

บทที่ 3

กลไกพยาธิสรีรวิทยาของการเกิดโปรตีนในปัสสาวะมากกว่า 1.5 กรัมต่อวัน

1. โครงสร้างปกติของไต

ไตมีลักษณะรูปถั่วยาวรี เมื่อผ่าตามยาวประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนเปลือกนอก (renal cortex) และเนื้อไต (renal medulla) ไตประกอบด้วย หน่วยโครงสร้างที่เล็กที่สุดที่ทำงานได้ เรียกว่า หน่วยไตหรือ nephron ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (เกรียง ตั้งสง่า, 2534)

1. รีนิลคอปัสเคิล (renal corpuscle) ประกอบด้วย

- ก. โบริวแมนแคปซูล
- ข. กลีบโกลเมอรูลัส

2. หลอดฝอยไตส่วนต้น ประกอบด้วย

- ก. หลอดฝอยไตส่วนต้นชนิดม้วน
- ข. หลอดฝอยไตส่วนต้นชนิดตรง

3. หลอดฝอยไตส่วนกลาง (intermediate tubule) ประกอบด้วย

- ก. หลอดฝอยไตทอดลงชนิดบางของหลอดฝอยไตเส้นเลรูป เรียกว่า DTC (Descending thin limb) ประกอบด้วย
 - หลอดฝอยไต DTC ของลูปลั้น
 - หลอดฝอยไต DTC ของลูปลายาว
- ข. หลอดฝอยไตทอดขึ้นชนิดบางของเส้นเลรูป เรียกว่า ATC (ascending thin limb)
- ค. หลอดฝอยไตทอดขึ้นชนิดหนาของเส้นเลรูป เรียกว่า TAL (thick ascending limb)

4. หลอดฝอยไตส่วนปลาย (distal tubule) ประกอบด้วย

- ก. หลอดฝอยไตส่วนปลายชนิดตรง (distal straight tubule)
- ข. หลอดฝอยไตทอดขึ้นชนิดหนา ส่วนเปลือกไต (cortical thick ascending limb)
- ค. หลอดฝอยไตทอดขึ้นชนิดหนาส่วนเนื้อไต (medullary thick ascending limb)

ง. หลอดฝอยไตแมกคิวลาเดนซา (macular densa)

จ. หลอดฝอยไตส่วนปลายชนิดม้วน (distal convoluted tubule)

5. หลอดฝอยไตคอลเลกติก(collecting tubule)

ก. หลอดฝอยไตคอลเนกติก (connecting tubule)

ข. หลอดฝอยไตคอลเลกติกส่วนเปลือกไต (cortical collecting duct)

ค. หลอดฝอยไตคอลเลกติกส่วนเนื้อในริมนอก (outer medullary collecting duct)

ง. หลอดฝอยไตคอลเลกติกส่วนเนื้อใน (inner medullary collecting duct)

จ. หลอดฝอยไตคอลเลกติกส่วนปุ่มเล็กไต (papillary duct)

นอกจากหน่วยไตหรือ nephron แล้ว ไตยังประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ซึ่งอยู่ระหว่างส่วนของ nephron แต่ละอัน คือ

1. ส่วนอินเทอร์สติเชียม (Interstitium) ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ หน่วยไต ถูกล้อมรอบด้วยเซลล์ของหลอดฝอยไตและหลอดเลือด มีปริมาตรคิดเป็น 13.1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรเนื้อไตทั้งหมด (Larson, Sjonquist และ Wolgast, 1984) ในอินเทอร์สติเชียม ประกอบไปด้วยหลอดน้ำเหลือง, เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน, เซลล์อินเทอร์สติเชียม

2. ระบบหลอดเลือดในไต (Renal Vascular System)

ระบบหลอดเลือดในไตมีลักษณะเป็นระบบพอร์ทัล กล่าวคือ ประกอบด้วยเครือข่ายของหลอดเลือดฝอย 2 ระบบ ได้แก่ โกลเมอรูลัส และ peritubular ในส่วนเนื้อในไตนั้น peritubular capillaries จะประกอบด้วย descending และ ascending vasa recta และมี true medullary capillaries อยู่ตรงกลาง

เลือดที่เข้าสู่ไตจะมาจาก renal arteries ก่อนเข้าไตจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนด้านหน้าและส่วนด้านหลัง เมื่อเข้าไปถึงบริเวณรีนัลไชนัสจะกลายเป็น interlobar artery และเมื่อถึงบริเวณรอยต่อระหว่างเปลือกไตเข้าสู่ส่วนเนื้อในของไตจะแตกแขนงเป็น interlobular artery และ afferent arteriole เพื่อเข้าสู่โกลเมอรูลัส

หลอดเลือดฝอยในโกลเมอรูลัสได้มาจากการแตกแขนงของ afferent arteriole กลายเป็นกิลบโกลเมอรูลัส ซึ่งแต่ละกิลบ (lobule) อาจเชื่อมต่อกันได้ ต่อมาหลอดเลือดฝอยเหล่านี้จะรวมตัวกันเป็น efferent arteriole ก่อนจะออกจากโกลเมอรูลัส

พบว่า afferent arteriole เป็นตัวสำคัญในการควบคุมปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงหน่วยไต โดยการหดหรือคลายตัวของ afferent arteriole โดยอาศัยกลไกของ tubuloglomerular feedback ถ้าเกิดการหดตัวของ arteriole ปริมาณสารน้ำก็จะลดลง ส่วน efferent arteriole มีบทบาทน้อยกว่า แต่สามารถตอบสนองต่อระบบประสาทซิมพาเทติกได้ โดยถ้าเกิดการกระตุ้นจะทำให้เกิดการหดตัวของ efferent arteriole

Efferent arterioles จะเรียงตัวและแตกแขนงต่อมาเป็น peritubular capillaries ก่อนจะรวบรวมส่งเลือดสู่ระบบหลอดเลือดดำต่อไป

กลไกการเกิดภาวะโปรตีนในปัสสาวะ

ปกติ glomerular basement membrane และ glomerular epithelial cell ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้โปรตีนในเลือด (albumin) ที่ผ่านเข้ามาในไตสูญเสียออกไปทางปัสสาวะ ดังนั้นในภาวะปกติ จะตรวจพบโปรตีนในปัสสาวะ (proteinuria) ได้น้อยมาก (มีค่าประมาณ 30 - 50 มก./วัน) โดยโปรตีนที่ออกมาในปัสสาวะเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนที่สร้างจากเซลล์หลอดฝอดไตทอดชิ้นชนิดหนาสองของเฮนเลอูป และเรียกโปรตีน ซึ่งมักมีสารคาร์บอกไฮเดรตเป็นส่วนประกอบนี้ว่า Tammhorsefall protein

การมีภาวะ proteinuria อาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ได้แก่

- 1 Functional proteinuria เป็นภาวะ proteinuria ที่เกิดภายหลังการออกกำลังกาย, ไข้ ซึ่งมักมีปริมาณไม่เกิน 500 มก./วัน
- 2 Overflow proteinuria หรือ Overproduction proteinuria เป็นภาวะ proteinuria ซึ่งเกิดจากการมีการสร้างหรือสลายโปรตีนจำนวนมากในกระแสเลือด โดยเกิดในกรณีเฉพาะ บางกรณี เช่น Multiple Myeloma, Myoglobinuria
- 3 Glomerular proteinuria เป็นภาวะ proteinuria ซึ่งเกิดจากความผิดปกติของ glomerulus ซึ่งอาจเป็นความผิดปกติของ glomerular basement membrane, mesangial cell, endothelial cell หรือ epithelial cell ภาวะ glomerular proteinuria นี้ มักพบปริมาณโปรตีนในปัสสาวะมากกว่า 1.5 กรัมต่อวัน
- 4 Tubular proteinuria เป็นภาวะ proteinuria ที่เกิดจากความผิดปกติของ tubular cell โปรตีนที่ผ่านออกทางปัสสาวะในกรณีนี้มักเป็นโปรตีนที่มี

น้ำหนักโมเลกุลน้อย กล่าวคือ ต่ำกว่า 60,000 dalton และ ปริมาณโปรตีน
ไม่เกิน 1.5 กรัมต่อวัน

จะเห็นได้ว่า ปริมาณโปรตีนในปัสสาวะมากกว่า 1.5 กรัมต่อวัน เป็นระดับซึ่งบ่งชี้ว่าน่า
จะมีพยาธิสภาพของ glomerular อย่างชัดเจน ซึ่งจะทราบได้แน่นอนก็โดยการเจาะชิ้นเนื้อไต
เพื่อดูพยาธิสภาพ ข้อมูลทางพยาธิสภาพที่ได้มาจะช่วยบอกระดับของความผิดปกติ, ระดับ
ความรุนแรงของความผิดปกติ, การพยากรณ์โรค และอาจบอถึงกลไกการเกิดความผิดปกติ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย