pH) การตรวจเม็ดเลือดขาว การตรวจแบคทีเรีย การตรวจโปรตีนในปัสสาวะ การตรวจน้ำตาล การตรวจคีโตน การตรวจ Urobilinogen การตรวจ Bilirubin การตรวจเม็ดเลือดแดง โดยมีหลักการตรวจและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลการตรวจที่ทำให้เกิดผลบวกลวงหรือผลลบลวงแตกต่างกันไปตามการทดสอบแต่ละชนิดดังนี้

1. ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)

เป็นการวัด ionic concentration โดยใช้ bromthymol blue เป็น indicator ซึ่งสามารถ วัดได้ตั้งแต่ 1.000 - 1.030 ^{(1-4),(5-8)}



รูปที่ 1. แสดงลักษณะของแถบทดสอบ Test area และแสดงคลื่นแสงที่ปล่อยแสงในมุมที่พอดีกับผิวของ Test area

ผลหรือค่าปกติ 1.003 - 1.030

สาเหตุที่เป็นไปได้ของการแสดงผลผิดปกติ < 1.003

ผู้ป่วยเบาจืด (diabetic insipidus), ขาด ADH, glomerulonephritis, pyelonephritis, และไตผิดปกติ จากสาเหตุอื่น⁽⁹⁻¹⁰⁾

สาเหตุที่เป็นไปได้ของการแสดงผลผิดปกติ > 1.030

การสูญเสียน้ำออกจากร่างกายจากเหงื่อ เป็นไข้ อาเจียน ท้องเสีย Adrenal insufficiency ผู้ป่วยโรคตับ Congestive Heart Failure มีน้ำตาล โปรตีนในปัสสาวะ⁽⁹⁻¹⁰⁾

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

False negative

- PH ที่ > 7 ให้อ่านค่าความถ่วงจำเพาะ 0.005

False positive

- การเพิ่มขึ้นของ Ca^{2+} ให้ความถ่วงจำเพาะสูงขึ้น
- น้ำตาล กลูโคส ในปัสสาวะทุก 1 % จะทำให้ความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น 0.004
- โปรตีนในปัสสาวะทุก 1 % จะทำให้ความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น 0.003

2. ความเป็นกรดต่าง (pH value)

เป็นการวัดปริมาณ H ion โดยใช้ Methyl red และ bromthymol blue เป็น indicator^{(1-4), (5-8)}

ผลหรือค่าปกติ 5-8

สาเหตุที่เป็นไปได้ของการแสดงผลผิดปกติ > 8

ติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ, Renal tubular acidosis, รับประทานอาหารผัก, ผลไม้, นม ในปริมาณมาก รับประทานยาบางอย่าง เช่น Sod. Bicarb, Pot. Citrate และ Acetazolamides เป็นต้น⁽⁹⁻¹¹⁾

สาเหตุที่เป็นไปได้ของการแสดงผลผิดปกติ < 5

โรคเก๊าท์, เป็นไข้, Acidosis, รับประทานอาหารที่เป็นโปรตีนสูง, ยาบางชนิด เช่น Phenacetin, Amm. Chloride เป็นต้น⁽⁹⁻¹¹⁾

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

ผู้ที่รับประทานอาหารมังสวิรัตินี้จะมีปัสสาวะเป็น base⁽³⁻⁴⁾

False negative

- เกิดจากขั้นตอนจากจุ่มแถบทดสอบแล้วปาด ปัสสาวะออกไม่ดี ปัสสาวะส่วนที่เกินจะพา Acid buffer จากแถบ protein มาปนเป็นอันทำให้อ่านค่า pH เป็นกรดได้ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Run over phenomenon⁽³⁻⁴⁾

False positive

- ปัสสาวะที่ตั้งไว้นานอาจจะแสดงผลเป็นต่าง ซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ย่อยสลายยูเรียเป็นแอมโมเนีย⁽³⁻⁴⁾

3. เซลล์เม็ดเลือดขาว (Leucocytes)

เป็นการวัด Leucocytes โดยใช้หลักการวัด enzyme esterase จาก Leucocytes^{(1-4), (5-8)}

ผลหรือค่าปกติ Negative (< 10 leuko/ul)

การแสดงผลผิดปกติ 10 - 20 leuko/ul (Boarderline Concentration)

> 20 leuko/ul (Pathological Concentration)

สาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ

มีภาวะติดเชื้อในไตและทางเดินปัสสาวะช่วงล่าง ได้แก่ Pyelonephritis, Cystitis, Urethritis, Renal tuberculosis

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

Leucocytes เกิดการแตกตัวทำให้ค่าที่วัดจากแถบทดสอบ positive แต่เมื่อทำ Microscopic examination ไม่พบ Leucocytes Leucocytes จะแตกง่ายในกรณีต่อไปนี้ PH > 8 (ต่าง) ปัสสาวะที่ตั้งทิ้งไว้นาน, ความถ่วงจำเพาะ < 1.010, เครื่องปั่นตกตะกอนความเร็วสูงเกินไป

False negative

- มี protein ในปัสสาวะที่ > 500 mg/dl
- มี glucose ในปัสสาวะที่ > 2 g/dl
- ไข้ Boric acid, Sod. Azide เป็น Stabilizers

False positive

- ใช้ formaldehyde เป็น Stabilizer
- บัสสาวะที่สีเข้ม เช่น มีปริมาณ bilirubin ในบัสสาวะสูง

4. Nitrite

เป็นการตรวจหาแบคทีเรียที่สามารถ reduce Nitrate เป็น Nitrite ได้ (1-4), (5-8)

ผลหรือค่าปกติ Negative
การแสดงผลผิดปกติ positive (≥ 7 umol/l หรือเท่ากับ 0.03 mg/dl)

สาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ

การติดเชื้อแบคทีเรียในทางเดินปัสสาวะ ที่เกิดจาก แบคทีเรียที่เป็นกลุ่ม Nitrite forming bacteria ได้แก่ Coli bacteria, enteric bacteria, proteous และ staphylococcus (9-11)

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดได้

False negative สาเหตุ

- บัสสาวะอยู่ในกระเพาะปัสสาวะในระยะเวลาสั้น ๆ (บัสสาวะบ่อย)
- รับประทานอาหารที่มี Nitrate ต่ำ
- การติดเชื้อที่เกิดจากแบคทีเรียในกลุ่ม non-nitrite forming bacteria
- มี ascorbic acid ในบัสสาวะในปริมาณสูงมาก

False positive

- การรับประทานยาบางกลุ่ม ที่มี Phenazopyridine

5. Protein

เป็นการวัด albumin ในบัสสาวะ โดยใช้หลักการของการเปลี่ยนสี Indicator ของ tetrabromophenol blue Protein ในบัสสาวะ 60-95 % เป็น albumin (3-4), (5-8)

ผลหรือค่าปกติ Negative (2-8 mg/dl)

การแสดงผลผิดปกติ > 15 mg/dl

สาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ

มีไข้ ออกกำลังกายหักโหม เครียด ร้อนหรือเย็นจัด ความผิดปกติทางไตและทางเดินปัสสาวะ เช่น

Glomerulonephritis, Diabetic nephropathy, Nephrotic Syndrome, Glomerulosclerosis, Gouty Kidney, Cystitis, Bleeding of lower urinary tract ภาวะเจ็บปวล์ เช่น Colics, Heart Attacks, Cardiac insufficiency (9-11)

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดได้

ในกรณีที่พบ cell และ cast ในการตรวจ sediment แต่แถบทดสอบให้ผลเป็น Negative ควรตรวจ Protein ซ้ำด้วยวิธี Robert's test เพื่อยืนยัน

False positive

- บัสสาวะมี pH มากกว่า 9
- ภาชนะบรรจุบัสสาวะ มีสารตกค้างของสารกลุ่ม Quaternary ammonium compounds หรือ chlorhexidine
- ยาที่ให้สีแดงในภาวะที่เป็นกรด เช่น Phenazopyridine

False negative

- บัสสาวะมีความต้งจําเพาะต่ำ
- โปรตีนในบัสสาวะมี albumin ต่ำ แต่อาจมี globulin หรือ Bence Jones Protein

6. Glucose

เป็นการวัด Glucose โดยใช้หลักการ Glucose oxidase/per-oxidase โดยใช้ O-Tolidine เป็น Chromogen (1-4), (5-8)

ผลหรือค่าปกติ Negative (< 15 mg/dl)

การแสดงผลผิดปกติ > 15 mg/dl

สาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ

โรคเบาหวาน, Renal glycosuria (เกิดจากระดับความสามารถในการดูดซึมกลับของไตต่ำกว่าปกติ), รับประทานอาหารที่มีน้ำตาล หรือคาร์โบไฮเดรตสูง (9-11)

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดได้

Glucose จะถูกขับออกทางไตเมื่อมีระดับ Glucose ในเลือดมากกว่า 160 mg/dl (12)

False positive

ภาชนะบรรจุบัสสาวะ มีสารตกค้างของสารกลุ่ม oxidizing agent, disinfectants clearing agent

False negative

มี ascorbic acid ในปัสสาวะในปริมาณสูงมาก

7. Ketone

เป็นการวัด Ketone bodies โดย Acetoacetic acid, Acetone ทำปฏิกิริยากับ Sodium nitroprusside ใน base เกิด dry-complex^{(1-4),(5-8)}

ผลหรือค่าปกติ Negative (2-4 mg/dl)

การแสดงผลผิดปกติ ≥ 5 mg/dl

สาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ

Ketoacidosis, Carbohydrate deficiency (diet, vomiting etc.)⁽⁹⁻¹¹⁾

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดได้

จำเพาะต่อ Acetoacetic acid 5 mg % ขึ้นไป และ acetone 40-70 mg % ขึ้นไป

False positive จาก

- สารกลุ่ม Phenyl Ketone
- สารกลุ่ม Phthaleins
- สารกลุ่ม Sulfhydryl เช่น Captopril

False negative

- แถบตรวจขึ้น
- Urine ที่ทิ้งไว้นาน ๆ จะมี bacteria บางชนิดที่จะเปลี่ยน Acetoacetic acid เป็น acetone ที่ทำให้เกิดสีซ้ำหรือไม่เกิดเลย

8. Urobilinogen

เป็นการวัด Urobilinogen โดย Urobilinogen ทำปฏิกิริยากับ Diazonium salt ในสภาพที่เป็นกรด ได้ red azo dye^{(3-4),(5-8)}

ผลหรือค่าปกติ Normal (< 1 mg/dl)

การแสดงผลผิดปกติ ≥ 1 mg/dl

สาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ

- Liver disease ได้แก่ Cholangitis, Hepatitis (Viral hepatitis/Alcoholic hepatitis), Hepatocirrhosis, Carcinoma

- Hemolytic disease ได้แก่ Anemia, Hemolytic anemia⁽⁹⁻¹¹⁾

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดได้

Urobilinogen จะถูกขับออกมาในปัสสาวะมากที่สุด ในช่วง 14.00 - 16.00 น. (หลังอาหารกลางวัน)

False negative

- เกิด oxidation ของ urobilinogen จากปัสสาวะที่เก็บไว้นาน
- ปัสสาวะที่ตั้งไว้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรง

False positive

เกิดจากยาที่ทำให้ปัสสาวะเป็นสีแดง ในภาวะที่เป็นกรด เช่น Phenazopyridine

9. Bilirubin

เป็นการวัด Bilirubin โดย Bilirubin ทำปฏิกิริยากับ Diazonium salt ในสภาพที่เป็นกรด ได้ red-violet-azo dye^{(3-4),(5-8)}

ผลหรือค่าปกติ Negative (< 0.5 mg/dl)

การแสดงผลผิดปกติ ≥ 0.5 mg/dl

สาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ

Liver disease ได้แก่ Obstructive jaundice, Acute and Chronic hepatitis, Hepatocirrhosis⁽⁹⁻¹¹⁾

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดได้

False negative

- เกิด oxidation ของ bilirubin
 - ปัสสาวะที่เก็บไว้นาน
 - ปัสสาวะที่ตั้งไว้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรง
- มีปริมาณสารบางชนิดสูงในปัสสาวะ ได้แก่
- Ascorbic acid (vitamin C)
 - Nitrite (Urinary tract infection)

False positive

- เกิดจากยาที่ทำให้ปัสสาวะเป็นสีแดง

10. Blood

เป็นการวัด Hemoglobin โดย Hemoglobin จะเร่ง

ปฏิกิริยา Oxidation ระหว่าง Organic hydroperoxide และ chromogen^{(1-4),(5-8)}

ผลหรือค่าปกติ Negative

การแสดงผลผิดปกติ ≥ 5 erythrocytes/ul

สาเหตุที่เป็นไปได้ของความผิดปกติ

Urolithiasis (stone formation), Tumours of the Kidneys, Efferent urinary tracts, Glomerulonephritis, Pyelonephritis Cystitis, Gouty Kidney, Urogenital tuberculosis, Diabetes, Hemolytic anemia⁽⁹⁻¹¹⁾

ข้อสังเกต, สาเหตุของความผิดพลาดที่อาจเกิดได้

False negative

- มี nitrite ในปัสสาวะสูงกว่า 10 mg/dl
- ใช้ Formaldehyde เป็นสาร preservative
- มี protein ในปัสสาวะ > 500 mg/dl จะทำให้

สีจากการทำปฏิกิริยาจางลง

- Reducing agent เช่น Ascorbic acid, Antibiotic

False positive

- ภาชนะบรรจุปัสสาวะมีสารที่เป็น Strongly oxidizing detergents
- มี Myoglobin ในปัสสาวะ

สรุป

เพื่อลดการเกิดปัญหาผลบวกปลอมและผลลบปลอม ในการตรวจปัสสาวะ

1. ควรตรวจปัสสาวะทันทีที่ได้รับตัวอย่างตรวจ
2. ปฏิเสธตัวอย่างตรวจที่เก็บมานานเกิน 2 ชั่วโมง
3. จุ่มแถบทดสอบลงไปในปัสสาวะไม่เกิน 1 วินาที และซับด้านข้างของแถบทดสอบทุกครั้ง
4. ปั่นปัสสาวะเพื่อตรวจทางกล้องจุลทรรศน์ด้วยความเร็วมาตรฐาน 1500-2000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที
5. ถ้าค่า pH ของตัวอย่างตรวจ สูงกว่า 7 ต้องบวก ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) เพิ่มขึ้นอีก 0.005 จากผลที่ได้

การตรวจปัสสาวะ เป็นการตรวจพื้นฐานทางเวชศาสตร์ชั้นสูง สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นการตรวจข้างเคียง แถบทดสอบปัสสาวะเป็นเครื่องมือที่ใช้อย่างกว้างขวางในการตรวจปัสสาวะ ช่วยในการตรวจวัดแบบกึ่งปริมาณวิเคราะห์สำหรับค่าตรวจวัดต่างๆ เช่น ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ความเป็นกรดต่าง (pH) การตรวจเม็ดเลือดขาว การตรวจแบคทีเรีย การตรวจโปรตีน การตรวจน้ำตาล การตรวจคีโตน การตรวจ Urobilinogen การตรวจ bilirubin การตรวจเม็ดเลือดแดง อย่างไรก็ตามผลบวกปลอมและผลลบปลอม อาจเป็นสิ่งที่ไม่ค้อยเป็นที่รู้จัก ในบทความนี้ได้ทบทวนและเน้นย้ำในประเด็นดังกล่าว

อ้างอิง

1. บุญทรง ปรีชาบริสุทธิ์กุล. ปัสสาวะและสารน้ำ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2543
2. ทศนีย์ เล็บนาค. การตรวจปัสสาวะและสารน้ำจากร่างกาย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร สามเจริญพาณิชย์, 2534
3. รัตนา ฤทธิมัต. เทคนิคการตรวจปัสสาวะปัจจุบัน. กรุงเทพมหานคร: สามเจริญพาณิชย์, 2532
4. รัตนา ฤทธิมัต. ปัสสาวะ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาคลินิกไมโครสโคปี คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531
5. Bayer Diagnostics Ltd. Multistix 10. Reagent strip manual. Bridgend Ind Estate, Bridgend, South Wales, UK.
6. Dade Behring Marburg GmbH. Labstrip, reagent strips 77 Elektranika kft. 1116 Budapest Fehervari ut 1998
7. Roche Diagnostics Ltd. Coubur 10 test M, reagent strip manual. Bell Lane, BN7 1LG, Lewes, E. Sussex, GB

8. YD Diagnostics. Uriscan. Reagent strips manual. Seoul, Korea 1994
9. Ringsrud KM, Linne JJ. Urinalysis and Body Fluid. A Colortext and Atlas. St. Louis: Mosby, 1995
10. Brunzel NA. Fundamentals of Urine and Body Fluid Analysis. Pensylvania: W.B. Saunders, 1994
11. Strasinger SK. Urinalysis and Body Fluid. 3rd ed. Philadelphia: F.A. Davis, 1994
12. Linne JJ, Ringsrud KM. Basic Techniques in Clinical Laboratory Science. 3rd ed. St. Louis: Mosby, 1992