

การประเมินค่าอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัสในสุนัข
โดยวิธีวัดเคลียแรนซ์ ของครีอะตินีนที่สร้างขึ้นในร่างกาย

ชลลดา บุรณกาล* วันชัย เย็นเพชร และศิริราม สุวรรณวิภา

Abstract

Chollada Buranakarl* Wanchai Yenpetch and Siram Suvarnavibhaja

THE ESTIMATION OF GLOMERULAR FILTRATION RATES USING ENDOGENOUS CREATININE CLEARANCE IN NINE DOGS

The objective of this study was to estimate the glomerular filtration rates of normal dogs using the clearance of endogenous creatinine, and comparing it to the clearance of exogenous creatinine. Nine healthy dogs, of both sexes, were used in this study. The results showed a significant relationship, with a correlation coefficient = 0.714 ($p < 0.05$). The regression line was an endogenous creatinine clearance = $(-0.803 + 0.677) \times$ exogenous creatinine clearance. The use of endogenous creatinine clearance is a simple and convenient method without the need to administer any substances and can be used to evaluate renal function in clinical practice.

Keywords : glomerular filtration rate, endogenous creatinine clearance, dog

Department of Physiology, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Patumwan, Bangkok, 10330

*Corresponding author

ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

*ผู้รับผิดชอบบทความ

บทคัดย่อ

ชลลดา บูรณกาล* วันชัย เย็นเพชร และศิริราม สุวรรณวิภาช

การประเมินค่าอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัสในสุนัขโดยวิธีวัดเคลียแรนซ์ ของครีอะตินีน ที่สร้างขึ้นในร่างกาย

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้านี้เพื่อการประเมินค่าอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัส (glomerular filtration rate; GFR) โดยวัดค่าเคลียแรนซ์ (clearance) ของครีอะตินีนที่สร้างขึ้นในร่างกาย (endogenous creatinine) เปรียบเทียบกับการวัดเคลียแรนซ์ของครีอะตินีนที่ให้จากภายนอก (exogenous creatinine) โดยทำการวัดในสุนัขทั้งเพศผู้และเพศเมีย จำนวน 9 ตัว จากผลการทดลองพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า endogenous creatinine และ exogenous creatinine ที่สัมพันธ์เท่ากับ 0.714 ($p < 0.05$) และมีค่า regression line คือ $\text{Endogenous creatinine clearance} = (-0.803 + 0.677) \times \text{exogenous creatinine clearance}$ การใช้ค่า endogenous creatinine clearance ในการประเมินค่า GFR เป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก ไม่จำเป็นต้องทำการฉีดสารใดๆ เข้าสู่ตัวสัตว์ และสามารถประเมินค่าการทำงานของไตได้อย่างเหมาะสมในทางคลินิก

คำสำคัญ: อัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัส, ค่าเคลียแรนซ์ของครีอะตินีนที่สร้างขึ้นในร่างกาย, สุนัข

บทนำ

โรคไตเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของการทำหน้าที่ของไต ทำให้ไตไม่สามารถควบคุมสมดุลของน้ำและเกลือแร่ และยังมีภาวะสะสมของของเสียขึ้นในร่างกาย ภาวะไตวายจะเป็นภาวะที่มีการเพิ่มขึ้นในเลือดของสารยูเรีย (blood urea nitrogen; BUN) ซึ่งเป็นผลผลิตสุดท้ายจากขบวนการเมตาบอลิซึมของโปรตีนและ creatinine ซึ่งได้จากเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อ เนื่องจากสารทั้งสองต้องขับทิ้งทางไต อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของ BUN และ creatinine นั้นจะเริ่มเพิ่มขึ้นเมื่อการทำหน้าที่ของไตลดลงเกินกว่า 75% ขึ้นไปในขณะที่ความสามารถทำให้ปัสสาวะเข้มข้นจะสูญเสียไปเมื่อไตทำงานลดลง 66% (Osborne et al., 1972) ดังนั้นการใช้ BUN และ creatinine จึงไม่ใช่ตัวบ่งชี้ที่ดีของการทำหน้าที่ของไต โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีของไตวายในระยะแรก อย่างไรก็ตามเมื่อการทำงานของไตลดลงจะมีการลดลงของอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัส โดยสามารถวัดอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัสได้หลายวิธี วิธีการวัดอัตราการกรอง แบ่งได้เป็น 2 วิธีหลัก คือ

- 1) การฉีดสาร indicator เข้าสู่ร่างกาย แล้วหาอัตราที่สารถูกกำจัดทิ้งในกระแสเลือด โดยการวัดปริมาณสารที่ลดลงในกระแสเลือดตามระยะเวลา โดยสารดังกล่าวจะต้องกำจัดที่ไตและมีอัตราการลดลงในเลือดเท่ากับอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัส ซึ่งได้มีผู้ทำการทดลองในสุนัขปกติ โดยฉีดสาร

อินนูลิน (inulin) ครั้งเดียวเข้าหลอดเลือด (Haller et al., 1998; Watson et al., 2002) และวัด GFR ในสุนัขที่มีการทำงานของไตลดลงจากการตัดไต 3/4 ถึง 15/16 ส่วน (Brown, 1994) และในสุนัขที่ลดเลือดไปเลี้ยงไตโดยทำให้หลอดเลือดที่ไตตีบ (Buranakarl et al., 2003). ปัจจุบันมีการใช้ indicators อื่น เช่น iohexol (Brown et al., 1996; Gleadhill and Michell, 1996; Watson et al., 2002) สาร exogenous creatinine (Gleadhill and Michell, 1996; Watson et al., 2002), $^{99}\text{Tc-DTPA}$ (Gleadhill et al., 1995) และ $^{51}\text{Cr-EDTA}$ (Van Den Brom and Biewenga, 1981) เป็นต้น

- 2) การหาอัตราการขับทิ้งของสาร indicator โดยไต วิธีนี้จำเป็นต้องหาอัตราการขับทิ้งของสารทางปัสสาวะ โดยการวัดสารในปัสสาวะที่ขับทิ้งต่อหน่วยเวลาภายหลังจากที่กรองผ่านไตโดยจะคำนวณตาม standard clearance formula โดยอาศัยหลักของ Fick สาร indicators ที่ใช้ เช่น exogenous creatinine (Finco et al., 1981; Watson et al., 2002) endogenous creatinine (Finco et al., 1981; Bovee and Joyce, 1979; Watson et al., 2002) และสาร inulin (Bovee and Joyce, 1979; Watson et al., 2002) เป็นต้น

เนื่องจากวิธีที่ได้กล่าวแล้วทั้งสองจะมีข้อดี ข้อเสียต่างกัน โดยวิธีที่ 1 เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และไม่จำเป็นต้องเก็บปัสสาวะ แต่ต้องฉีดสาร indicator เข้าสู่ร่างกายสัตว์โดย

ส่วนใหญ่เป็นสารรังสี เช่น chromium ⁵¹EDTA หรือ ⁹⁹Tc-DTPA ซึ่งใช้ในคนแต่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในสัตว์ เนื่องจากต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงและต้องควบคุมการใช้ปริมาณกัมมันตภาพรังสี ส่วนวิธีที่ 2 มีข้อเสีย คือ จำเป็นต้องมีการเก็บปัสสาวะในสุนัขและวัดค่าอัตราการไหลของปัสสาวะ ซึ่งในบางครั้งจะได้ปัสสาวะไม่แน่นอน ในหลายกรณีจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณปัสสาวะโดยวิธีให้สารจับปัสสาวะเพิ่มเช่น mannitol (Robinson et al., 1974) หรือการเพิ่มน้ำทางปาก (Finco et al., 1981) อย่างไรก็ตามสัตว์ป่วยที่อยู่ในคลินิกจะมีข้อจำกัดเนื่องจากสัตว์ป่วยจะมีอาการอาเจียนเป็นระยะ จึงไม่เป็นการเหมาะสมที่จะทำการตรวจอัตราการกรองโดยการเพิ่มปริมาณน้ำให้ทางปาก และถ้าใช้สาร indicator คือ creatinine จะเป็นการเพิ่ม creatinine ให้สัตว์ป่วยซึ่งสูงอยู่แล้วซึ่งอาจเป็นการไม่เหมาะสม ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือในการฉีดสารเพื่อใช้หาอัตราการกรอง สารหลายประเภทไม่ได้อยู่ในสภาพที่ถูกเตรียมให้ปราศจากเชื้อ จึงมีความเสี่ยงในการฉีดเข้าหลอดเลือดหรือฉีดเข้าใต้ผิวหนัง

จุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อประเมินค่าอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัส ในสุนัขปกติ โดยการหา endogenous creatinine clearance เปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานโดยวัด exogenous creatinine clearance โดยไม่ทำการเพิ่มน้ำเข้าสู่ตัวสัตว์ในสุนัขตัวเดียวกัน

วัสดุและวิธีการ

การทดลองทำในสุนัขเพศผู้และเพศเมียอายุ 3-7 ปี น้ำหนักระหว่าง 14-19 กก. สุนัขทุกตัวจะได้รับการตรวจสุขภาพโดยการตรวจปริมาณเม็ดเลือดแดงและปริมาณเม็ดเลือดขาว (complete blood count) โดยสุนัขทุกตัวจะมีค่า creatinine ต่ำกว่า 1.5 มก% สุนัขทุกตัวได้รับการฝังท่อในหลอดเลือดแดง femoral โดยการใส่ท่อชนิด polyvinyl เป็นเวลาอย่างน้อย 3 วันก่อนทำการทดลอง

การหาค่า exogenous creatinine clearance

ในการวัดค่าอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัสมาตรฐานจะใช้วิธีการวัด exogenous creatinine clearance ซึ่งได้ modify มาจากวิธีของ Finco และคณะ (1981) อดน้ำและอาหารก่อนทำการทดลองสุนัขทุกตัวเป็นเวลา 12 ชม. ทำการทดลองใน

สุนัขที่ไม่ได้วางยาสลบและอยู่ในสลิงโดยสอดท่อ polyurethane หรือ Foley catheter เข้าสู่ท่อปัสสาวะ (urethra) ของสุนัขเพศผู้และเพศเมีย ตามลำดับ เพื่อทำการเก็บปัสสาวะ ฉีดสาร creatinine ความเข้มข้น 1.25% ซึ่งละลายในสารละลายน้ำเกลือ 0.9% โดยฉีดเข้าใต้ผิวหนังสุนัขปริมาณ 6 มล./กก. เป็น priming dose อีก 35 นาทีต่อมาฉีดสารละลาย creatinine ในน้ำเกลือความเข้มข้น 1.25% ปริมาณ 2 มล./กก. เข้าใต้หนังอีกครั้งเพื่อเป็น maintenance dose หลังจากนั้นปล่อยให้ creatinine ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจนกระจายถึงจุดสมดุลเป็นเวลา 50 นาทีภายหลังการฉีดเข็มแรก เมื่อเริ่มทำการทดลองทำการล้างกระเพาะปัสสาวะ โดยใช้น้ำกลั่นปริมาณ 30 มล. ฉีดเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะผ่าน catheter และทำการดูดออกให้หมด จากนั้นทำการเก็บปัสสาวะเป็นเวลา 20 นาที โดยล้างกระเพาะปัสสาวะด้วยน้ำกลั่น 30 มล. ทุกครั้งและเก็บปัสสาวะเช่นเดิมอีก 2 ครั้งๆ ละ 20 นาที เจาะเลือดโดยเจาะจากหลอดเลือดแดง femoral ในช่วงเวลาที่เริ่มเก็บปัสสาวะและเมื่อสิ้นสุดการเก็บปัสสาวะในแต่ละครั้ง ปัสสาวะที่ได้ทำการวัดปริมาตรและวัดหาความเข้มข้นของ creatinine เลือดที่เก็บโดยใช้ heparin เป็นสารกันเลือดแข็งตัว ทำการปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 รอบต่อนาที แล้วนำพลาสมาไปหาความเข้มข้นของ creatinine ต่อไป

วิธีการหา endogenous creatinine clearance

ภายหลังจากการวัด exogenous creatinine clearance แล้วสุนัขจะถูกพักและเก็บไว้อย่างน้อย 1-3 เดือน ก่อนนำมาหาค่า endogenous creatinine clearance ซ้ำในสุนัขตัวเดียวกัน ก่อนทำการทดลองจะทำการอดน้ำและอาหาร 12 ชั่วโมง ในวันที่ทำการวัดอัตราการกรอง สุนัขจะอยู่ในสลิงโดยการสอด catheter เข้าสู่กระเพาะปัสสาวะ และทำการทดลองเช่นเดียวกับการทำ exogenous creatinine clearance โดยเก็บปัสสาวะเป็นเวลา 20 นาที 3 ครั้ง ในการเก็บปัสสาวะทุกครั้ง จะเก็บโดยการล้างกระเพาะปัสสาวะด้วยน้ำกลั่น 30 มล. ปัสสาวะที่เก็บล้างได้จะนำไปวัดปริมาตรและความเข้มข้นของ creatinine เจาะเลือดตรงบริเวณกึ่งกลางของการเก็บปัสสาวะครั้งที่ 2 โดยเจาะเลือดจากหลอดเลือดดำ cephalic ปั่นแยกส่วนพลาสมาและนำมาหาค่าความเข้มข้นของ creatinine

การคำนวณ

การคำนวณใช้ standard clearance formula คือ

$$\text{อัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัส} = \frac{\text{ปริมาณความเข้มข้นของ creatinine ในปัสสาวะในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บ} \times \text{อัตราการขับปัสสาวะ}}{\text{ความเข้มข้นเฉลี่ยของ creatinine ในพลาสมาในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บปัสสาวะ}}$$

สำหรับการหา endogenous creatinine clearance จะใช้พลาสมาค่าเดียวเท่านั้นสำหรับทุกช่วงของการเก็บปัสสาวะ

การวิเคราะห์หา creatinine

ความเข้มข้นของ creatinine ในพลาสมาและปัสสาวะ ใช้วิธีการวัดอัตราการเกิดสีจากสารประกอบเมื่อสาร creatinine ทำปฏิกิริยากับกรด picric ในสภาวะต่าง (Fabiney and Ertingshausen, 1971)

สถิติที่ใช้วิเคราะห์

ค่า GFR ในสุนัขแต่ละตัวจะรายงานจากค่าเฉลี่ยของ GFR ที่ได้จากทั้ง 3 ครั้งที่ทำการเก็บปัสสาวะ ค่าที่ได้จากทั้ง

สองวิธีจะแสดงในรูปของ $\bar{X} \pm \text{standard error}$ เปรียบเทียบค่า endogenous และ exogenous creatinine clearance โดยใช้สหสัมพันธ์ Pearson's correlation หาสมการของเส้นถดถอยเชิงเส้นตรงโดยใช้โปรแกรม SigmaStat

ผล

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบค่า clearance ที่ได้จากการวัดโดยฉีด creatinine จากภายนอก และวิธีการวัดโดยใช้ endogenous creatinine โดยพบว่าค่าของอัตราการกรองซึ่งวัดโดยวิธี exogenous creatinine จะมีค่ามากกว่า endogenous creatinine ประมาณ 49%

ตารางที่ 1 แสดงค่า exogenous creatinine clearance และ endogenous creatinine clearance ในสุนัขปกติ (n = 9)

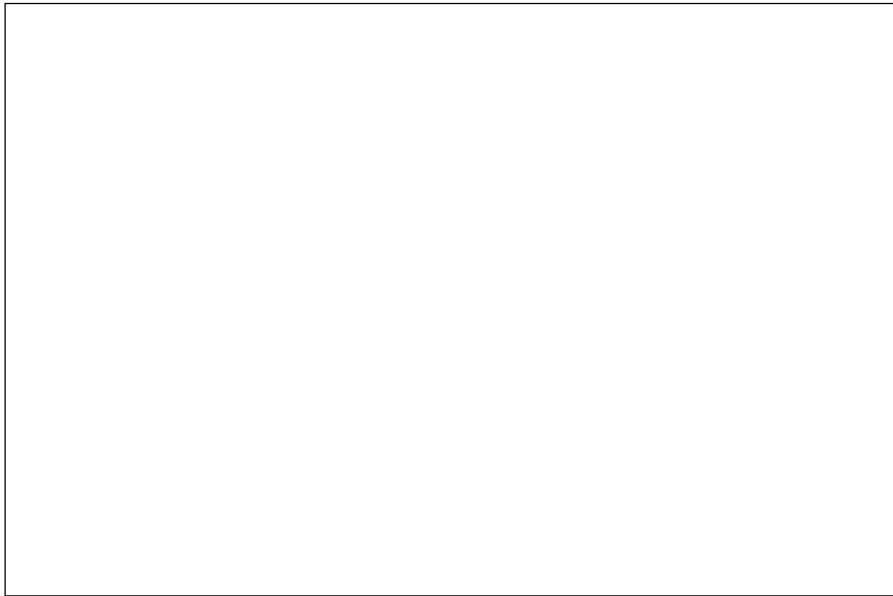
สุนัข	Exogenous creatinine clearance (มล./กก./นาที)	Endogenous creatinine clearance (มล./กก./นาที)
1	5.37	2.88
2	5.13	3.31
3	4.87	2.97
4	3.90	1.68
5	4.37	2.03
6	5.49	2.95
7	5.59	2.33
8	4.56	1.87
9	4.21	2.18
$\bar{X} \pm \text{S.E.}$	4.83 ± 0.20	2.47 ± 0.19

จากรูปที่ 1 แสดงสมการถดถอยและความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างค่า exogenous creatinine clearance และ endogenous creatinine clearance ในสุนัขทั้ง 9 ตัว โดยมีสมการความสัมพันธ์คือ

endogenous creatinine clearance = $(-0.803 + 0.677) \times$ exogenous creatinine clearance ค่าสหสัมพันธ์จากการทำ Pearson's Correlation มีค่า $r = 0.714$ ($p < 0.05$)

วิจารณ์

จากการวัด GFR โดยวัด exogenous creatinine clearance และ endogenous creatinine clearance พบว่าค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับที่เคยมีรายงานไว้แล้ว ในสุนัขปกติ (Finco et al., 1981) แต่การทดลองจะทำการป้อนน้ำทางปากขนาด 3% ของน้ำหนักตัว พบว่าค่า exogenous creatinine clearance อยู่ระหว่าง 4.06 ± 0.52 - 4.14 ± 0.53 มล./กก./นาที และ endogenous creatinine clearance คือ 2.96 ± 0.48 -



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า exogenous creatinine clearance และ endogenous creatinine clearance ในสุนัขปกติ (n=9)

2.98 ± 0.41 มล./กก./นาที่ จากการเก็บปัสสาวะ 3 ครั้ง อย่างไรก็ตาม creatinine clearance กระทำภายหลังการป้อนน้ำเข้าสู่สุนัขซึ่งวิธีดังกล่าวเชื่อว่าจะเป็นการเพิ่มอัตราการขับปัสสาวะและทำให้การวัด clearance กระทำได้ง่ายขึ้น จากการทดลองมิได้ทำการกรอกน้ำให้กับสัตว์ เนื่องจากต้องการทำการเปรียบเทียบ GFR กับวิธี exogenous creatinine ซึ่งไม่ให้น้ำต่อสัตว์เช่นกัน สุนัขป่วยที่มีภาวะ azotemia มักมีอาการอาเจียนร่วมด้วยเสมอ ดังนั้นการกรอกน้ำให้สัตว์จะทำให้มีอาการอาเจียนและเกิดอันตรายแก่สัตว์ได้ Gleadhill และคณะ (1995) ทำการวัด GFR โดยใช้ ⁹⁹mTc-DTPA และแนะนำว่าควรแสดงค่าการกรองโดยคิดปริมาณน้ำนอกเซลล์ (extracellular fluid volume; ECFV) ด้วย คือ GFR/ECFV อย่างไรก็ตามค่า GFR ที่ได้จากการทดลองนี้ใกล้เคียงกับของ Finco และคณะ (1981) ที่ไม่ได้ให้น้ำทางปาก

จากผลการทดลองพบว่าค่า endogenous creatinine clearance มักต่ำกว่าค่า exogenous creatinine clearance เสมอ สาเหตุที่ค่าที่ได้ต่ำอาจมีผลเนื่องมาจากสาร non-creatinine chromogen ที่มีอยู่ในเลือด ซึ่งมักตรวจวัดได้เมื่อใช้วิธีการตรวจแบบ Jaffe reagent (Finco, 1989) ดังนั้นจึงนิยมฉีด exogenous creatinine เพื่อเพิ่มปริมาณ creatinine ในเลือด และปัสสาวะซึ่งจะลดผลผิดพลาดอันเนื่องมาจาก non-creatinine chromogen ดังกล่าว การตรวจวัด creatinine ปัจจุบันมีวิธี enzymatic method ซึ่งจะมีผลผิดพลาดเนื่องจากสาร non-creatinine chromogen น้อย ค่าที่ได้ในการทดลองนี้สามารถเปรียบเทียบกับการใช้วิธีการตรวจเดียวกันกับสัตว์ป่วยได้ โดย

เฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าใกล้เคียงกับผู้ที่ศึกษามาก่อน อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของ creatinine ในพลาสมาไม่ได้ขึ้นกับการทำงานของไตเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับการสร้าง creatinine ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณกล้ามเนื้อ ภาวะการถูกทำลายของกล้ามเนื้อ และการขับทิ้ง creatinine ทางท่อไตหรือเมตาบอลิซึมของ creatinine ในลำไส้ (Finco, 1989) อัตราการขับปัสสาวะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการวัดความถูกต้องของอัตราการกรอง เนื่องจากสัตว์ป่วยในหลายสภาวะจะมีอัตราการขับปัสสาวะต่ำ เช่น สัตว์ที่เป็นไตวายเฉียบพลัน ซึ่งอยู่ในภาวะไม่มีปัสสาวะ (anuria) หรือขับปัสสาวะน้อย (oliguria) ภาวะนี้การสอด catheter เข้าไปเพื่อเก็บปัสสาวะในกระเพาะปัสสาวะจะทำให้วัดปริมาณปัสสาวะภายในช่วงเวลาที่กำหนดได้ไม่แน่นอน โดยยังอาจมีปัสสาวะหลงเหลืออยู่ในท่อปัสสาวะ การเพิ่มปริมาณปัสสาวะโดยการฉีด mannitol เข้าหลอดเลือด (Robinson et al., 1974) หรือการกรอกน้ำทางปาก (Finco et al., 1981) อาจไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ ดังนั้นถ้าต้องการหาอัตราการขับทิ้งของ creatinine ในช่วงระยะเวลา 20 นาที จะกระทำได้โดยการเจือจางปัสสาวะภายในกระเพาะปัสสาวะเพื่อให้ได้ปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเข้มข้นของ creatinine ในปัสสาวะมีมาก ในการทดลองนี้ทำโดยการ ฉีดน้ำกลั่นประมาณ 30 มล. ต่อน้ำหนักตัวสุนัข 10-20 กก. เข้าสู่กระเพาะปัสสาวะแล้วทำการดูปัสสาวะทั้งหมดนำมาวัดปริมาตรต่อ 20 นาทีและนำปัสสาวะที่เจือจางดังกล่าวไปหาปริมาณ creatinine ค่าผลคูณที่ได้ก็คือค่าอัตราการขับทิ้ง creatinine ต่อเวลา 20 นาทีนั่นเอง

ในการทดลองนี้เป็นกรทดลองที่ไม่ได้ฉีด exogenous creatinine เข้าหลอดเลือดหรือเข้าได้ผิวหนัง ดังนั้นปริมาณ creatinine ในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลองถือว่าคงที่ เนื่องจากมิได้ทำการให้สารน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำนอกเซลล์ หรือเพิ่มปริมาณเลือดสู่ไตในสัตว์ที่ทำการวัด วิธีนี้จึงประมาณค่าของ creatinine ในเลือดได้ด้วยการเจาะเลือดเพียงจุดเดียวเท่านั้น ซึ่งทำให้สัตว์ป่วยไม่จำเป็นต้องเสียเลือดในปริมาณมาก

ในทางคลินิกมีผู้วัดค่าการกรองผ่านไตในสุนัขโดยการเก็บปัสสาวะเป็นเวลา 24 ชม. เพื่อหาค่าเคลียร์แรนซ์ของครีเอตินินใน 24 ชม. (24 - hour creatinine clearance) โดยได้ GFR เฉลี่ยเท่ากับ 3.7 ± 0.77 มล./กก./นาที (Bovee and Joyce, 1979) ค่าดังกล่าวได้ผลดีแต่ไม่สามารถเปรียบเทียบกับการหาเคลียร์แรนซ์โดยวิธีอื่น ข้อเสียคือมีการปนเปื้อนของปัสสาวะกับอาหาร อุจจาระและขนทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการวัดความเข้มข้นของ creatinine ในปัสสาวะ นอกจากนี้จะต้องพักสัตว์ในโรงพยาบาลและสัตว์ต้องอยู่ในกรงเฉพาะที่สามารถเก็บปัสสาวะได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง

จากสมการแสดงความสัมพันธ์พบว่า regression line จะไม่ตัดที่จุดศูนย์ แต่จะตัดกับ x-axis ที่ 1.186 แสดงว่าการวัดโดยใช้ endogenous creatinine clearance ในขณะที่ GFR ต่ำมากอาจทำให้เกิดความผิดพลาด และเป็นข้อจำกัดของการใช้วิธีนี้ในการตรวจวัด GFR

โดยสรุปการวัดอัตราการกรองผ่านกลอเมอรูลัสโดยวิธี endogenous creatinine clearance เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็วและเป็นวิธีที่ไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ ค่าที่ได้สามารถนำมาเปรียบเทียบกับค่า exogenous creatinine clearance มาตรฐานในสุนัขปกติได้ การวัดโดยวิธีนี้จะทำให้ทราบถึงการลดลงของการทำงานของไตได้ตั้งแต่ในระยะแรกของโรค ซึ่งค่า BUN และ creatinine ในพลาสมาอาจยังไม่เพิ่มสูงขึ้นและบอกการเปลี่ยนแปลงของหน้าที่ของไตในขณะที่ทำการรักษาได้ วิธีนี้ควรจะได้นำมาใช้ในทางคลินิกโดยเฉพาะสามารถนำมาใช้ร่วมกับการหาอัตราการดูดกลับและการขับทิ้งของสารทางท่อไตในรายที่ใดมีความผิดปกติโดยเฉพาะความผิดปกติทางเมตาบอลิซึมได้

เอกสารอ้างอิง

Bovee, K.C. and Joyce, T. 1979. Clinical evaluation of glomerular function : 24-hour creatinine clearance in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 174(5):488-491.
Brown, S.A. 1994. Evaluation of a single-injection method for estimating glomerular filtration rate in dogs with reduced renal function. *Am. J. Vet. Res.* 55(10) : 1470-1473.

Brown, S.A., Finco, D.R., Boudinot, F.D., Wright, J., Tarver, S.L. and Cooper, T. 1996. Evaluation of a single injection method, using iohexol, for estimating glomerular filtration rate in cats and dogs. *Am. J. Vet. Res.* 57(1):105-110.
Buranakarl, C., Kijtawarnrat, A., Nampimoon, P., Chaiyabutr, N. and Bovee, K.C. 2003. Comparison of measurements of glomerular filtration rate using single - injection inulin methods and urinary creatinine clearance in dogs with reduced renal blood flow. *Thai. J. Physiol. Sci.* 16(1) : 9-16.
Fabiny, D.L. and Ertingshausen, G. 1971. Automated reaction rate method for determination of serum creatinine with the Centrifichem. *Clin. Chem.* 17(8): 696-700.
Finco, D. R. 1989. Kidney function. In : *Clinical Biochemistry of Domestic Animals.* J.J.Kaneko (ed.) New York : Academic Press Inc. 496-542.
Finco, D.R., Coulter, D.W. and Barsanti, J.A. 1981. Simple, accurate method for clinical estimation of glomerular filtration rate in the dog. *Am. J. Vet. Res.* 42(11) 1874-1877.
Gleadhill, A. and Michell, A.R. 1996. Evaluation of iohexol as a marker for the clinical measurement of glomerular filtration rate in dogs. *Res. Vet. Sci.* 60 : 117-121.
Gleadhill, A., Peters, A.M., and Michell, A.R. 1995. A simple method for measuring glomerular filtration rate in dogs. *Res. Vet. Sci.* 59 : 118-123.
Haller, M., Muller, W., Binder, H., Estelberger, W. and Arnold, P. 1998. Single-injection inulin clearance - a simple method for measuring glomerular filtration rate in dogs. *Res. Vet. Sci.* 64 : 151-156.
Osborne, C.A., Low, D.B., and Finco, D.R. 1972. Canine and Feline Urology. Philadelphia : W.B. Saunders. 62-84.
Robinson, T., Harbison, M. and Bovee, K.C. 1974. Influence of reduced renal mass on tubular secretion of creatinine in the dog. *Am. J. Vet. Res.* 35 : 487-491.
Van Den Brom, W.E. and Biewenga, W.J. 1981. Assessment of glomerular filtration rate in normal dogs : analysis of the ⁵¹Cr-EDTA clearance and its relation to several endogenous parameters of glomerular filtration. *30:152-157.*
Watson, A.D.J., Lefebvre, H.P., Concordet, D., Laroute, V., Ferre, J-P., Braun, J-P., Conchou, F. and Toutain, P-L. 2002. Plasma exogenous creatinine clearance test in dogs : comparison with other methods and proposed limited sampling strategy. *J. Vet. Intern. Med.* 16: 22-33.