

## วรรณคดีและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### วรรณคดีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการฝึกซ้อมกีฬาเซปักตะกร้อที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในปัสสาวะของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทยที่ได้มีผู้ศึกษาและทำการวิจัยมาแล้ว พอจะสรุปได้ดังนี้

#### วรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

##### หลักการฝึกซ้อม (Training)

อนันต์ อัดชู (มปป.) ได้กล่าวถึง การฝึกนักกีฬาว่า ผู้ฝึกควรคำนึงถึงสิ่งสำคัญอยู่

#### 4 ประการด้วยกัน คือ

ประการแรก การฝึกให้นักกีฬามีสมรรถภาพร่างกายที่แข็งแรงและสมบูรณ์เหมาะสมกับกีฬานั้น ๆ จะต้องฝึกให้ร่างกายมีความสมบูรณ์เต็มที่

ประการที่ 2 การฝึกให้นักกีฬามีทักษะส่วนบุคคล (เฉพาะตัว)

ประการที่ 3 ให้นักกีฬามีกลยุทธ์ที่ดี และ

ประการที่ 4 การฝึกจะต้องเหมือนสถานการณ์จริงทุกประการ

##### การฝึกซ้อม (Practices)

การที่จะทำให้นักกีฬาเก่งได้ นอกจากจะเป็นเพราะพันธุกรรม สิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ การเรียนรู้แล้ว การฝึกหัด ปริมาณการฝึก ระยะเวลาในการฝึกในแต่ละครั้ง และรวมกันฝึกในต่อสัปดาห์ ก็มีความสำคัญมาก การฝึกจะทำให้เกิดการเรียนรู้และความชำนาญ และจะนำไปใช้เมื่อมีการแข่งขันจริงจะทำให้ทักษะดีขึ้น เกิดความเชื่อมั่น ซึ่งอาจจะนำไปสู่

ชัยชนะได้ การฝึกจะต้องฝึกให้หนัก ฝึกให้ถูกวิธี และมีระยะเวลา นานกว่าเกมส์ที่จะแข่งขันจริง ๆ และการฝึกอยู่เสมอ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ และเกิดความชำนาญ การฝึกก็ควรมีระยะเวลาการพักบ้างเพื่อที่จะให้ร่างกายปรับตัวอ้าฝึกมากไปจนเกิดการฝึกเกิน (Over Training) ควรฝึกชนิดค่อยเป็นค่อยไป เพิ่มความหนักครั้งละน้อย ๆ มีระยะเวลาพักระหว่างการฝึกบ้าง เมื่อรู้ดีว่าเหนื่อยและหมดแรงแล้วก็ควรหยุดการฝึกในวันนั้นอย่าลืมว่า การฝึกทำให้เกิดความชำนาญ และทำให้สมบูรณ์แบบ (Practice makes perfects) ขณะที่ฝึกก็ต้องมีความตั้งใจ พร้อมทั้งจะทำกรฝึก มีเป้าหมายในการฝึก และพยายามฝึกและแก้ไขสิ่งที่บกพร่อง ผู้ฝึก (Coach) จะเป็นผู้แนะนำและแก้ไขตัวนักกีฬาเองก็อาจจะใช้ไหวพริบสังเกตทักษะที่กระทำไปแล้ว ใช้ผลของการกระทำนั้น (Knowledge of Result) เป็นผลย้อนกลับทำให้ทราบว่า ดีหรือไม่คืออย่างไร ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

การฝึกจะต้องฝึกให้เหมือนกับสภาพแข่งขันจริง ๆ เพื่อจะได้นำทักษะมาใช้ได้ในเมื่อมีการแข่งขันจริง ๆ ผู้ฝึกจะต้องมีตารางการฝึกในแต่ละวันที่ทำการฝึก เพื่อทำให้เกิดคุณภาพมากที่สุด และมีวิธีการวัดประเมินผลของการฝึกเพื่อปรับปรุงโปรแกรมการฝึกครั้งต่อไป นักกีฬาที่ประสบความสำเร็จมักจะมีการฝึกซ้อมที่ดี และทำการฝึกซ้อมอยู่เสมอจนเกิดความชำนาญ และความมั่นใจ (อนันต์ อัครชู, มปป.)

#### โครงสร้างและหน้าที่ : ระบบทางเดินปัสสาวะ

ระบบการขับถ่ายปัสสาวะประกอบด้วย ไตรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วมี 2 ข้าง ข้างซ้าย หลอดไต (Ureters) กระเพาะปัสสาวะ (bladder) และหลอดปัสสาวะ (Urethra)

ไตเป็นอวัยวะที่ตั้งอยู่ในผนังช่องท้องข้างกระดูกสันหลังซ้าย-ขวา มีอยู่ 2 ข้าง ส่วนบนอยู่ระหว่างขอบบนของกระดูกสันหลัง ช่วงอกซี่ที่ 12 และขอบล่างอยู่ระหว่างกระดูกสันหลังช่องเอว ซี่ที่ 3 ไตข้างขวาอยู่ต่ำกว่าไตข้างซ้ายเล็กน้อย ไตมีขนาดยาว 12 เซนติเมตร กว้าง 7 เซนติเมตร และหนา 4 เซนติเมตร ไตมีปลอกบาง ๆ หุ้ม เมื่อลอกปลอกออกจะพบเนื้อไตสีน้ำตาลแกมแดงผ่าดูตามยาว จะเห็นคอร์เท็กซ์ (Cortex) เป็นเนื้อมีสีจาง ๆ และเป็นจุด ๆ ส่วนในเรียกว่า เมดุลลา (Medulla) ซึ่งมีสีคล้ำกว่าบริเวณคอร์เท็กซ์ ที่บริเวณเมดุลลาเป็นรูปกรวยมีลักษณะเป็นเส้น ๆ เรียงขนานกันเรียก พีรามิด (Pyramid) และส่วนแหลมเรียก

ยอดพีรามิดของไต (Papilla) ขึ้นเข้าไปในกรวยไต (Renal Pelvis) ส่วนพีรามิดของไตแต่ละข้างจะมี 6-21 อัน การที่เห็นคอร์เทกซ์ เป็นจุดกระจายอยู่ทั่วไปเพราะส่วนประกอบภายในเป็นโกลเมอรูลัส (Glomerulus) โบว์แมนส์ แคพซูล (Bowman's Capsule) หลอดฝอยไตส่วนต้น (Proximal Convoluted Tubule) และหลอดฝอยไตส่วนปลาย (Distal Convoluted Tubule) สำหรับส่วนเมคูล่า โดยเฉพาะส่วนพีรามิด จะเห็นเส้น ๆ ขนานพุ่งไปสู่ยอดพีรามิดของไต ซึ่งจะประกอบด้วย หลอดฝอยไตตอนลงและตอนขึ้น (Descending and Ascending Tubule) ท่างของเฮนเล (Loop of Henle) และท่อร่วม (collecting duct)

ถ้าดูไตด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่าไตแต่ละข้างประกอบด้วยหน่วยไต (Nephron) เล็ก ๆ ประมาณ 1 ล้านหน่วย หน่วยไตเหล่านี้ประกอบด้วยหลอดเลือดฝอย ซึ่งขดอยู่ในโบว์แมนส์ แคพซูล (Bowman's Capsule) คือ โกลเมอรูล (Glomeruli) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ 3 ชั้น มีความหนามากกว่าหลอดเลือดฝอยปกติถึง 25 เท่า แต่การเรียงตัวของเซลล์ในแต่ละชั้นไม่ชิดสนิทกัน จึงทำให้สารบางอย่างผ่านได้บางอย่างผ่านไม่ได้ สารที่มีขนาดเล็กกว่าโปรตีน คือ มีโมเลกุลน้อยกว่า 70,000 จะสามารถผ่านได้ค่อจาก โบว์แมนส์ แคพซูล จะเป็นหลอดฝอยไตส่วนต้น (Proximal Convoluted Tubule) ท่างของเฮนเล (Loop of Henle) และหลอดฝอยไตส่วนปลาย (Distal Convoluted Tubule) ซึ่งจะนำปัสสาวะไปเทรวมกันที่ ท่อร่วม (collecting Duct) ค่อจากนั้นจะนำปัสสาวะไปสู่คาลิกซ์ (Calyx) กรวยไต (Pelvis) และ ท่อไต (Ureter) ตามลำดับ

หลอดเลือดแดงที่มาเลี้ยงไต (Renal Artery) แยกมาจากเส้นเลือดแดงที่เข้าสู่ท้อง (Abdominal Artery) เข้ามายังไตทางกรวยไต (Pelvis) แล้วแตกแขนงทอดขนานไปกับพีรามิด (Pyramid) และโอบขนานไปที่คอร์เทกซ์ และเมคูล่า เรียก หลอดเลือดแดงฝอยนำเข้าหน่วยไต (Afferent Arteriole) แล้วแตกแขนงเป็น โกลเมอรูลัส แล้วมารวมตัวกันใหม่เป็น หลอดเลือดแดงฝอยนำออกจากหน่วยไต (Efferent Arteriole) ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของท่อไต ค่อจากนั้นจึงรวมตัวเป็นหลอดเลือดดำออกจากไต

ประสาทที่มาเลี้ยงไตเป็นประสาทอัตโนมัติ คือ ประสาทซิมพาเธติก ซอร่าโคลัมบาร์ (Thoracolumbar Sympathetic Nerve)

### หน้าที่ของไต

1. รับผิดชอบของเสียซึ่งได้จากการเผาผลาญอาหารภายในร่างกาย เช่น ยูเรีย (Urea), ครีเอตินิน (Creatinine)
2. ควบคุมสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น กลูโคส และกรดอะมิโนเก็บไว้ใช้ในร่างกายต่อไป
3. รักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย
4. ทำลายสารพิษบางอย่างที่ขับออกทางไต
5. ผลิตสารที่มีความสำคัญสำหรับการเผาผลาญของร่างกาย ได้แก่ เรนิน (renin) อิริโทรพอยิติน (Erythropoietin) ไวตามินดี เป็นต้น

### การทำงานของไต

เนื่องจากไตเป็นอวัยวะที่รับผิดชอบของเสียที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำปัสสาวะที่ประกอบด้วยน้ำและของเสียที่เป็นสารประกอบของไนโตรเจน คือ ยูเรีย (84 %) และของเหลวอื่น ๆ (แอมโมเนีย 4 % และกรดยูริก 2 %) ปะปนออกมาบ้าง

การทำงานของไตสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ตอน คือ

1. การกรองที่โกลเมอรูลัส (Glomerular Filtration) เกิดการกรองของเสียที่โกลเมอรูลัส ซึ่งเป็นเส้นเลือดฝอยที่อยู่ภายในโบว์แมนส์ แคพซูล พลังเส้นเลือดฝอยส่วนที่เป็นโกลเมอรูลัสจะยอมให้สารที่เป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ผ่านออกไปพร้อมกับน้ำ คือ พวากลูโคส เกลือแร่ต่าง ๆ ยูเรีย แต่ไม่ยอมให้สารโมเลกุลใหญ่ผ่านออกไป เช่น โปรตีน ไขมัน และเม็ดเลือดแดงของเหลวที่ผ่านโกลเมอรูลัสออกมาเรียกว่า ของเหลวที่กรองได้ (Glomerular Filtrate) ซึ่งมีส่วนต่าง ๆ คล้ายกับน้ำเลือด ต่างกันที่ไม่มีเม็ดเลือดแดง อัลบูมิน และไขมันบางชนิด

ของเหลวที่ผ่านโกลเมอรูลัสออกมานาทีละ 125 มล. แต่มีเลือดผ่านไตนาทีละ 1,200 มล. ดังนั้นน้ำเลือดที่เหลืออีก 1,075 มล. จะไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของไต แล้วกลายเป็นเลือดดำไหลเข้าสู่เส้นเลือดดำ (Renal Vein) การกรองที่เกิดในโกลเมอรูลัสนั้นเกิดจากแรงดันของหลอดเลือดในโกลเมอรูลัสที่มีแรงดันสูงกว่าแรงดันในโบว์แมนส์ แคพซูล จึงจะดันของ

เหลวผ่านไปยังโบริวแมนส์แคพซูลได้ แรงดันเลือดในโกลเมอรูลัสมีค่าประมาณ 70 มม.ปรอท ส่วนแรงดันรวมในโบริวแมนส์แคพซูลมีค่าประมาณ 14 มม.ปรอท และแรงดันออสโมซิสที่เกิดจากสารละลายโปรตีนในพลาสมา (Colloidal Osmotic Pressure) มีค่าประมาณ 32 มม.ปรอท ดังนั้นแรงดันที่ทำให้ของเหลวออกจากโกลเมอรูลัสมีค่าเท่ากับ  $70 - (32 + 14)$  หรือ 24 มม.ปรอท เนื่องจากของเหลวที่ออกมาจากโกลเมอรูลัสนั้นออกมาทีละ 125 มล. ดังนั้นในหนึ่งวันจะมีของเหลวออกมาถึง 180 ลิตร อัตราของการกรองจะเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นกับแรงดันเลือดยในร่างกายน หรือปริมาณโปรตีนในพลาสมาเปลี่ยนไป

2. การดูดซึมกลับที่ท่อของหน่วยไต (Tubular Reabsorption) การดูดซึมกลับไปที่หลอดไตเพราะว่าของเหลวผ่านออกมาจากโกลเมอรูลัสถึงวันละ 180 ลิตร ถ้าร่างกายปล่อยให้ผ่านทั้งหมด ร่างกายจะเสียน้ำเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงมีการกรองกลับ เพื่อลดปริมาณของเหลวที่ปล่อยออกมา

การดูดกลับเกิดที่บริเวณท่อของหน่วยไตซึ่งมีเส้นเลือดฝอย แม้เป็นร่างแหคลุมไว้ของเหลวจะถูกดูดกลับเข้าสู่เส้นเลือดเหล่านี้ การดูดสารกลับบริเวณท่อของหน่วยไตนั้นใช้พลังงานแบบแอคทีฟ ทรานสปอร์ต หรือการขนส่งแบบมีพลัง (Active Transport) ซึ่งเป็นการขนส่งสารผ่านผนังเซลล์ โดยอาศัยสารอื่นพาไปเช่นเดียวกับการขนส่งสารผ่านผนังเซลล์แบบที่มีการกระจาย (Diffusion) โดยมีสิ่งช่วย (Facilitated Diffusion) กล่าวคือ สารบางอย่างไม่ละลายในไขมัน ต้องผ่านเข้าสู่ผนังเซลล์โดยอาศัยตัวเกาะพาเข้าไปในรูปของสารเคมี เมื่อรวมตัวกันจะเข้าสู่ผนังเซลล์ได้ เมื่อเข้าไปแล้วสารนั้นจะแตกตัวออกจากสารตัวพา สารตัวพาจะแพร่คืนสู่ผนังเพื่อนำเอาสารใหม่เข้าไป เช่น การแพร่ของกลูโคส แต่ต่างกันตรงที่การขนส่งแบบมีพลังทำให้สารข้ามผนังเซลล์ไปได้แม้ว่าความเข้มข้นของสารข้างที่สารนี้จะเดินทางเข้าไปมีความเข้มข้นสูงกว่าและการลำเลียงสารต้องอาศัยพลังงานเพื่อเอาชนะความเข้มข้นที่แตกต่างกัน การขนส่งแบบนี้ทำให้เกิดพลังงานจากการสลายตัวของ เอทีพี เป็น เอดีพี ทำให้สารที่มีความเข้มข้นเจือจางเดินไปสู่สารที่มีความเข้มข้นกว่าได้ เช่น การขนส่ง โซเดียม โปตัสเซียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต แคลเซียม แมกนีเซียม ครีเอตินิน (Creatinine) และกรดยูริก (Uric Acid) ใช้ขบวนการขนส่งแบบมีพลังโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเดินทางของ โปตัสเซียมและโซเดียม ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการทำให้เซลล์มีประจุภายในและภายนอกเซลล์แตกต่างกัน กล่าวคือ โซเดียมมีความ

เข้มข้นภายนอกสูงกว่าภายใน แต่โปตัสเซียมมีความเข้มข้นภายในสูงกว่าภายนอก ทำให้สารทั้งสอง  
 อย่างนี้ทำงานตรงกันข้าม โดยโซเดียมจะเดินทางออกจากเซลล์และโปตัสเซียมจะเดินทางเข้าสู่  
 ผนังเซลล์เป็นส่วนใหญ่ (จรรยาพร ชรณินทร์, 2525)

บริเวณส่วนต้นของท่อของหน่วยไตจะดูดซึมโซเดียมออก คลอไรด์และน้ำจะถูกดูด  
 ตามมารวมทั้งกรดยูริกด้วย ปริมาณของเหลวที่ปล่อยออกมาจากท่อของหน่วยไตจะลดเหลือเพียง  
 20 % ของของเหลวที่กรองได้ที่ออกมาครั้งแรก แต่ความเข้มข้นยังคงเดิม บริเวณส่วนของหาง  
 ของเส้นเลและส่วนปลายของท่อของหน่วยไต ยังมีการดูดของเหลวเข้าสู่เส้นเลือดเรื้อสไป และ  
 เมื่อผ่านช่วงนี้ความเข้มข้นของสารละลายจะเพิ่มขึ้น พร้อมกันนั้นปริมาณครของของเหลวที่จะผ่าน  
 ออกสู่ท่อไตก็ลดลงอีก

การดูดซึมของน้ำกลูโคส เกลือแร่ บริเวณของท่อของหน่วยไตนี้ขึ้นอยู่กับฮอร์โมน  
 จากต่อมใต้สมองส่วนหลัง ฮอร์โมนนั้นคือ วาโซเพรสซิน (Vasopressin) หรือแอนติไดยูเรติก  
 ฮอร์โมน-เอดีเอช (Antidiuretic Hormone - ADH) ถ้าหลั่งออกมามากก็จะทำให้การดูด  
 ของเหลวกลับขึ้นมาก ถ้าหลั่งออกมาน้อย การดูดของเหลวกลับเข้าเส้นเลือดก็จะเกิดน้อยตาม  
 ไปด้วยและการที่หลั่งเอดีเอชมากหรือน้อยก็ขึ้นกับความเข้มข้นของเลือดในร่างกาย เช่น  
 ถ้าเลือดเข้มข้นมากเพราะดื่มน้ำน้อยหรือท้องเสีย ต่อมใต้สมองส่วนท้ายจะถูกกระตุ้นให้ปล่อย  
 เอดีเอช ออกมามากทำให้เกิดการควบคุมการดูดน้ำกลับได้มาก เราจึงปัสสาวะน้อยและเข้มข้น  
 มาก แต่ในกรณีที่ดื่มน้ำมาก เลือดจะลดความเข้มข้นลง เมื่อเลือดเจือจาง เอดีเอช หลั่งออกมา  
 น้อยหรือไม่หลั่งเลย จึงไม่มีการดูดกลับของของเหลวบริเวณท่อ ของหน่วยไต ทำให้ปัสสาวะออก  
 มามาก

ในคนที่ขาดฮอร์โมนนี้หรือมีฮอร์โมนนี้น้อย อาจปัสสาวะมากกว่าปกติ เรียกว่า  
 เป็นโรคเบาจืด (Diabetes insipidus)

การดูดกลับของโซเดียมและคลอไรด์ ถูกควบคุมโดย อัลโดสเตอโรน  
 (Aldosterone) จากต่อมหมวกไตส่วนนอก (Adrenal Cortex)

### 3. การขับสารโดยหลอดไต (Tubular Secretion)

เซลล์ของท่อของหน่วยไต นอกจากจะดูดสารจากสารที่กรองได้แล้วยังสามารถดูด  
 สารจากเลือดเข้าสู่ท่อไตด้วยโดยวิธีแอกทีฟ ทรานสปอร์ต เช่นที่ส่วนต้นของท่อหน่วยไตสามารถ

หลังสารต่าง ๆ เช่น ฟีนอล เรด (Phenol Red) ครีอาติน ฮีสตามีนและกัวนีนีน เป็นต้น

บริเวณท่อร่วม มีการหลั่ง ไฮโดรเจน อีออน ( $H^+$ ) และ โพแทสเซียม อีออน ( $K^+$ ) ออกสู่ท่อไต เพื่อประโยชน์ในการดูดเอา โซเดียม อีออน ( $Na^+$ ) เข้าสู่การหมุนเวียนของเลือด โดยแลกเปลี่ยนเอา โซเดียม อีออน ( $Na^+$ ) เข้าสู่เส้นเลือด และเปลี่ยน ไฮโดรเจน อีออน ( $H^+$ ) กับ โพแทสเซียม อีออน ( $K^+$ ) ออกมาแทน

การหลั่งสารต่าง ๆ เหล่านี้มีความสำคัญน้อย ถ้าเทียบกับการกรองและการดูดกลับ เมื่อผ่านช่วงสุดท้ายของท่อของหน่วยไตเข้าสู่ท่อไตนั้น จะได้น้ำปัสสาวะออกมานาทีละ 1 มล. เมื่อเปรียบเทียบกับกรกรองออกจากโกลเมอรูลัสเป็นของเหลวที่กรองได้ นาทึ่ละ 125 มล. จึงเห็นได้ว่า การดูดกลับของของเหลวนั้น เป็นการช่วยรักษาความเข้มข้นของน้ำในร่างกายให้อยู่ในสภาพปกติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัสสาวะปกติของคนที่ขับออกใน 24 ชั่วโมงเมื่อได้รับอาหารปกติ จะมีส่วนประกอบ  
ดังนี้

สารอินทรีย์	ปริมาณขับออก/วัน
สารประกอบพวกที่มีไนโตรเจนทั้งหมด	25 - 35 กรัม
ยูเรีย	25 - 30 กรัม
ครีเอตินีน	1.4 (1-1.8) กรัม
แอมโมเนีย	0.7 (0.3-1) กรัม
กรดยูริค	0.7 (0.5-0.8) กรัม
โปรตีน	0 - 0.2 กรัม
ครีเอติน	60-150 มิลลิกรัม
สารอินทรีย์พวกอื่น	
กรดฮิปปิวริก	0.1-1 กรัม
ฟีนอล (ทั้งหมด)	0.2-0.5 กรัม
กรดออกซาลิค	15-20 มิลลิกรัม
อินดิแคน	4-20 มิลลิกรัม
อัลแลนโทอิน	30 มิลลิกรัม
คีโตนบอดี้ส์	3-15 มิลลิกรัม
ไตรโพรพอร์ไฟริน	60-280 ไมโครกรัม



สารอินทรีย์	ปริมาณขับออก/วัน
คลอไรด์ (ในรูปของ NaCl)	10 (9-16) กรัม
โซเดียม	4 กรัม
ฟอสฟอรัส	2.2 (2-2.5) กรัม
โปแตสเซียม	2 กรัม
กำมะถันทั้งหมด (ในรูปของ SO <sub>3</sub> )	2 (0.7-3.5) กรัม
แคลเซียม	0.2 (0.1-0.2) กรัม
แมกนีเซียม	0.15 (0.05-0.2) กรัม
ไอโอดีน	50-250 ไมโครกรัม
สารหนู	50 หรือน้อยกว่า ไมโครกรัม
ตะกั่ว	50 หรือน้อยกว่า ไมโครกรัม

### ยูเรีย (Urea)

ยูเรียเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายของเมตาโบลิซึมของโปรตีน ยูเรียถูกขับออกทางไต โดยมีหน้าที่ทำหน้าที่ควบคุมระดับของยูเรียในโลหิต ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการวิเคราะห์ก๊าวหน้ามากจนสามารถทำการตรวจหาปริมาณของยูเรียได้ค่าที่แน่นอน และวิธีการวิเคราะห์ที่ทำได้โดยง่าย การหาปริมาณของยูเรียจึงนิยมใช้แทนการหาปริมาณของสารไนโตรเจนทั้งหมดที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) ซึ่งประกอบด้วยยูเรียเป็นส่วนใหญ่ การวัดยูเรียมีประโยชน์ในการดูแลการทำงานของไต และการเปลี่ยนแปลงทางเมตาโบลิซึมของโปรตีนในร่างกาย

ในภาวะปกติยูเรียในโกลเมอรูลาร์ฟิลเตรตถูกดูดกลับประมาณ 40 % โดยวิธีการผ่านแบบพาสซีฟไม่ต้องใช้พลังงาน การดูดยูเรียกลับเข้าร่างกายขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ดูดกลับด้วย ปัสสาวะน้อยแสดงว่ามีการดูดกลับของน้ำมาก ทำให้ยูเรียถูกดูดกลับมากขึ้นและขับออกน้อยลง

ปัสสาวะมากแสดงว่าน้ำคูดกลับน้อยทำให้ยูเรียขับออกมากขึ้น ยูเรียถูกคูดกลับได้มากที่สุด 70 %  
 เมื่อมีปัสสาวะ 0.35 มล. หรือน้อยกว่านั้นค่อนาที ยูเรียคูดกลับได้ 60 % เมื่อมีปัสสาวะ 1 มล.  
 ค่อนาที และถูกคูดกลับ 40 % เมื่อมีปัสสาวะ 2 มล. หรือมากกว่านั้นค่อนาที ในกรณีที่มีปัสสาวะ  
 มากกว่าปกติ เช่นการให้กลูโคสทางเส้นเลือดทำให้ยูเรียถูกคูดกลับน้อยกว่า 40 % และค่าของ  
 ยูเรีย เคลียร์เรนซ์ (Urea Clearance) จะใกล้เคียงกับ อินูลิน เคลียร์เรนซ์ (Inulin  
 Clearance)

### โปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นสารที่มีมากในร่างกายเป็นที่สองรองลงมาจากน้ำ มีอยู่ในร่างกาย ประมาณ  
 ร้อยละ 15-25 ประมาณหนึ่งในสามของจำนวนนี้อยู่ในกล้ามเนื้อ นอกจากนี้อาจพบในเลือด (Soft  
 Tissues) กระดูก และฟัน ฯลฯ โปรตีนเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของเซลล์ และเนื้อเยื่อต่าง ๆ  
 ในร่างกาย ดังนั้นจึงพบในเซลล์ของระบบประสาท ระบบหายใจหรือระบบหมุนเวียนของโลหิต

### โปรตีนในปัสสาวะ (Urine protein)

ปัสสาวะของคนปกติมีโปรตีนน้อยมาก ดังนั้นเมื่อตรวจโปรตีนด้วยวิธีการทดสอบคุณสมบัติ  
 (Qualitative Test) จะไม่พบ (Negative) เมื่อตรวจโดยวิธีวิเคราะห์ปริมาณ  
 (Quantitative) ได้ค่าปกติในคน 17.0-48.1 มก. ต่อปัสสาวะ 24 ชั่วโมง ในเวลากลางวัน  
 ร่างกายขับโปรตีนออกมา 8.9-36.9 มก. ในเวลากลางคืนขับโปรตีนทางปัสสาวะ 3.9-17.5 มก.  
 ปัสสาวะปกติของสุนัขมีโปรตีนประมาณ 5 มก./100 มล. ปัสสาวะน้ำมีมิวโคโปรตีน  
 (Mucoprotein) จำนวนมากต้องแยกออกก่อนที่จะทำการทดสอบโปรตีน

โปรตีนออกมาในปัสสาวะมากขึ้นเมื่อการซึมผ่าน (Permeability) ที่ไตเพิ่มขึ้น หรือ  
 ความสามารถในการคูดกลับ (Reabsorptive Capacity) ที่ลดลง โดยโปรตีนในปัสสาวะเพิ่ม  
 มากกว่าปกติ เรียกว่า โปรตีนูเรีย (Proteinuria) โดยมากเป็นโปรตีนชนิดอัลบูมิน เพราะมี  
 ขนาดเล็กกว่ากลอบูลิน เฮโมโกลบินปกติไม่พบในปัสสาวะ ฮีโมโกลบินูเรีย (Hemoglobinuria)  
 จะพบเมื่อมีเม็ดโลหิตแตกในหลอดเลือด (Intravascular Hemolysis)

### กรด-ด่าง (pH)

ไตมีส่วนในการควบคุมกรด-ด่าง โดยทำการขับกรดที่ไม่ระเหย (Non Volatile Acid) ออก เช่น กรดแลคติกและสารคีโตนที่ได้จากเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและลิปิด กรดกำมะถันที่ได้จากเมตาโบลิซึมของโปรตีน กรดฟอสฟอริกที่ได้จากเมตาโบลิซึมของฟอสโฟลิปิดกรดที่ไม่ระเหยที่ได้จากเมตาโบลิซึมในเนื้อเยื่อ กรดเหล่านี้ในแต่ละวันมีจำนวนมากกว่าจำนวนของบัฟเฟอร์เบสที่มีอยู่ ไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับด่างได้ทั้งหมด จึงเป็นหน้าที่ของไตที่จะควบคุมจำนวนของไฮโดรเจน ไอออน ( $H^+$ ) และรักษา ค่า พีเอช ของของเหลวในร่างกาย ค่า พีเอช ในปัสสาวะของคนปกติโดยเฉลี่ยประมาณ 6.0 ต่ำกว่า ค่า พีเอช ของพลาสมาซึ่งเท่ากับ 7.4 ทั้งนี้เนื่องจากมีการดูดจากพลาสมาผ่านการกรองที่โกลเมอรูลูเข้ามาในท่อไต ไตเข้าควบคุมจำนวนของกรดหรือด่างที่เกิดขึ้นมา ทำให้ ค่า พีเอช ของปัสสาวะแตกต่างกันไปอย่างมาก จาก ค่า พีเอช 4.5 ถึง 8.0

ค่า พีเอช ของปัสสาวะสะท้อนถึงความสามารถของไตในการรักษาความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในพลาสมาและในของเหลวนอกเซลล์ กรดในปัสสาวะส่วนหนึ่งเป็นกรดไม่ระเหยซึ่งขับออกทางปอดไม่ได้เป็นผลผลิตจากเมตาโบลิซึมในร่างกาย กรดไม่ระเหยเหล่านี้ส่วนใหญ่ได้แก่ กรดกำมะถัน กรดฟอสฟอริก และกรดเกลือ มีกรดไพรูวิก กรดแลคติก และกรดซิทริกในจำนวนเล็กน้อย และมีสารคีโตนอยู่บ้าง กรดเหล่านี้ขับออกทางกลอเมอรูลัสพร้อมกับแคทไอออนซึ่งส่วนใหญ่เป็นเป็นโซเดียม กรดอีกส่วนหนึ่งขับออกทางเซลล์ของหลอดไตส่วนปลายโดยมีไฮโดรเจนไอออนแลกเปลี่ยนกับโซเดียมทำให้ปัสสาวะเป็นกรด

### เซลล์เม็ดเลือด (Occult blood)

เฮมาตูเรีย (Hematuria) เป็นภาวะที่มีเม็ดเลือดแดง อยู่ในปัสสาวะ ตรวจพบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เลือดในปัสสาวะที่พบมักเป็นเซลล์เม็ดเลือด (Occult Blood) ซึ่งถูกทำลายและสลายตัวของเฮโมโกลบิน (Hemoglobin) หรือเซลล์เม็ดเลือดสีแดง (Red Blood Cell) ภาวะเช่นนี้เรียกว่า เฮโมโกลบินูเรีย (Hemoglobinuria) ต้องตรวจสอบโดยวิธีทางเคมี

เมื่อตรวจพบเลือดในปัสสาวะแต่ไม่พบเซลล์เม็ดเลือดแดง จากการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ให้สงสัยว่าน่าจะเป็นไมโอโกลบินูเรีย (Myoglobinuria) ซึ่งถูกขับออกมาจากไมโอโกลบิน

(Myoglobin) ซึ่งเป็นโปรตีนจากกล้ามเนื้อ เนื่องจากการได้รับบาดเจ็บ จากอุบัติเหตุทางรถยนต์ การเล่นฟุตบอล ไฟฟ้าช็อต หรือจากการอุดตันของเส้นเลือดแดง ทำให้กล้ามเนื้อมีเลือดไปไม่เพียงพอโดยปกติจะไม่พบ เซลล์เม็ดเลือด (Occult Blood) ในปัสสาวะ

### กลูโคส (Glucose)

เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีมากที่สุดในเลือด และเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของคาร์โบไฮเดรต กลูโคสอาจเรียกได้หลายแบบ เช่น เดกซ์โทรส (Dextrose) หรือน้ำตาลในเลือด ซึ่งกลูโคสนี้ได้มาจากน้ำตาลตามธรรมชาติในอาหาร หรือจากการผลิตภายในร่างกายที่เป็นผลมาจากการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรต กลูโคสสามารถนำมาใช้โดยตรง คือ เป็นแหล่งพลังงานของเซลล์และเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย เก็บไว้ที่กล้ามเนื้อในรูปของไกลโคเจน (Glycogen) และตับ หรือเปลี่ยนเป็นไขมันเพื่อเก็บเป็นพลังงานสะสมเอาไว้ในการออกกำลังกาย ที่ใช้ความหนักของงานสูง และการเผาผลาญออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการ ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและน้ำตาลในเลือดจะเป็นตัวให้พลังงานที่สำคัญที่สุด สำหรับการดื่มเครื่องดื่มประเภทกลูโคสระหว่างทำออกกำลังกายอาจช่วยให้ความสามารถในการออกกำลังกายสูงขึ้น โดยการรักษาระดับน้ำตาลในเลือด

กลูโคสในโกลเมอรูลาร์ฟิลเตรตถูกดูดกลับหมดที่หลอดไตฝอยส่วนต้น การดูดกลับเป็นวิธีแอกทีฟโดยวิธีการเคมฟอสเฟตหรือฟอสโฟรีเลชั่น หลอดไตฝอยปกติสามารถดูดกลูโคสกลับได้  $375 \pm 80$  มก. ต่อนาทีในชาย และ  $305 \pm 55$  มก. ต่อนาทีในหญิง จะไม่มีกลูโคสขับออกมาในปัสสาวะ ถ้าจำนวนกลูโคสในโลหิตไม่เพิ่มสูงกว่าปกติจนเกินไป ในกรณีที่เป็นเบาหวานระดับของกลูโคสในพลาสมาสูง ทำให้กลูโคสในโกลเมอรูลาร์ฟิลเตรตสูงมากด้วย จึงมีกลูโคสปรากฏในปัสสาวะ กลูโคสละลายในน้ำ จึงทำให้ปัสสาวะมีปริมาณมากด้วย

### ไบคาร์บอเนต (Bicarbonate)

เมื่อปัสสาวะมีความเป็นกรดตามปกติจะไม่พบไบคาร์บอเนตในปัสสาวะ ไบคาร์บอเนตส่วนใหญ่ที่มีในโกลเมอรูลาร์ฟิลเตรต (ประมาณ 27 มิลลิโมลต่อลิตร) ถูกจับที่หลอดไตฝอยส่วนต้น วิธีการแลกเปลี่ยน  $\text{Na}^+ - \text{H}^+$  ที่บริเวณนี้ทำให้  $\text{H}^+$  เข้ามาในหลอดไตเข้าร่วมกับ  $\text{HCO}_3^-$

เป็น  $H_2CO_3$  และเปลี่ยนเป็น  $CO_2$  กับ  $H_2O$   $CO_2$  ซึมผ่านเยื่อเซลล์บุสักระแสโลหิต  $HCO_3$  ที่ไหลเข้าสู่หลอดเลือดฝอยส่วนปลายถูกทำให้เป็นกลางด้วย  $H^+$  เช่นเดียวกัน

### โซเดียม (Sodium)

โซเดียมในร่างกายมีความสำคัญเกี่ยวกับการควบคุมจำนวนน้ำและสมดุลของกรด-ด่าง น้ำนอกเซลล์มีโซเดียมไอออนอยู่มากที่สุด โซเดียมจึงเป็นไอออนที่สำคัญที่สุดของของเหลวนอกเซลล์ สมดุลของโซเดียมซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณของน้ำนอกเซลล์ได้นำมาใช้พิจารณาในการรักษาที่คงให้น้ำเกลือ (Fluid Therapy) โซเดียมทำให้กล้ามเนื้อเกิดการตื่นตัว (Irritability)

โซเดียมที่กรองออกจากพลาสมาเข้ามาอยู่ในท่อเมอริลาร์ฟิลเตรท จะถูกดูดกลับกว่า 99 % โดยวิธีแอกทิฟที่หลอดเลือดฝอยนั่นเอง โซเดียมถูกดูดกลับแบบแอกทิฟที่หลอดเลือดฝอยส่วนต้น 85-90 % ส่วนที่เหลือถูกดูดกลับที่ loop of Henle หลอดไตฝอยส่วนปลาย และที่หลอดเลือดรวม การดูดกลับของโซเดียมที่หลอดเลือดฝอยส่วนปลายถูกควบคุมโดยฮอร์โมนอัลโดสเทอโรนจากต่อมหมวกไต

การที่โซเดียมไอออนในหลอดเลือดเข้าสู่เซลล์เยื่อบุมีการรักษาประจุไฟฟ้าในสองด้านของเยื่อเซลล์ให้เป็นกลาง โดยวิธีแรกแอนไอออนถูกส่งตามออกไปด้วย และวิธีที่สองแคทไอออนถูกส่งสวนทางเข้ามา พบว่าแอนไอออนตามโซเดียมออกไปประมาณ 90 % ของโซเดียมที่ถูกดูดกลับ ส่วนโซเดียมไอออนอีก 10 % ถูกดูดกลับโดยวิธีการแลกเปลี่ยนกับแคทไอออนซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ โพแทสเซียมและไฮโดรเจนไอออน

### คลอไรด์ (Chloride)

คลอไรด์ถูกดูดกลับโดยตามไปกับโซเดียมเพื่อให้ได้สมดุลทางไฟฟ้าโดยวิธีการแบบพาสซีฟ คือ ไม่ต้องใช้พลังงาน ประมาณร้อยละ 80 ของคลอไรด์ที่ผ่านการกรองถูกดูดกลับพร้อมกับโซเดียม



### โพแทสเซียม (Potassium)

โพแทสเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีมากเป็นที่สามในร่างกายถัดจากแคลเซียมและฟอสฟอรัสพบอยู่ในเซลล์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งต่างจากโซเดียมที่มีอยู่มากในของเหลวนอกเซลล์ โพแทสเซียมจำเป็นสำหรับชีวิต ร่างกายไม่เติบโตและถึงแก่ความตายได้ ถ้าอาหารขาดธาตุโพแทสเซียม ซึ่งคอยทำหน้าที่ควบคุมดุลออสโมติกภายในเซลล์ เช่นเดียวกับที่โซเดียมทำหน้าที่นั้นนอกเซลล์ และทำหน้าที่ควบคุมดุลกรด-ด่าง ซึ่งทำหน้าที่เป็นด่างโดยทำให้เป็นกลางเมื่อมีภาวะกรด โพแทสเซียมทำหน้าที่ควบคุมดุลของน้ำ และทำหน้าที่เกี่ยวกับการเต้นตัวของประสาทและกล้ามเนื้อ

โพแทสเซียมที่มีอยู่ในกลอเมอรูลาร์ฟิลเตรตถูกดูดกลับหมดที่หลอดไตฝอยส่วนต้นโดยไปคู่กับคลอไรด์ ถ้าโพแทสเซียมมีมากเกินไปเช่นในภาวะขาดน้ำอาจจะถูกดูดกลับได้ไม่หมด โพแทสเซียมที่พบในปัสสาวะเป็นโพแทสเซียมที่ขับออกจากหลอดไตฝอยส่วนปลาย เพื่อแลกที่กับโซเดียมไอออนตามหลักการรักษาประจุไฟฟ้าให้เป็นกลาง ปริมาณของ  $K^+$  ที่ขับออกขึ้นอยู่กับปริมาณของ โซเดียม ไอออน ( $Na^+$ ) ที่ดูดกลับ การกระตุ้นให้มี โซเดียม ไอออน ( $Na^+$ ) ดูดกลับมากขึ้นโดยอัลโดสเตอโรนฮอร์โมน ทำให้มี โพแทสเซียม ไอออน ( $K^+$ ) ขับออกทางปัสสาวะมากขึ้น

### การควบคุมของเหลวในร่างกาย (Regulatory Mechanisms)

การแลกเปลี่ยนของเหลวผ่านผนังเซลล์ถูกควบคุมให้อยู่ในสภาวะที่มีสมดุลทางออสโมติก ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเป็นตัวกำหนดออสโมลาลิตีของ ๆ เหลวในเซลล์ ส่วนของเหลวภายนอกเซลล์มีปริมาณของโซเดียมเป็นตัวกำหนดออสโมลาลิตี ถ้าออสโมลาลิตีคงที่ ปริมาตรของเหลวในเซลล์เป็นอัตราส่วนกับจำนวนของโพแทสเซียมทั้งหมด และปริมาตรของเหลวภายนอกเซลล์เป็นอัตราส่วนกับจำนวนของโซเดียมทั้งหมด ดังนั้นเมื่อปริมาตรของเหลวเหล่านี้ อยู่ในระดับคงที่ การขั้มน้ำรวมทั้งการขั้มนโซเดียมและโพแทสเซียมต้องถูกจัดให้พอเหมาะ เพื่อให้มีจำนวนของสารเหล่านี้เพียงพอที่จะใช้ในร่างกาย การรักษาระดับของสารอิเล็กโตรไลต์นี้ส่วนใหญ่ไตทำหน้าที่นี้ โดยมีหน้าที่ปรับ

1. จำนวนของน้ำในร่างกาย
2. จำนวนของโซเดียมและโพแทสเซียมซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณของ ๆ เหลวนอกเซลล์และของเหลวในเซลล์

3. จำนวนออสโมลาร์ของของเหลวนอกเซลล์และของเหลวในเซลล์

เมื่อออสโมลาลิตีหรือจำนวนไอออนของของเหลวนอกเซลล์เปลี่ยนแปลงไป ใดคอบรับทันที เช่นโดยการเพิ่มหรือลดจำนวนน้ำหรือจำนวนโซเดียมเพื่อให้อยู่ในสมดุลออสโมติก การเพิ่มปริมาณของของเหลวนอกเซลล์เช่นโดยการให้น้ำเกลือหรือให้พลาสมา ทำให้มีน้ำและเกลือขับออกทางปัสสาวะมากขึ้นทันที



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางเปรียบเทียบส่วนประกอบของน้ำเลือดและน้ำปัสสาวะ (ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2528)			
ส่วนประกอบของน้ำเลือด (Plasma Constituent)	ความเข้มข้น (Concentration) Grams per 100 cc.		การเปลี่ยนแปลง (Change in concentration in kidney)
	น้ำเลือด (Blood Plasma)	น้ำปัสสาวะ (Urine)	
น้ำ	90-93	95	
โปรตีน ไขมัน และคอเลสเตอรอลอื่น ๆ	7.9	0	
กลูโคส	0.1	0	
โซเดียม	0.30	0.35	1
คลอรีน	0.37	0.6	2
ยูเรีย	0.03	2	60
กรดยูริก	0.004	0.05	12
โพตัสเซียม	0.020	0.15	7
อัมโมเนีย	0.001	0.04	40
แคลเซียม	0.008	0.015	2
แมกนีเซียม	0.0025	0.006	2
ฟอสเฟต	0.009	0.15	16
ซิลิเกต	0.002	0.18	90
ครีเอตินิน	0.001	0.075	75



### การเก็บปัสสาวะเพื่อส่งตรวจ

การรู้จักเลือกเก็บตัวอย่างเพื่อการตรวจ นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการทดสอบและการแปลผล ฉะนั้นผู้ทำงานในห้องปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องทราบถึงเหตุผลและความจำเป็นในการเลือกใช้ตัวอย่างให้เหมาะสมกับการตรวจแต่ละอย่าง เพื่อให้ผลการทดสอบที่ได้ เป็นที่เชื่อถือ แม่นยำ รวดเร็ว และประหยัด

การเก็บปัสสาวะเพื่อส่งตรวจมีอยู่หลายวิธี ที่ใช้กันอยู่บ่อย ๆ คือ

1. ปัสสาวะที่เก็บเมื่อใดก็ได้ (Random Specimen หรือ Single Specimen หรือ Occasional Specimen) เป็นปัสสาวะที่ให้ผู้ป่วยถ่ายทันทีเมื่อต้องการตรวจ ซึ่งใช้อยู่บ่อย ๆ สำหรับผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลเป็นงานประจำ (Routine) และใช้เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบ (Screening Test) ซึ่งมีข้อแนะนำสำหรับผู้ป่วยอย่างง่าย ๆ คือ ควรทำความสะอาดบริเวณภายนอกของอวัยวะสืบพันธุ์ก่อนทิ้งปัสสาวะตอนแรกไป ให้เก็บเฉพาะปัสสาวะตอนกลางของการถ่าย และไม่เก็บปัสสาวะตอนจะสุด ใช้ภาชนะที่สะอาดรองปัสสาวะประมาณ 20-30 มล. และรีบส่งตรวจทันที การเก็บแบบนี้จึงอาจเรียกอีกชื่อว่าปัสสาวะช่วงกลางของการถ่าย (Mid-Stream Urine)

สำหรับผู้ตรวจควรตรวจทันที ถ้าตั้งปัสสาวะทิ้งไว้ แบคทีเรียจะเจริญได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ ค่า พีเอช ของปัสสาวะเป็นด่าง ถ้าไม่สามารถตรวจปัสสาวะได้ทันทีควรเก็บไว้ในตู้เย็น 0 - 4 ช. และเพื่อป้องกันการสลายของคาสต์ (Cast) ต่าง ๆ ควรทำปัสสาวะให้อยู่ในสภาพเป็นกรด โดยใช้กรดเกลือเจือจาง 2-3 หยด

2. ปัสสาวะ 24 ชั่วโมง (Timed Specimen หรือ 24 Hours Specimen) เป็นปัสสาวะที่เก็บตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งมีความจำเป็นในการตรวจบางอย่าง โดยมีข้อแนะนำสำหรับผู้ป่วยในการเก็บปัสสาวะดังนี้

- ถ่ายปัสสาวะทิ้ง ตอน 08.00 น.
- เก็บปัสสาวะที่ถ่ายทุกครั้ง หลัง 08.00 น.

รวมกันจนครบ 24 ชั่วโมง คือถึง 08.00 น. ของวันรุ่งขึ้นเป็นครั้งสุดท้าย โดยถ่ายเก็บในขวดที่สะอาด ปากกว้าง

- ระหว่างที่เก็บปัสสาวะควรเก็บไว้ในตู้เย็นตลอดเวลา ถ้าไม่มีตู้เย็น ต้องใส่สารเคมีบางอย่างลงไปเพื่อรักษาสภาพของปัสสาวะ ให้เหมาะสมสำหรับการตรวจแต่ละอย่าง

3. ปัสสาวะที่ได้จากการสวน (Catheterized Specimen) มีความจำเป็นในผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย และมักใช้สำหรับการเพาะเชื้อทางจุลชีววิทยาบางราย

4. ปัสสาวะครั้งแรกในตอนเช้า (First Morning Specimen) ซึ่งถือว่าเป็นปัสสาวะที่มีความเข้มข้นของสารละลายมากที่สุด และเหมาะที่จะใช้ในการตรวจมากที่สุด โดยเฉพาะการตรวจการมีครรภ์ (Pregnancy Test) หรือเบาหวาน

นอกจากนี้ ในบางรายที่แพทย์ต้องการทราบความแตกต่างของปริมาตรหรือผลการตรวจระหว่างปัสสาวะในเวลากลางวันกับปัสสาวะในเวลากลางคืน ก็อาจมีการสั่งให้เก็บแยกเฉพาะปัสสาวะช่วงกลางวัน (Day Specimen) หรือปัสสาวะช่วงกลางคืน (Night Specimen) ได้โดยมีข้อแนะนำ คือ

การเก็บปัสสาวะช่วงกลางวัน แนะนำให้ผู้ปวยถ่ายทิ้งเมื่อ 08.00 น. แล้วเก็บทุกครั้งหลังจากนั้นจนถึง 22.00 น. ให้ถ่ายเป็นครั้งสุดท้าย

สำหรับปัสสาวะช่วงกลางคืนก็มักนิยมเก็บภายหลังอาหารเย็นแล้ว 3 ชั่วโมง คือ ให้ผู้ปวยถ่ายทิ้งเมื่อ 20.00 น. แล้วเก็บทุกครั้งหลังจากนั้นจนถึง 08.00 น. ของวันรุ่งขึ้น

การเก็บปัสสาวะช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน ควรทำแบบเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมงทุกประการ

#### การเก็บรักษาปัสสาวะเพื่อการตรวจ

สารที่ละลายอยู่ในปัสสาวะประกอบด้วยสารเคมีหลายอย่าง และสารต่าง ๆ เหล่านี้จะมีมากขึ้นหรือลดน้อยลงได้ในกรณีที่ผู้ปวยเป็นโรค ฉะนั้นการตรวจปัสสาวะถ้าไม่ได้ตรวจทันทีจะทำให้ผลการตรวจผิดพลาดไป ถ้าตรวจทันทีไม่ได้ ควรป้องกันการเปลี่ยนแปลงของสารต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยปฏิบัติดังนี้

1. เก็บไว้ในตู้เย็น 0-4° ซ. จนกระทั่งถึงเวลาตรวจ
2. เติมสารเคมีบางชนิดลงไป ซึ่งสารเคมีที่ใช้มีอยู่ด้วยกันหลายอย่าง เจ้าหน้าที่

ที่อยู่ประจำห้องปฏิบัติการหรือแพทย์ผู้สั่งการตรวจควรเลือกใช้ให้เหมาะสมแต่ละชนิดไป เช่น โทลูอีน (Toluene) นับว่าเป็นสารที่รักษาปัสสาวะได้ดีมากชนิดหนึ่งในการรักษาสารละลายเคมีในปัสสาวะ โดยเฉลี่ยทั่วไปใช้ 2 มล. เพื่อให้เพียงพอในการลอยตัวอยู่บนผิวบนคลุมปัสสาวะ เมื่อต้องการจะตรวจปัสสาวะก็ใช้ปิเปตดูดปัสสาวะตอนล่างขึ้นมาตรวจ หรือดูดหรือเทโทลูอีนออกมาให้หมดก่อน

#### การวิจัยภายในประเทศ

วรเบญญา นิกข์อรณพ (2534) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายที่ใช้ความหนักแตกต่างกันที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดของหญิงวัยกลางคน กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคลากรหญิงของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอายุระหว่าง 31-50 ปี จำนวน 27 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 9 คน แต่ละกลุ่มออกกำลังกายตามโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ แอโรบิคแดนซ์ เดิน-วิ่ง และซิกการยานอยู่กับที่ โดยให้แต่ละกลุ่มใช้ความหนักของการออกกำลังกายคือเปอร์เซ็นต์ของนิสส์อัตราการเต้นของหัวใจ คือ กลุ่มที่ 1 75 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2 65 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 3 55 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการฝึก 10 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 1 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า ทั้งสามกลุ่มมีค่าโคเลสเตอรอลหลังฝึกลดลงแตกต่างจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีค่าเอชดีแอล - โคเลสเตอรอลหลังฝึกเพิ่มขึ้น และมีค่าแอลดีแอล-โคเลสเตอรอล หลังฝึกลดลงแตกต่างจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่ากลูโคสหลังการฝึกลดลงแตกต่างจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 การเปรียบเทียบค่าสารชีวเคมีในเลือดทุกตัวหลังการฝึกของทั้งสามกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

พรกมล ทวยเจริญ (2534) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในเลือดและชีวเคมีในพลาสมาของนักวิ่งมินิมาราธอน โดยศึกษาผลของการวิ่งมินิมาราธอนต่อการเปลี่ยนแปลงในเลือดและชีวเคมีในพลาสมา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ ชั้นปีที่ 1 อายุระหว่าง 18-21 ปี น้ำหนัก 40.5-56.5 กิโลกรัม จำนวน 15 คน ก่อนการวิ่งได้รับการทดสอบสมรรถภาพทางกายเพื่อเปรียบเทียบกับภายหลังการวิ่งแล้ว 7 วัน การวิเคราะห์ผลจากตัวอย่างเลือดได้กระทำก่อนการวิ่ง ทันทีที่กลุ่มตัวอย่างวิ่งเข้าเส้นชัย ภายหลังการวิ่งแล้ว 1 วัน

และ 7 วัน ตัวอย่างของเลือดได้นำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ค่าฮีมาโตคริต จำนวนเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และองค์ประกอบทางชีวเคมีบางอย่าง ในวันแข่งขัน ค่าเฉลี่ยของหมู่โลหิต 28.2+/-0.17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 62.2+/-1.73 % ภายหลังการวิ่ง น้ำหนักตัวของกลุ่มตัวอย่างลดลง 1.40+/-0.09 กิโลกรัม วิ่งด้วยอัตราเร็ว 7.4-11.1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการวิเคราะห์เลือดเปรียบเทียบกับก่อนวิ่งพบว่า จำนวนเม็ดเลือดแดงปริมาตรเฉลี่ยของเม็ดเลือดแดง (MCV) ค่าเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (MCH) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (MCHC) ระดับโพแทสเซียม โปตัสเซียม คลอไรด์ และแคลเซียมในเลือดไม่เปลี่ยนแปลง ค่าฮีโมโกลบิน ฮีมาโตคริต และจำนวนเม็ดเลือดขาวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (8.4 %,  $p < 0.1$ ; 6.4%,  $p < .01$  และ 61%,  $p < .001$  ตามลำดับ) และพบว่า เม็ดโลหิตขาวชนิดนิวโทรฟิล โมโนไซต์ และ ลิมโฟไซต์สูงขึ้น 92%, 79%, และ 28% ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบทางชีวเคมีในเลือดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ กลูโคส ( $p < .001$ ) ยูเรียไนโตรเจน ( $p < .001$ ) พลาสมาโปรตีน ( $p < .05$ ) และค่าโคเรคท์บีลิจูบิน ( $p < .01$ ) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อยู่ในขอบเขตของค่าปกติ ช่วงภายหลังการวิ่ง 1 วัน และ 7 วัน พบว่าค่าเหล่านี้กลับคืนสู่ค่าปกติใกล้เคียงกับก่อนการวิ่ง การลดลงของระดับพลาสมาในเลือดขณะวิ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่มีผลให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ในเลือดที่นำมาวิเคราะห์ในครั้งนี้

จากทั้งหมดที่ได้รับ อาจสรุปได้ว่า การวิ่งมินิมาราธอน 15 กิโลเมตร ไม่มีผลกระทบกระเทือนที่เลวร้ายต่อลักษณะทางโลหิตวิทยา และชีวเคมีในพลาสมา ของนักวิ่งเพศหญิงในการศึกษาครั้งต่อไป ควรจะทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงในปีสภาวะของนักวิ่งด้วย

รัตนา ฤทธิมิต และคณะ (2531) ได้ศึกษาผลการตรวจปีสภาวะในผู้ออกกำลังกายว่าสภาวะนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารและตะกอนต่าง ๆ ในปีสภาวะของอาสาสมัครเด็กไทย 100 คน ที่ออกกำลังกายด้วยการว่ายน้ำเป็นระยะทาง 1,200 ถึง 1,500 เมตร โดยการตรวจปีสภาวะ เมื่อเปรียบเทียบการตรวจตะกอนปีสภาวะในขณะว่ายน้ำและก่อนว่ายน้ำพบว่า ในขณะว่ายน้ำตรวจพบ cast (คราบ หล่อ แบบ รูป ลักษณะ) และเม็ดโลหิตขาวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งเพศหญิงและเพศชาย และตรวจพบเม็ดเลือดแดงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในเพศหญิง ( $P < 0.01$ ) แต่ตะกอนชนิดอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทั้งก่อนว่ายน้ำ ขณะว่ายน้ำและหลังว่ายน้ำ

น้ำ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจส่วนน้ำไขของปัสสาวะในขณะว่ายนํ้าและก่อนว่ายนํ้า พบว่าปัสสาวะในขณะว่ายนํ้ามีความด่างเพาะต่ำกว่า และความเข้มข้นของโปรตีนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทั้งเพศหญิงและเพศชายและตรวจพบ occult (L.occultus, hidden-Obsecure; hidden, as a hemorrhage) blood สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในเพศหญิง ( $P < 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจตะกอนและส่วนน้ำไขปัสสาวะ ระหว่างก่อนว่ายนํ้าและหลังจากว่ายนํ้าแล้ว 24 ชั่วโมง พบว่า ผลการตรวจทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

#### งานวิจัยในต่างประเทศ

ลิจเนน และคณะ (Lijnen et al., 1985) ได้ศึกษาถึงตัวแปรทางด้านชีวเคมีในพลาสมาและปัสสาวะ ก่อนและหลังการออกกำลังกายระยะเวลาาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย จำนวน 9 คน ทำการศึกษาโดยให้พัก 2 วัน ทำการออกกำลังกาย จำนวน 9 คน ทำการศึกษาโดยให้พัก 2 วัน ทำการออกกำลังกาย 2 วัน และให้พักอีก 2 วัน เก็บรวบรวมปัสสาวะ 24 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการขับ ครีเอตินิน ครีเอติน กรดยูริค ยูเรีย แคลเซียม และแมกนีเซียม มีลักษณะคล้ายคลึงกับในระหว่างช่วงพักและการออกกำลังกาย การขับปัสสาวะใน 24 ชั่วโมง จะมีโซเดียมและโพตัสเซียมลดลงในระหว่างวันที่ออกกำลังกาย ในขณะที่อัลโดสเตรอนจะเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของเฮโมโกลบิน, เฮมาโตคริต และเซลล์เม็ดเลือดแดงจะลดลงใน 14 ชั่วโมง และจะคืนกลับภายหลังการออกกำลังกาย 42 ชั่วโมง เซรุ่ม กรดยูริค ครีเอติน ฟอสโฟคีนเนส-MM (โครงสร้างกล้ามเนื้อ) ส่วนย่อยของกล้ามเนื้อ กลูตามิค ออกซาเลซิค ทรานซามิเนส (Glumatic Oxalacetic Transaminase) และระดับไมโอโกลบิน จะเพิ่มขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย 14 ชั่วโมง จะกลับเข้าสู่ปกติภายหลังจากการออกกำลังกาย 42 ชั่วโมง

เคลอริโก และคณะ (Clerico et al., 1990) ได้ศึกษาถึงการออกกำลังกายที่ก่อให้เกิดโปรตีนเรียในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดี โดยศึกษาถึงอัตราของการขับปัสสาวะที่มีอัลบูมิน อัลฟา 1-ไมโครโกลบูลิน (เครื่องแสดงประสิทธิผลที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือด) โซเดียม โพตัสเซียม และครีเอตินินในสภาพพื้นฐาน (ปัสสาวะที่เก็บหลังจากตื่นนอน) และ

ภายหลังการออกกำลังกาย (ระยะของการฝึก) ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักจักรยานอาชีพ จำนวน 10 คน เพื่อจะพิสูจน์ว่าการขับโปรตีนเพิ่มขึ้นหรือไม่ แม้ว่านักกีฬาได้รับการฝึกเป็นอย่างดีภายหลังการทำงานของร่างกาย นอกจากนี้เราต้องการที่จะทำความเข้าใจว่าผลการออกกำลังกายนั้นจะทำให้เกิดโปรตีนเรียสในการกรอง (Glomerular) หลอดฝอยไต (Tubular) หรือทั้ง 2 อย่าง เมื่อเทียบกับสภาพพื้นฐาน (การเก็บหลังจากตื่นนอน) จะพบว่ามีการขับเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ในปริมาณของอัลบูมิน โครีเอติน และโปรตีนซีรัม และปริมาณของปัสสาวะด้วยเช่นกัน การออกกำลังกายจะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของไต ซึ่งผลการออกกำลังกายนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับผู้ที่ไม่มีสุขภาพที่ไม่ใช่ นักกีฬา จำนวน 91 คน ในขณะพัก ( $4.6 \pm 2.7$  ไมโครกรัม/นาทีก) ซึ่งหมายถึง การออกกำลังกาย มีความสัมพันธ์กับการขับของอัลบูมิน 1 ไมโครกรัม/นาทีก โดยในนักกีฬามีค่าภายหลังการตื่นนอนที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยค้นพบว่า (1) อัลบูมินเรียส จะเพิ่มขึ้นในการออกกำลังกายและก่อให้เกิดโปรตีนเรียส (2) โปรตีนเรียส จากการออกกำลังกาย คือ โกลเมอรูลา และทิวบูล่า และสามารถดูดกลับไปได้ (3) การเพิ่มของโปรตีนของนักกีฬา ที่อาจเป็นส่วนในการอ้างถึงการขับโปรตีนในปัสสาวะที่เกิดขึ้นเสมอภายหลังการออกกำลังกาย อย่างหนัก

พอกแมนส์ และเฮนริส (Poortmans and Henrist, 1989) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของพื้นที่ที่มีช่องอากาศรองรับการกระแทกที่มีต่อโปรตีนเรียสภายหลังการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชาย จำนวน 14 คน โดยเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายแบบเพิ่มความหนักทีละน้อย ทุก ๆ 1 นาที จำนวน 3 เซ็ท จนกระทั่งหมดแรง เพื่อเปรียบเทียบโปรตีนเรียสภายหลังการฝึกจักรยาน การวิ่งบนลู่วิ่ง โดยไม่ใส่รองเท้าและใส่รองเท้าที่พื้นมีช่องอากาศรองรับแรงกระแทก แลคเตทในหลอดเลือดดำจะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 11 โมล/ลิตร ภายหลังการออกกำลังกาย 3 ชม ขณะที่โปรตีนและอัลบูมินในปัสสาวะจะเพิ่มขึ้น 7 (ขณะพัก ไมโครกรัม/นาทีก) และ 19 (ขณะพัก 11 ไมโครกรัม/นาทีก) ตามลำดับ ครีเอตินิน เคลียแรนซ์ (Creatinine Clearance) ลดลงถึง 75% (88 มล./นาทีก) ของค่าขณะพักทั้ง 3 ของการออกกำลังกาย อัลบูมินเคลียแรนซ์ (Albumin Clearances) เพิ่มขึ้นจาก 0.24 ไมโครลิตร/นาทีก ขณะพัก ถึง 4.08 ไมโครลิตร/นาทีก ระหว่างระยะพักสั้น ไม่พบว่าคุณค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่เปรียบเทียบของทั้ง 3 ค่าที่ลดลง ในทางตรงข้ามเมื่อวิ่งด้วยเท้าเปล่าค่าพลาสมา

เฮโมโกลบินจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ผลแสดงว่า เฮโมไลซิน (Haemolysis) และการ กระแทกที่ฝ่าเท้าหลาย ๆ ครั้ง จะไม่ก่อให้เกิดการขับโปรตีนในปัสสาวะ ของการเพิ่มความหนัก ที่ละน้อยในช่วงสั้น ๆ และการออกกำลังกาอย่างหนักจนหมดแรงของมนุษย์ได้

พอกแมนส์และคณะ (Poortmans et al., 1989) ได้ศึกษาถึงการขับโปรตีนของไต ภายหลังการออกกำลังกาในผู้ชาย กลุ่มตัวอย่างเป็นชาย 13 คน ออกกำลังกาโดยที่จักรยาน ในระดับที่เหนื่อยจนหมดแรง เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนเรียในระะยะฟื้นตัว นำตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์เฮมาโทคริต แลคเตท ครีเอตินิน โปรตีน และอัลบูมินภายหลัง การออกกำลังกา 1 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างปัสสาวะระหว่าง 3 ชั่วโมง ในระะยะฟื้นตัว จะทำ การศึกษาระดับของโปรตีน อัลบูมินและครีเอตินิน ในปัสสาวะจะพบว่าโปรตีน และอัลบูมิน เพิ่มขึ้น 581 และ 315 ไมโครกรัม/นาที ตามลำดับ ตอนสุดท้ายในชั่วโมงแรกของการฟื้นตัวจะเทียบได้ กับค่าขณะพัก 42 และ 15 ไมโครกรัม/นาที ปริมาณของพลาสมาจะกลับสู่ในระดับก่อน ออกกำลังการะหว่าง 30 และ 60 นาที ภายหลังสิ้นสุดการออกกำลังกา ขณะที่โปรตีนและ อัลบูมิน ในปัสสาวะที่ถูกขับจะยังคงอยู่เหนือค่าในขณะพักเมื่อภายหลัง 2 ชั่วโมง โปรตีนและ อัลบูมินในปัสสาวะที่ขับภายหลังการออกกำลังกาจะลดลงและจะกลับเป็นปกติในเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง การลดปริมาณของพลาสมา และระะดับของการขาดน้ำ ซึ่งคู่กับว่าจะไม่มีผลจาก กระบวนการนี้ ผลการศึกษานี้แสดงว่า ระะยะเวลาของการฟื้นตัวที่ช้าของโปรตีนเกิดจากการ ความคุมของไต เมื่อเทียบกับค่าทางชีวเคมีอื่น ๆ และได้ข้อมูลที่ต้องจากการเปลี่ยนแปลงของ โปรตีนเรียหลังการออกกำลังกา

มิไซ และโอกาตะ (Miyai and Ogata, 1990) ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของโปรตีนในปัสสาวะภายหลังการออกกำลังกา อิทธิพลของการออกกำลังกา ที่มีต่อการขับโปรตีนในปัสสาวะ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเบสบอลชายระะดับอุดมศึกษา จำนวน 17 คน เก็บปัสสาวะก่อนและหลังการออกกำลังกา เพื่อตรวจดูความเข้มข้นของโปรตีน อัลบูมิน ครีเอตินิน เบตัน 2-ไมโครโกลบูลิน และครีเอตินิน และพบว่ามีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอย่างมี นัยสำคัญที่ระะดับ .01 ในขณะที่ N-acetyl-beta-D-glucosaminase ไม่เพิ่มขึ้น ผลที่เกิดขึ้น ในลักษณะที่คล้ายคลึงกันนี้ เมื่อพิจารณาส่วนประกอบโดยค่านวความหนาแน่นของปัสสาวะ 1.024 และจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของจำนวนครีเอตินิน ความสัมพันธ์ในทางบวกจะพบได้ใน



จำนวนความเข้มข้นของโปรตีนอัลบูมิน เบต้า 2-ไมโครโกลบูลิน และ เอน-อะซีทิล-เบตา-ดี-กลูโคซามิเนส (N-acetyl-beta-D-glucosaminase) ไอโซเอ็นไซม์ (Isoenzyme) ของ เอน-อะซีทิล-เบตา-ดี-กลูโคซามิเนส ในปัสสาวะจะกำหนดได้โดยการวิเคราะห์ทางอิเล็กโตรโฟรีซิส บนแผ่น เซลลูโลส อะซีเตท (Cellulose Acetate) ภายหลังจากการออกกำลังกาย ซึ่งปรากฏว่ารูปแบบเอน จะเพิ่มขึ้นบ้างและรูปแบบบี จะลดลงเล็กน้อย แต่สิ่งเหล่านี้พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บาร์คลีย์ และคณะ (Barclay et al., 1947) ได้ศึกษาผลของการสูญเสียน้ำ ทางปัสสาวะ (Water Diuresis) และการออกกำลังกายที่มีต่อปริมาตรและส่วนประกอบของ ปัสสาวะ โดยได้ทำการวัด อีอาร์พีเอฟ (ERPF) (Diodone Clearance) ก่อน ภายหลังทันที และหลังจาก 1 ชม.ผ่านไป ของการออกกำลังกายอย่างหนักในนักวิ่งอายุระหว่าง 17-20 ปี จำนวน 9 คนโดยกลุ่มตัวอย่างจะดื่มน้ำเข้าไปในร่างกายเพื่อเพิ่มน้ำปัสสาวะ และให้นอนเอก เซนท ระหว่างก่อนออกกำลังกาย 2 ครั้ง ห่างกันประมาณ 15-20 นาที และ 3-4 ครั้ง หลัง การออกกำลังกายการออกกำลังกายประกอบด้วย การวิ่งเร็วระยะทาง 1 ใน 4 ไมล์ อีอาร์พีเอฟ (ERPF) (Diodone Clearance) เฉลี่ย ก่อน 736 หลังออกกำลังกายทันที 447 และหลังจาก 1 หรือ 2 ครั้ง สุกท้ายของระยะเวลาที่มีการเคลียร์รานซ์ (Clearance Periods) เท่ากับ 579 มล. ต่อ นาที

ฮันเซน และคณะ (1982) ได้ศึกษาการรั่วของเซลล์กล้ามเนื้อ (Muscle Cell Leakage) อันเป็นผลมาจากการฝึกวิ่งระยะทางไกล ซึ่งผลการวิจัยไม่พบ ทั้งโปรตีนในปัสสาวะ (Proteinuria) และคาสท์ (Casts) ในปัสสาวะ ของนักวิ่ง 16 คน และผู้ที่ไม่ใช่ นักวิ่ง 9 คน ทั้งนี้ทั้งการวิ่งระยะทางไกลเสร็จสิ้นลง รวมทั้งไม่สามารถสังเกตเห็นทั้ง มัยโอบิลินิเมีย (Myoglobinemia) และ ฮีโมโกลบินิเมีย (Hemoglobinemia) อันเป็นผลมาจากการสูญเสีย ธาตุเหล็กอย่างมีนัยสำคัญในปัสสาวะด้วย

เออร์วิง และคณะ (Irving et al., 1990) ได้ทำการศึกษาปริมาตรของพลาสมา และหน้าที่การทำงานของไตระหว่างและหลังการวิ่งอูลตรามาราธอน โดยได้ทำการศึกษาในนักวิ่ง ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 8 คน ก่อนวิ่ง 3 วัน และหลังจากวิ่งแล้ว 6 วัน ระยะทางที่ใช้วิ่งคือ 56 กิโลเมตร ซึ่งหลังจากวิ่งทันที ปริมาตรของพลาสมา ครีอาตินิน เคลียร์รานซ์ (Creatinine



Clearance) และการไหลของปัสสาวะไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าก่อนวิ่ง หลังจากนั้นอีกมากกว่า 3 วัน ปริมาตรของพลาสมา เพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจาก การอินฟลักซ์ (Influx) ของอัลบูมินของซีรัม (Serum Albumin) จำนวน 17 กรัม รวมกับการเพิ่มปริมาณโซเดียมพลาสมา ซึ่งยังคงเป็นเช่นนี้เรื่อยไปตลอดระยะเวลาของการศึกษา การลดของการขับถ่ายโซเดียมในปัสสาวะจะปรากฏในระหว่างวันแข่ง ครีโอลินิน เคล็ซทรานซ์ เพิ่มขึ้นหลังจากการแข่งขันและยังคงสูงขึ้นอีกในระยะเวลา 48 ชั่วโมง การเพิ่มของกิจกรรมต่าง ๆ ของเอนไซม์ในซีรัม ความเข้มข้นของ ซี-รีแอคทีฟ โปรตีน (C-reactive Protein) ปริมาตรกรดยูริกในซีรัม ความเข้มข้นและการเกิดของครีโอลินินในซีรัมแสดงว่ากล้ามเนื้อเกิดการถูกทำลายผลจากการฝึกหัดครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอแนะไว้ดังนี้ ประการแรก การคงอยู่เรื่อยไปของการเพิ่มปริมาณพลาสมาเกิดจากการอินฟลักซ์ ของอัลบูมินเข้าไปยังที่ว่างระหว่างเส้นเลือด (intravascular space) พร้อมกับการเพิ่มปริมาณของโซเดียมในพลาสมา การลดการขับถ่ายโซเดียมในปัสสาวะระหว่างวันแข่งขันสามารถทำให้อยู่ในสภาพปกติได้ในภายหลัง ประการที่สอง การแปลผลการเปลี่ยนแปลงหลังการแข่งขันในส่วนประกอบในซีรัม ต้องนำเข้ามาพิจารณาในการเปลี่ยนแปลงของปริมาณพลาสมา ประการที่สาม มีการเพิ่มในอัตราการกรองของโกลเมอรูลัส ภายหลังการวิ่งมาราธอน และอุลตรามาราธอน ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการที่เซลล์ของกล้ามเนื้อถูกทำลาย แม้ว่ากลไกทางสรีระของสาเหตุนี้จะยังไม่ปรากฏชัดเจนก็ตาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย