

ผลของฮอร์โมนบางชนิดต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกกระต่าย*

ยุทธนา สมิติศิริ **

ประมวล วิรุทมเสน ***

Smitasiri Y, Virutamasen P. Effects of hormones on tubal contractions in the rabbits. Chula Med J 1983 Nov ; 27 (6) : 435-445

The study was undertaken to determine the effects of different doses of 5 hormones, namely, prostaglandin $F_{2\alpha}$, norepinephrine, epinephrine, oxytocin and vasopressin on tubal contraction of the rabbits. Twenty five mature female white rabbits were used for the study. They were divided into five groups of five. The rabbits were anesthetized with intravenous sodium pentobarbital after which abdominal laparotomy was performed under aseptic technique. A small polyethylene tubes, which was, occluded at the end by microballoon, was gently pushed through the fimbriated end of the oviduct and fixed at the ampullar portion. The free end of the catheter was routed subcutaneously and brought out through a skin incision at the nape of the neck. Animals were allowed to fully recover prior to the experiment. The frequency and the intratubal pressure changes in the ampullar portion of the uterine tube were then measured by the pressure transducer which was connected to the polygraph. It was found that prostaglandin $F_{2\alpha}$ significantly increased tubal contractility both in amplitudes and frequencies ($P < 0.05$) while norepinephrine significantly affected only the frequencies of tubal contraction ($P < 0.05$). Vasopressin suppressed tubal contraction but oxytocin had no effect of it. Epinephrine had a mild effect on tubal motility.

* ได้รับเงินอุดหนุนจากบางส่วนของทุน Population Council

** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

*** ภาควิชาสัตวศาสตร์-นรีเวชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนำ

หลอดมดลูกของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีบทบาทอย่างสำคัญต่อการเจริญพันธุ์กล่าวคือ ในสัตว์เพศเมียหลอดมดลูกเป็นทางผ่านของไข่ และเชื้ออสุจิ นอกจากนี้ยังเป็นตำแหน่งที่จะมีการปฏิสนธิเกิดขึ้น ยิ่งกว่านั้นยังเป็นทางผ่านของตัวอ่อนที่ได้รับการผสมแล้วเดินทางกลับเข้าสู่โพรงมดลูก แม้ว่าปัจจุบันจะยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดเกี่ยวกับกลไกการควบคุมการเดินทางของไข่ในหลอดมดลูกก็ตาม แต่เชื่อว่าการบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบของหลอดมดลูก มีบทบาทอย่างสำคัญ จากการที่มีผู้พบวสารชนิดหนึ่งคือ Prostaglandins (PGs) มีความสำคัญต่อการทำงานของระบบเจริญพันธุ์หลายประการ (1) และสารนี้มีคุณสมบัติที่สามารถกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเรียบหดตัวได้ (2) จึงทำให้มีความสนใจเกี่ยวกับบทบาทของสารชนิดนี้ต่อการเดินทางของไข่ในหลอดมดลูก นอกจาก PGs แล้ว Fuchs (3) ได้รายงานถึงฮอร์โมนอีกหลายชนิดเช่น Epinephrine (Epi), Norepinephrine (NE), Oxytocin (OT) และ Vasopressin (VP) ที่สามารถชักนำให้หลอดมดลูกบีบรัดตัวได้เช่นกัน แต่การศึกษาส่วนมากทำในหลอดแก้วหรือในสัตว์ทดลองที่ขณะสลบ ดังนั้นฮอร์โมนต่าง ๆ ดังกล่าวจะมีผลต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกใน

สัตว์ทดลองที่อยู่ในสภาพปกติอย่างไรหรือไม่ และมีรูปแบบต่างกันอย่างไร จึงเป็นสิ่งที่น่าจะได้ศึกษา

วัสดุและวิธีการ

ในการวิจัยใช้กระต่ายสีขาวเพศเมียพันธุ์นิวซีแลนด์ที่โตเต็มที่และยังไม่ได้รับการผสมมาก่อน น้ำหนักตัวระหว่าง 3.0-3.5 กก. โดยเลี้ยงกรงละตัวในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 21°C ได้รับแสงสว่างตามธรรมชาติ น้ำและอาหาร (บริษัท F.E. Zuellig) มีให้อย่างพอเพียงหลังจากเลี้ยงไว้ 2 สัปดาห์ก่อนผ่าตัดใช้ Nembutal ขนาด 30 ม.ก. ต่อน้ำหนักตัว 1 ก.ก. ฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำที่ใบหูเป็นยาสลบ หลังจากกระต่ายสลบจึงผ่าตัดเปิดหน้าท้อง จากนั้นใส่ไมโครบอลลูนเพื่อวัดค่าเปลี่ยนแปลงความดันภายในหลอดมดลูก ซึ่งต่ออยู่กับปลายด้านหนึ่งของท่อพลาสติก (P.E. 20, Clay Adams) เส้นผ่าศูนย์กลางด้านใน 0.015 นิ้ว และด้านนอก 0.043 นิ้ว สอดบอลลูนเข้าไปในหลอดมดลูกตรงบริเวณกึ่งกลางของส่วน ampulla ข้างใดข้างหนึ่งเพียงข้างเดียว จากนั้นใส่น้ำกลั่นเข้าไปในบอลลูน 0.04 มล. ปลายอีกด้านหนึ่งของท่อพลาสติกจะปิดโดยใช้การลนไฟ สอดปลายท่อพลาสติกด้านที่ลนไฟ ปิดทะเลกล้ามเนื้อข้างตัวแล้วสอดผ่านใต้ผิวหนังมาทะลุที่ด้านหลังกอ เก็บปลายท่อพลาสติก

ด้านที่ลงไฟปีตนั้นเอาไว้ในกล่องพลาสติก ซึ่งติดอยู่กับหลังคอของกระต่ายอีกทีหนึ่ง เย็บแผลหน้าท้อง 2 ชั้น ด้วย Cat gut ปล่อยให้กระต่ายพักหลังผ่าตัด 2 สัปดาห์ แบ่งกระต่ายออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว แต่ละกลุ่มจะได้รับฮอร์โมนชนิดใดชนิดหนึ่ง กระต่ายหนึ่งตัวจะได้รับยาเพียงชนิดเดียว โดยวัดผลถึงฤทธิ์ของยาตัวละ 3 ครั้ง ในการเลือกกระต่ายให้ยาแบ่งตาม systematic randomization โดยให้ยาค้างต่อไปนี้ คือ $PGF_{2\alpha}$, Epi, NE, OT หรือ VP โดยฉีดฮอร์โมนดังกล่าวเข้าทางหลอดเลือดดำข้างใบหูด้วยขนาดต่าง ๆ กัน วัดการบีบตัวของหลอดมดลูกทั้งก่อนและหลังจากให้ยาแต่ละขนาดโดยการต่อท่อพลาสติก ซึ่งเก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่คอเข้ากับท่อพลาสติกขนาดเดียวกันอีกท่อหนึ่งซึ่งต่อเข้า Statham pressure Transducer (PA-23 AC) และ Grass Model 7P Polygraph ในระหว่างที่บันทึกการบีบตัวของหลอดมดลูกจะใส่กระต่ายไว้ในกรงเฉพาะหลังจากเสร็จการทดลองแล้ว นำกระต่ายเข้าเก็บกรงตามเดิม วัดความแรงและความถี่ของการบีบตัวของหลอดมดลูกของกระต่ายแต่ละตัวก่อนและหลังให้ยาแต่ละชนิด แล้วนำค่าทั้งสองมาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ student paired $t = test$

ผลการศึกษา

จากการวิจัยพบว่า $PGF_{2\alpha}$ ขนาด 50 ไมโครกรัม สามารถชักนำให้หลอดมดลูกส่วน ampulla ของกระต่ายทุกตัวบีบตัวได้มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยมีการเพิ่มทั้งความแรงและความถี่ในการบีบตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และจะมีการบีบตัวที่แรงและถี่ค้างเป็นเวลานาน 4.5 ± 1.1 นาที จึงกลับเข้าสู่ระดับเดิม เมื่อกลับสู่ระดับเดิมแล้วทั้งความแรงและความถี่ยังคงเกิดต่อไปอีกมากกว่า 5 นาที (รูปที่ 1 และ 2) แต่ถ้าให้ $PGF_{2\alpha}$ ขนาด 10 ไมโครกรัมจะไม่มีผลต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกเมื่อให้ Epi ขนาด 0.5 ไมโครกรัม มีผลต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกบ้างเล็กน้อย (รูปที่ 3) ขณะที่ NE ขนาด 10 ไมโครกรัมสามารถชักนำให้มีการบีบตัวของหลอดมดลูกที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) (รูปที่ 4 และ 5) แต่รูปแบบของการบีบตัวของหลอดมดลูกที่ได้รับจาก NE แตกต่างไปจากที่ได้รับ $PGF_{2\alpha}$ กล่าวคือ NE ออกฤทธิ์ในการบีบตัวของหลอดมดลูกเพียง 0.9 ± 0.1 นาที แต่ถ้าให้ขนาด 2 ไมโครกรัมจะไม่มีผลต่อการบีบตัวของหลอดมดลูก สำหรับผลของ OT ต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกพบว่า OT แม้ว่าจะให้ขนาดสูงถึง 250 มิลลิยูนิทก็ยังไม่สามารถชักนำให้เกิดการบีบตัวของหลอดมดลูกได้ (รูปที่ 6) ในขณะที่ VP ขนาด

50 มิลลิยูนิต สามารถยับยั้งการบีบตัวของ หลอดลมคดลูกลดลงบ้าง ทั้งความแรงและความถี่ (รูปที่ 7) รายละเอียดของการบีบตัวเนื่องจาก ฮอร์โมนแต่ละชนิดแสดงไว้ในตารางที่ 1

อภิปรายผลการวิจัย

หลอดลมคดลูกเป็นอวัยวะสำคัญส่วนหนึ่งของระบบการเจริญพันธุ์ทั้งของคนและสัตว์ นอกจากเป็นทางผ่านของ gamete แล้วยังเป็น ส่วนที่จำเป็นและสำคัญต่อการผสมระหว่างไข่ และตัวสุมจิ การเคลื่อนตัวของ gamete เข้า ใจว่าต้องอาศัยการบีบตัวของผนังกล้ามเนื้อ หลอดลมคดลูกที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ⁽⁴⁾ จากการ ศึกษาจะเห็นว่า $PGF_{2\alpha}$ มีผลทำให้หลอด ลมคดลูกบีบตัวแรงและถี่ ซึ่งเป็นผลสอดคล้องกับ รายงานอื่น⁽⁵⁾ การที่เป็นเช่นนั้นเชื่อว่าเนื้อเยื่อ ที่หลอดลมคดลูกมีจุดรับ (receptor) มาก และ $PGF_{2\alpha}$ สามารถรวมตัวได้กับเนื้อเยื่อ⁽³⁾ แต่เมื่อให้ $PGF_{3\alpha}$ จำนวนน้อยไม่มีผลต่อการ บีบตัวของหลอดลมคดลูก น่าจะเนื่องจาก $PGF_{2\alpha}$ ถูกทำลายที่ปอดโดยเร็วเมื่อให้ทางหลอดเลือด ของไขุ สำหรับผลของ $PGF_{2\alpha}$ ต่อการ เคลื่อนตัวของไข่ผ่านหลอดลมคดลูกนั้น พบว่า $PGF_{2\alpha}$ มีผลทำให้การเคลื่อนตัวของไข่ผ่าน หลอดลมคดลูกเร็วขึ้น⁽⁷⁾ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก การที่หลอดลมคดลูกบีบตัวแรงและถี่ขึ้นประการ หนึ่ง และ/หรือทำให้เซลล์ชนิด cilia ภายใน

หลอดลมคดลูกโบกพัดแรงเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลของการออกฤทธิ์ของ $PGF_{2\alpha}$ ขึ้นอยู่ กับระดับของฮอร์โมนเอสโตรเจนและโปรเจส- เทอโรนจากรังไข่ กล่าวคือ เอสโตรเจนมีส่วน เสริมฤทธิ์ให้ $PGF_{2\alpha}$ มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่โปรเจสเทอโรนให้ผลตรงข้าม⁽⁸⁾ ความ สำคัญของ PGs ในสภาพปกติต่อการบีบตัวของ หลอดลมคดลูกคือ gamete หรือไข่ที่ได้รับการ ผสมแล้วยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน จากการ ศึกษาจะแสดงให้เห็นว่าในกระต่ายที่อยู่ในสภาพ ปกติ $PGF_{2\alpha}$ ออกฤทธิ์ต่อหลอดลมคดลูกได้ รุนแรงและนานกว่าฮอร์โมนตัวอื่น ในการ บีบตัวของหลอดลมคดลูกนั้น น่าจะเกิดทั้งจาก กล้ามเนื้อเรียบชั้นในและชั้นนอกหัดและรัศตัว ประสมประสานกัน⁽⁹⁾ และการที่ $PGF_{2\alpha}$ ออกฤทธิ์ทำให้หลอดลมคดลูกบีบตัวแรงและถี่มาก ขึ้นได้นั้นคงเนื่องจาก $PGF_{2\alpha}$ ออกฤทธิ์ต่อ กล้ามเนื้อทั้ง 2 ชั้น

ผลการทดลองของ Polidoro และคณะ⁽¹⁰⁾ ชี้ให้เห็นว่าถ้าให้ Epi ปริมาณมากจะทำให้การ เคลื่อนตัวของไข่ผ่านหลอดลมคดลูกไปได้เร็ว โดยเข้าใจว่าฮอร์โมนตัวนี้ไปเพิ่มจุดรับที่ กล้ามเนื้อเรียบของหลอดลมคดลูกเพิ่มขึ้น แต่ผู้ ทำมิได้วัดการบีบตัวของกล้ามเนื้อแต่อย่างใด จากการศึกษานี้พบว่า Epi มีผลต่อการบีบตัว ของหลอดลมคดลูกน้อย ซึ่งต่างกับ NE ที่มีต่อ

ตารางที่ 1 แสดงความแรงและความถี่การบีบตัวของหลอดมดลูกก่อน และ หลังให้ฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ

ปริมาณและชนิด ฮอร์โมนที่ใช้	ความแรงของการบีบตัว (amplitude mean \pm SD) (mmHg/ต่อการบีบตัวหนึ่งครั้ง)		ความถี่ของการบีบตัว (frequency mean \pm SD) (ครั้ง/นาที)	
	ก่อนให้ยา	หลังให้ยา	ก่อนให้ยา	หลังให้ยา
10 μ g PGF ₂ α	4.92 \pm 3.06	5.90 \pm 3.40	18.0 \pm 1.6	16.0 \pm 2.5
50 μ g PGF ₂ α	5.19 \pm 3.12	15.58 \pm 4.68*	18.5 \pm 1.0	30.8 \pm 1.7*
0.1 μ g Epi	9.66 \pm 2.61	9.88 \pm 2.81	14.8 \pm 2.3	15.4 \pm 2.7
0.5 μ g Epi	9.75 \pm 3.44	8.71 \pm 3.54	13.1 \pm 1.7	14.6 \pm 2.1
1 μ g NE	10.45 \pm 2.58	10.95 \pm 3.22	14.4 \pm 1.8	16.7 \pm 2.0
2 μ g NE	10.66 \pm 4.17	13.04 \pm 3.46	13.0 \pm 1.4	16.0 \pm 4.2
10 μ g NE	9.41 \pm 1.68	12.28 \pm 2.32	16.0 \pm 4.2	26.0 \pm 5.7*
50 mU OT	9.81 \pm 1.80	9.72 \pm 2.71	13.4 \pm 1.5	14.0 \pm 1.9
250 mU OT	9.43 \pm 2.19	10.22 \pm 2.30	13.3 \pm 1.8	14.4 \pm 1.5
50 mU VP	6.48 \pm 2.14	5.56 \pm 3.09	16.0 \pm 2.4	10.3 \pm 3.5*

* p < 0.05

การบีบตัวของหลอดมดลูกอย่างรุนแรงและนาน
ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะบริเวณ ampulla และ
isthmus มีประสาท adrenergic มาหล่อเลี้ยง
มากกว่าบริเวณอื่น นอกจากนี้ยังมีผู้เสนอว่า
การบีบตัวของหลอดมดลูกอยู่ภายใต้การทำงานของ
ระบบประสาท adrenergic และถูกเปลี่ยนแปลง
โดยระดับของเอสโตรเจน การที่หลอด
มดลูกสามารถตอบสนองได้ดีคงจะเนื่องมาจากมี
จุดรับ adrenergic มากที่ ampulla ซึ่งสนับสนุน

สนับสนุนงานของ Brundin⁽¹¹⁾ ที่กระตุ้นเส้น
ประสาท hypogastric แล้วพบว่า กล้ามเนื้อ
ชั้นวงกลมมีการบีบตัวแรงขึ้น แสดงว่าจุดรับ
อยู่ที่ผนังของเซลล์กล้ามเนื้อชั้นดังกล่าว

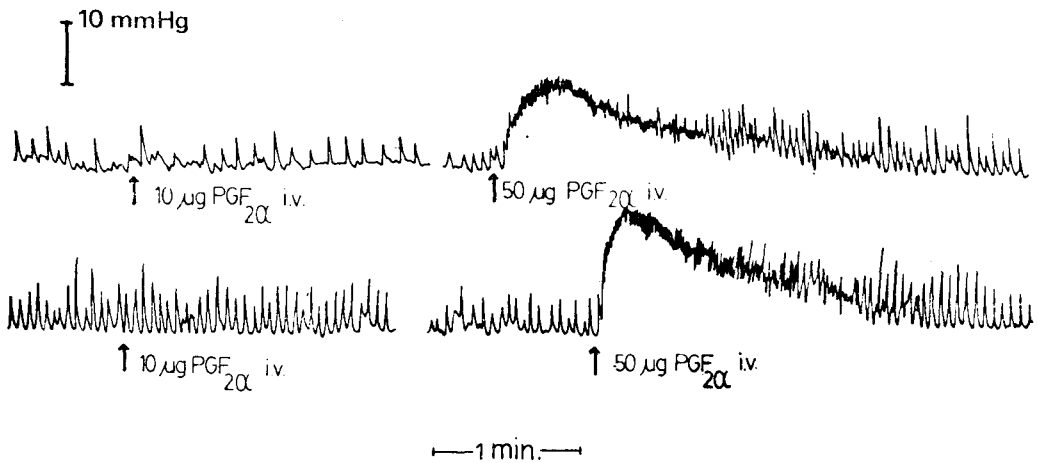
Coutinho และคณะ⁽¹²⁾ ทำการศึกษา
ในคนขณะให้ลูกคุดนม พบว่าทำให้กล้ามเนื้อ
ของหลอดมดลูกบีบตัวแรงโดยเชื่อว่าเป็นผลจาก
OT ที่หลังจากต่อมใต้สมองส่วนหลัง แต่การ
ศึกษานี้พบว่าผลของ OT ต่อการบีบตัวของ

หลอดมดลูกน้อยมาก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างคนและสัตว์ หรือปริมาณ OT ที่ใช้ไม่มากพอจากการศึกษาเร็ว ๆ นี้ แนะนำว่า OT อาจมีบทบาทสำคัญต่อการตกไข่ในคน⁽¹³⁾ ถ้าเป็นเช่นนั้นจริง OT น่าจะมีผลต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกและการเดินทางของไข่ผ่านหลอดมดลูกเป็นที่น่าสังเกตว่า VP ที่เป็นฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหลัง นอกจากไม่มีผลกระตุ้นการบีบตัวของหลอดมดลูกแล้ว ยังทำให้การบีบตัวของหลอดมดลูกน้อยลง ซึ่งออกฤทธิ์ต่างกับในคน โดย Coutinho

พบว่าในคนที่ไม่ตั้งครรภ์ VP จะทำให้การบีบตัวของหลอดมดลูกแรงขึ้น⁽¹⁴⁾ แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองของกล้ามเนื้อเรียบในคนและสัตว์ต่อฮอร์โมนอาจมีความแตกต่างกัน

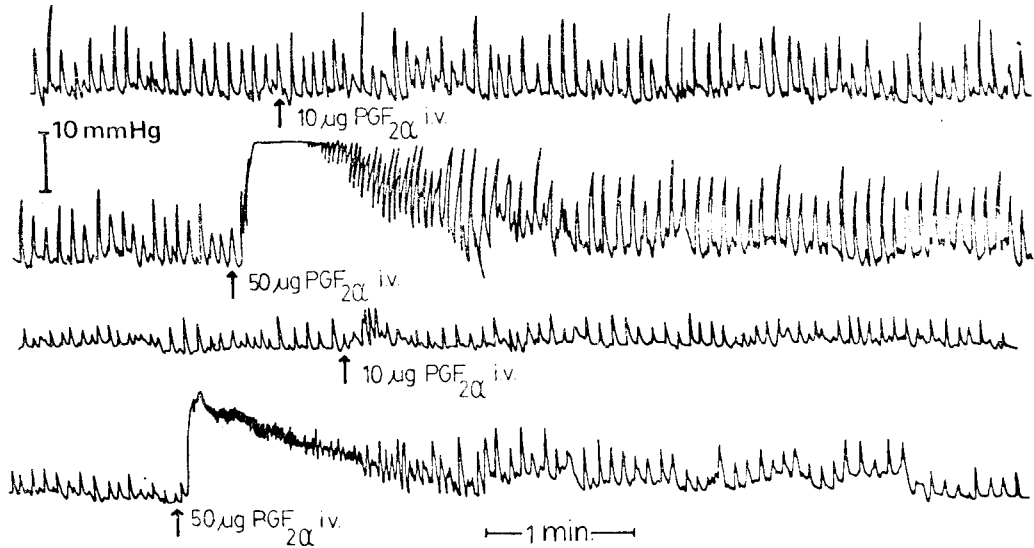
จากการศึกษาและวิจัยเบื้องต้นอาจจะสรุปได้ว่า $PGF_{2\alpha}$ และ NE มีผลทำให้หลอดมดลูกส่วน ampulla ของกระต่ายบีบตัวมากขึ้น แต่รูปแบบการบีบตัวต่างกัน ส่วน Epi มีผลต่อการบีบตัวบ้างเล็กน้อย OT ไม่มีฤทธิ์ต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกเลย แต่ VP มีฤทธิ์ในทางหยุดยั้งการบีบตัว

INDUCTION OF RABBIT TUBAL CONTRACTION WITH $PGF_{2\alpha}$



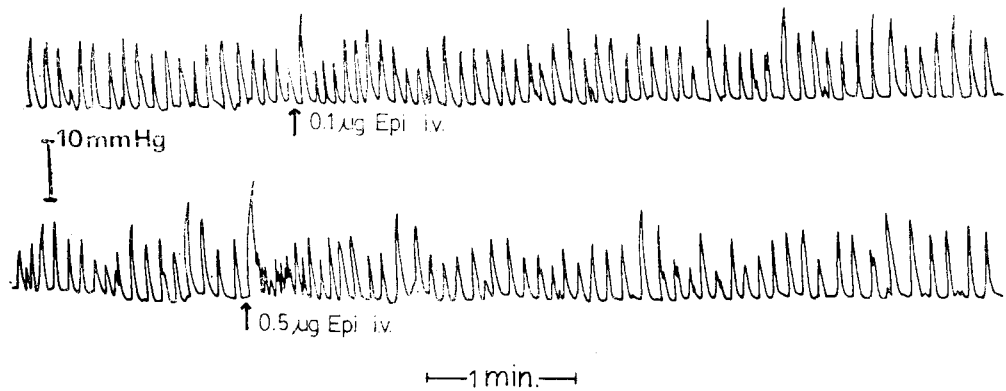
รูปที่ 1 การชักนำให้หลอดมดลูกของกระต่ายบีบตัวโดยใช้ $PGF_{2\alpha}$

EFFECT OF PGF_{2α} ON RABBIT TUBAL CONTRACTION



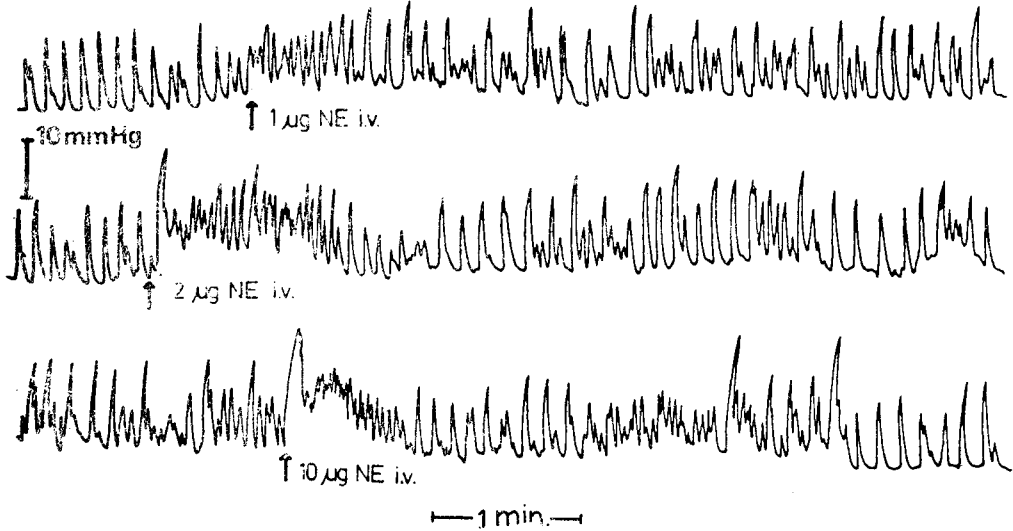
รูปที่ 2 ผลของ PGF_{2α} ต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกของกระต่าย

EFFECT OF EPINEPHRINE ON TUBAL CONTRACTION (RABBIT)



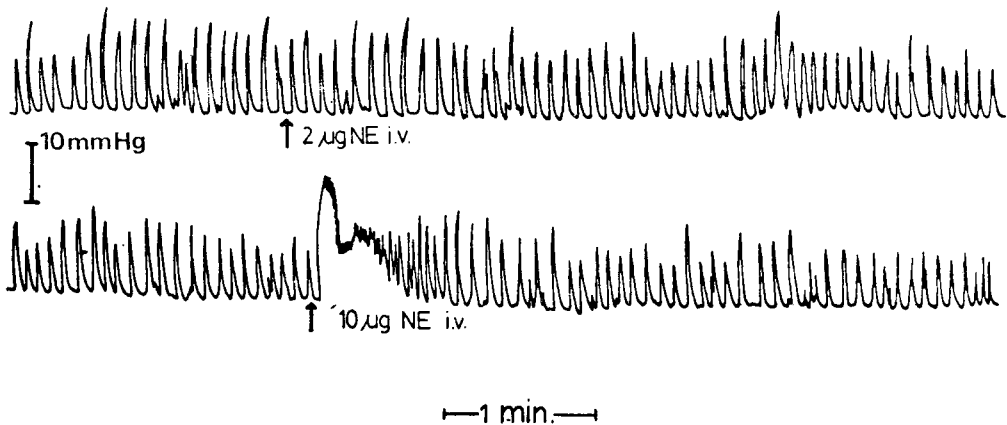
รูปที่ 3 ผลของ epinephrine ต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกของกระต่าย

EFFECT OF NOREPINEPHRINE ON TUBAL CONTRACTION



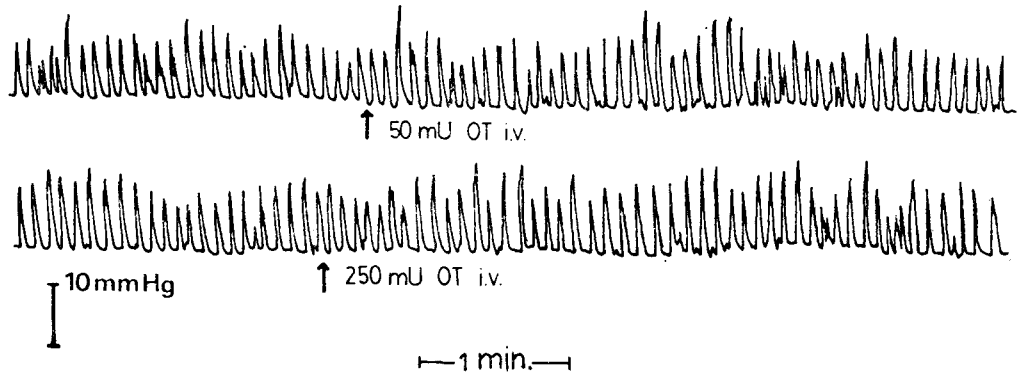
รูปที่ 4 ผลของ norepinephrine ต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกของกระต่าย

EFFECT OF NOREPINEPHRINE ON TUBAL CONTRACTION



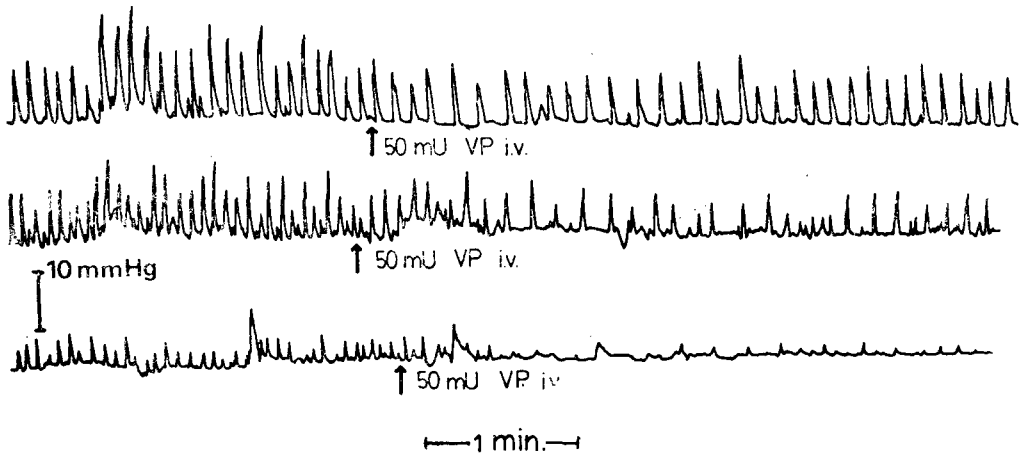
รูปที่ 5 ผลของ norepinephrine ต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกของกระต่าย

EFFECT OF OXYTOCIN ON RABBIT TUBAL CONTRACTION



รูปที่ 6 ผลของ Oxytocin ต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกของกระต่าย

EFFECT OF VASOPRESSIN ON RABBIT TUBAL CONTRACTION



รูปที่ 7 ผลของ Vasopressin ต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกของกระต่าย

สรุป

ได้ทำการศึกษาผลของฮอร์โมน 5 ชนิด ในขนาดต่าง ๆ กันต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกในกระต่ายเพศเมียพันธุ์สีขาวที่เจริญเต็มที่ 25 ตัว โดยแบ่งกระต่ายออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว ภายหลังจากทำให้กระต่ายสลบโดยใช้ Sodium pentobarbital ผ่าตัดเปิดหน้าท้อง โดยวิธีการปราศจากการติดเชื้อ สอดท่อ polyethylene ที่มี microballoon ติดอยู่เข้าทาง frimbria ของหลอดมดลูกแต่ละข้างถึงบริเวณ ampulla แล้วผ่านปลายอีกข้างหนึ่งทะลุผนังหน้าท้อง และสอดไปตามใต้ผิวหนัง และทะลุค้ำหลังที่บริเวณคอ เมื่อกระต่ายฟื้น

จากยาสลบแล้วจึงนำไปทำการศึกษาโดยต่อปลายท่อ polyethylene เข้ากับ pressure transducer และต่อเข้ากับเครื่อง polygraph เพื่อวัดการบีบตัวของหลอดมดลูก จากการศึกษาพบว่า prostaglandin $F_{2\alpha}$ ทำให้หลอดมดลูกบีบตัวแรงและถี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วน norepinephrine ทำให้การบีบตัวถี่ขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) Vasopressin สามารถหยุดยั้งการบีบตัวของหลอดมดลูกแต่ oxytocin ไม่มีผลต่อการบีบตัวของหลอดมดลูก Epinephrine มีผลต่อการบีบตัวของหลอดมดลูกเพียงเล็กน้อย

อ้างอิง

1. Horton EW. Female reproductive tract smooth muscle. In : Horton EW : Prostaglandins Monographs on Endocrinology 7 New York : Springer Verlag, 1972 : 87-104
2. Fuchs AR. Endocrinology of pregnancy. 2 ed New York : Harper & Row publishers, 1979 : 294
3. Fuchs F. Endocrinology of pregnancy New York : Harper & Row publishers, 1971 : 306
4. Blandau BJ, Verdugo P. An overview of gamete transport comparative aspects : WHO symposium on ovum transport and fertility regulation. San Antonio : Texas, 1975 : 138-146
5. Spilman CH. Oviduct response to porostaglandins. influence of estradiol and progesterone : Prostaglandins 1974 Sep ; 7 (6) : 465-472
6. Wakeling AE, Spilman CH. Prostaglandin specific binding in the rabbit oviduct. Prostaglandins 1973 Sep ; 4 (6) : 405-414

7. อุปมา เลียงสว่างวงศ์, ประมวล วิรุฒมเสน. ผลของโปรสตาแกลนดินต่อการเคลื่อนตัวของไข่ผ่านหลอดมดลูก (กำลังเรียงตีพิมพ์)
8. Spilman CH, Harper MJK. Effect of prostaglandins on oviduct motility in estrus rabbits. *Biol Reprod* 1973 Aug ; 9 (2) : 36-45
9. Coons LW, Johns A. Effects of ovulation on the conduction and contraction velocities in rabbits oviduct contrasts between longitudinal and circular muscle. *J Reprod Biol* 1982 May ; 27 (4) : 440-448
10. Polidoro Jp, Howe GR, Black DL. The effects of adrenergic drugs on ovum transport through the rabbit oviduct. *J Reprod Fertil* 1973 Nov ; 35 (5) : 331-337
11. Brundin J. Distribution and function of adrenergic nerves in the rabbit fallopian tube. *Acta Physiol Scand* 1965 ; 66 Suppl 259 : 1-57
12. Coutinho EM. physiologic and pharmacologic studies of the human oviduct. *Fertil Steril* 1971 Dec ; 2 (6) : 807-815
13. Wathes DC, Swan RW. Neurohypophyseal hormones in the human ovary. *Lancet* 1982 Aug 21 ; 2 (8295) 410-412
14. Coutinho EM, Lopes ACV. Response of the nonpregnant uterus to vasopressin as an index of ovarian function. *Am J Obstet Gynecol* 1968 Oct 15 ; 102 (4) : 479-489