

เนื้อหางานวิจัย: โครงการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของอายุ เพศ และการออกกำลังกาย ต่อการ
แสดงออกของ parvalbumin ในหัวใจหนู

บทนำ

โรคหัวใจล้มเหลว (Heart failure) เป็นโรคที่มีอันตรายร้ายแรงถึงชีวิต อัตราการเสียชีวิตจากโรคหัวใจล้มเหลว อยู่ใน 5 อันดับแรกของสาเหตุการเสียชีวิตในปี 2545 ของประเทศไทยและเป็นอัตราการเสียชีวิตอันดับที่ 2 ของประชากรที่มีอายุมากกว่า 65 ปี นอกจากนี้ยังพบว่าเพศชายมีอัตราการเสียชีวิตด้วยโรคหัวใจมากกว่าเพศหญิง (สถิติสาธารณสุข, 2545) โรคหัวใจล้มเหลว แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ โรคหัวใจล้มเหลวชนิดซิสโตลิก (Systolic heart failure) ซึ่งจะพบได้ประมาณ 60% และสามารถรักษาโดยการให้ยาต่าง ๆ เช่น β -blockers (Senior, 2001) อีกประเภทหนึ่งได้แก่โรคหัวใจล้มเหลวชนิดไดแอสโตลิก (Diastolic heart failure) ซึ่งจะพบได้ประมาณ 40% และพบมากในผู้สูงอายุ (Senni and Redfield, 2001; Schmidt *et al.*, 2004) ซึ่งโรคหัวใจล้มเหลวประเภทนี้ยังไม่มีวิธีการรักษา โรคหัวใจล้มเหลว ชนิดไดแอสโตลิก เกิดจากการคลายตัวของหัวใจช้ากว่าปกติ ทำให้เลือดไหลกลับเข้ามาในหัวใจได้น้อยลง มีผลทำให้การสูบฉีดเลือดจากหัวใจไปที่ปอดและไปเลี้ยงร่างกายลดลง (Lorell, 1991; Mandinov *et al.*, 2000; Zile and Brutsaert, 2002a) โดยมี 2 ปัจจัย ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ การเพิ่มความหนา หรือความแข็งของผนังหัวใจ และการที่กล้ามเนื้อหัวใจไม่สามารถคลายตัวได้อย่างปกติ (Aggarwal *et al.*, 2001 ; Zile and Brutsaert, 2002b)

ในขณะที่หัวใจคลายตัวนั้น แคลเซียมไอออนจะถูกดึงกลับเข้าไปใน sarcoplasmic reticulum โดยใช้ ATP-dependent calcium pumps จากการศึกษาในเนื้อเยื่อหัวใจของผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจล้มเหลว และผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของกล้ามเนื้อหัวใจ (cardiomyopathy) พบว่า การดึงแคลเซียมไอออนกลับเข้ามาเก็บใน sarcoplasmic reticulum นั้นใช้เวลานานกว่าปกติ (Morgan, 1991) จึงนำไปสู่ความสนใจที่จะศึกษาโปรตีนที่มีคุณสมบัติในการทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวที่ชื่อ parvalbumin ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทำหน้าที่ในการจับกับแคลเซียม (Ca^{2+} binding protein) พบปริมาณมากในกล้ามเนื้อลายชนิดหดและคลายตัวเร็ว (fast-twitch muscle fiber) โดยที่ parvalbumin จะทำหน้าที่ดึงแคลเซียมไอออน ออกมาจาก Troponin C และส่งแคลเซียมกลับเข้าสู่ sarcoplasmic reticulum ซึ่งจะมีผลทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว ดังนั้นการคลายตัวจึงขึ้นอยู่กับอัตราการจับของแคลเซียมไอออนกับ parvalbumin และเป็นกระบวนการที่ไม่ต้องใช้พลังงาน (Berchtold *et al.*, 2000)

จากการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้พบ parvalbumin ในหัวใจหนูเพศผู้ โดยเทคนิค immunohistochemistry และเสนอแนะว่า parvalbumin ในกล้ามเนื้อหัวใจ น่าจะทำหน้าที่เป็น

ปัจจัยในการคลายตัว (Relaxing factor) เช่นเดียวกับในกล้ามเนื้อลาย (Vongvatcharanon U. and Vongvatcharanon S., 2003) และมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันโดยใช้ทั้งเทคนิค immunohistochemistry และเทคนิค Western blot ในหัวใจหนูเพศผู้ พบการแสดงออกของ parvalbumin ในทั้ง 2 เทคนิค (Vongvatcharanon et al., 2006) ซึ่งนำมาสู่การศึกษาถึงปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ parvalbumin

จากการศึกษาของ Cai *et al*, (2001) ในกล้ามเนื้อลายของหนูเพศผู้ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ parvalbumin โดยที่ในกล้ามเนื้อลายชนิด fast-twitch ปริมาณของ parvalbumin ลดลงเป็นอย่างมาก ในหนูอายุ 2 ปี (เทียบได้กับวัยสูงอายุ) และการได้รับการฝึกให้ออกกำลังกายจะช่วยรักษาปริมาณของ parvalbumin ในหนูวัยสูงอายุไม่ให้ลดลง ในขณะที่กล้ามเนื้อลายชนิดหดและคลายตัวช้า (slow-twitch) นั้นไม่พบ parvalbumin และเมื่อหนูได้รับการฝึกให้ออกกำลังกาย สามารถกระตุ้นการสร้าง parvalbumin ได้ทั้งในหนูวัยหนุ่มและวัยสูงอายุ การลดลงของ parvalbumin ภายในหัวใจ อาจนำไปสู่การอธิบายสาเหตุของภาวะโรคหัวใจล้มเหลวแบบ diastolic dysfunction ซึ่งพบได้บ่อยในผู้สูงอายุ นอกจากนี้การกระตุ้นการสร้าง parvalbumin โดยการฝึกให้ออกกำลังกาย อาจจะมีส่วนสำคัญในการใช้เป็นแนวทางในการป้องกันหรือรักษาโรคหัวใจล้มเหลวประเภทนี้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ อายุ เพศ และการออกกำลังกาย ซึ่งอาจจะมีผลในการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ parvalbumin ในหัวใจของหนู

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาอิทธิพลของเพศต่อการแสดงออกของ parvalbumin ในหัวใจหนู
2. ศึกษาอิทธิพลของอายุต่อการแสดงออกของ parvalbumin ในหัวใจหนู
3. ศึกษาอิทธิพลของการออกกำลังกายต่อการแสดงออกของ parvalbumin ในหัวใจหนู

1. การศึกษาอิทธิพลของเพศต่อการแสดงออกของ parvalbumin

วิธีการทดลอง

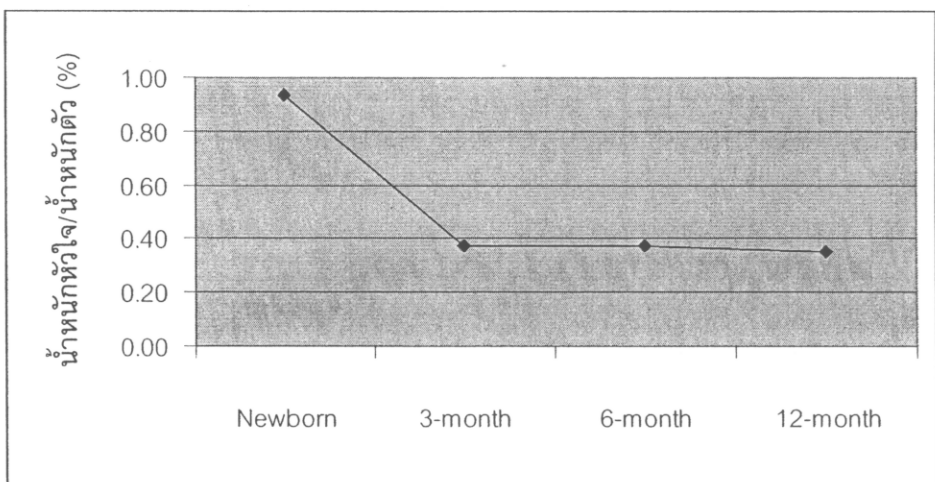
- นำหนู Wistar เพศเมียอายุ แรกเกิด 3 เดือน 6 เดือน และ 12 เดือน กลุ่มอายุ ละ 10 ตัว มาสลบโดยฉีดด้วย Nembutal (sodium pentobarbital 55 mg/kg) เข้าทางช่องท้อง
- ชั่งน้ำหนักหนูและผ่าตัดหัวใจออกมา ชั่งน้ำหนักหัวใจ จากนั้นนำหัวใจ เฉพาะส่วนที่เป็น ventricle แบ่งเป็น 2 ส่วน
- ส่วนที่ 1 นำไปสกัดโปรตีน แยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้า แล้วตรวจหาแถบโปรตีน parvalbumin โดยใช้เทคนิค Western blot

- ส่วนที่ 2 นำไปผ่านขบวนการ Tissue processing for wax embedding แล้วตัดชิ้นเนื้อให้เป็นแผ่นบางๆ และนำไปย้อมเพื่อชี้แสดง parvalbumin โดยใช้เทคนิค immunohistochemistry
- นำน้ำหนักหัวใจและน้ำหนักตัวมาหาสัดส่วนของน้ำหนักหัวใจต่อน้ำหนักตัว แล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ประกอบการอธิบายการทำงานของหัวใจ
- ผ่าตัดนำกล้ามเนื้อ extensor digitorum longus (EDL) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่มีรายงานว่าพบ โปรตีน parvalbumin ในปริมาณมาก (Heizmann, 1982) ออกมา โดยใช้เป็น positive control
- ผ่าตัดนำหลอดเลือดขนาดใหญ่ เช่น หลอดเลือด aorta ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่รายงานว่าไม่พบ โปรตีน parvalbumin (Celio และ Heizmann, 1982) ออกมา โดยใช้เป็น negative control

ผลการทดลอง

1.1 เปอร์เซ็นต์สัดส่วนของน้ำหนักหัวใจต่อน้ำหนักตัวของหนูเพศเมีย

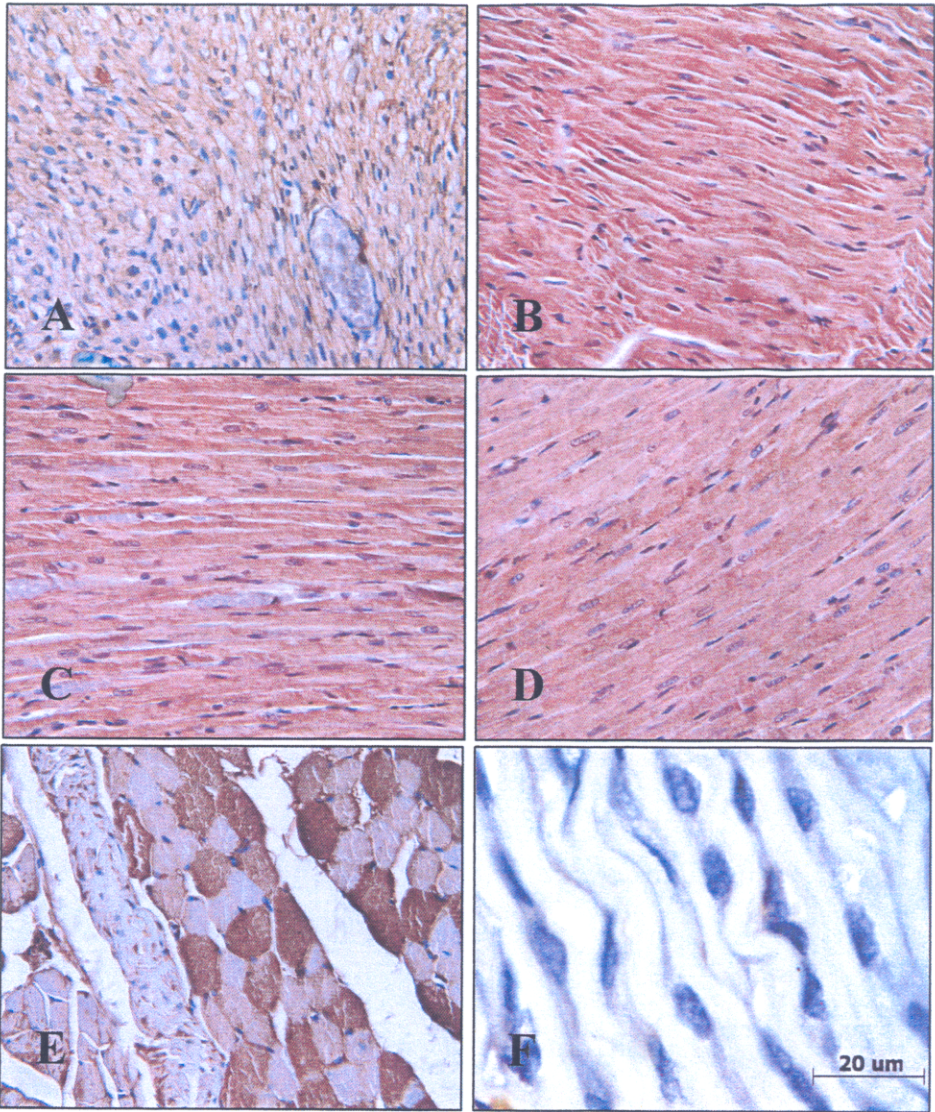
เปอร์เซ็นต์สัดส่วนของน้ำหนักหัวใจต่อน้ำหนักตัว ลดลงมากจากแรกเกิดไปจนถึงอายุ 3 เดือน หลังจากอายุ 3 เดือน ไปจนถึงอายุ 12 เดือน เปอร์เซ็นต์สัดส่วนของน้ำหนักหัวใจต่อน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของน้ำหนักหัวใจต่อน้ำหนักตัวของหนูเพศเมีย

1.2 ผลการศึกษาโดยใช้เทคนิค immunohistochemistry และใช้ anti-parvalbumin antibody

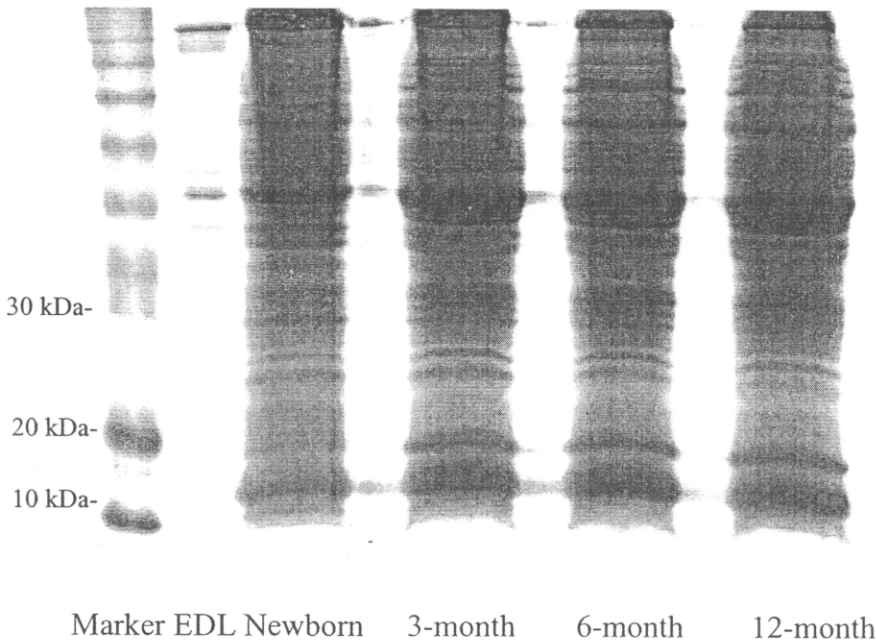
พบว่า ในเนื้อเยื่อหัวใจหนูแรกเกิด เซลล์มีลักษณะที่ยังเจริญไม่สมบูรณ์ โดยเซลล์จะมีขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างเรียวยาว ไซโตพลาสซึมใส พบปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV (parvalbumin immunoreactivity) (สีน้ำตาล) บรรจุอยู่ไม่เต็มภายในไซโตพลาสซึม (รูปที่ 2A) ขณะที่เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจของหนูอายุ 3 6 และ 12 เดือน เซลล์รูปทรงกระบอกแตกกิ่งก้านสาขาพบปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV บรรจุอยู่เต็มภายในไซโตพลาสซึมของทุกเซลล์และ ปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV มีความเข้มเหมือนกันทุกเซลล์ (รูปที่ 2B, C และ D) ปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV ในกล้ามเนื้อ EDL นั้นแตกต่างจากกล้ามเนื้อหัวใจ โดยบาง fiber พบ ปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV มาก บาง fiber พบ ปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV น้อยหรือไม่พบเลย (รูปที่ 2E) ไม่พบปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV ภายในผนังหลอดเลือด aorta (รูปที่ 2F) และภายในเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ ที่มีกระบวนการย้อมเหมือนเนื้ออื่นๆยกเว้น primary antibody (ไม่ได้แสดงรูป)



รูปที่ 2 แสดงปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV (สีน้ำตาลอยู่ภายในไซโตพลาสซึม) ของ (A) กล้ามเนื้อหัวใจในหนูแรกเกิด, (B) กล้ามเนื้อหัวใจในหนูอายุ 3 เดือน (C) กล้ามเนื้อหัวใจในหนูอายุ 6 เดือน (D) กล้ามเนื้อหัวใจในหนูอายุ 12 เดือน (E) กล้ามเนื้อ EDL และ ไม่นพบ ปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV ภายในผนัง หลอดเลือด Aorta (F) ของหนูเพศเมีย

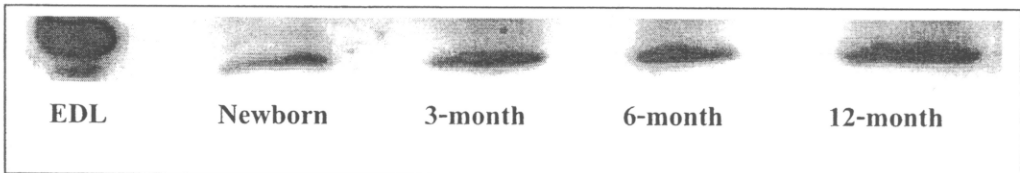
1.3 ผลการศึกษาโดยใช้เทคนิค Western blotting

จากการสกัดโปรตีนและแยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้า ได้ผลดังรูปที่ 3



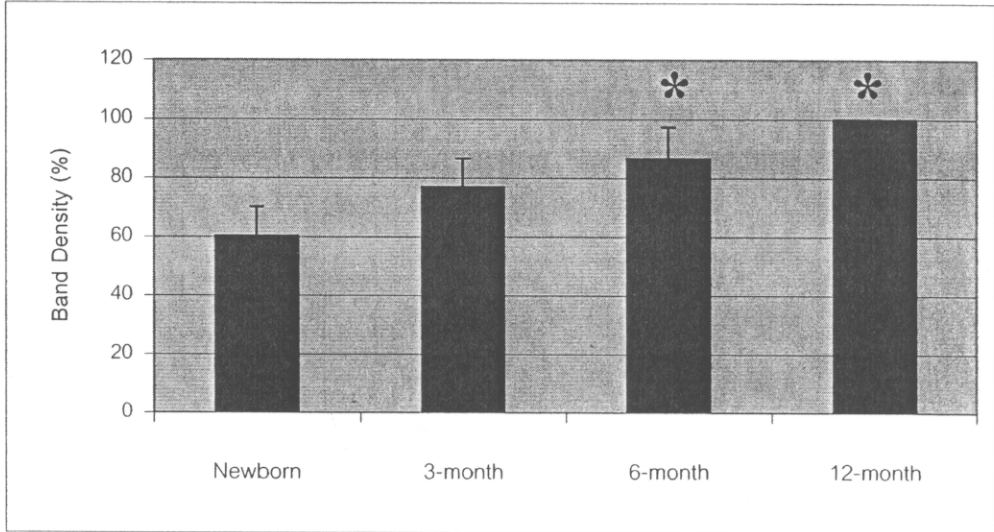
รูปที่ 3 แสดงการผลแยกโปรตีนโดยใช้กระแสไฟฟ้าของ กล้ามเนื้อ EDL และกล้ามเนื้อหัวใจ ในช่วงอายุต่างๆของหนูเพศเมีย

หลังจากนั้นย้ายโปรตีนไปยังแผ่น membrane และย้อมแถบโปรตีน parvalbumin (PV) โดยใช้ anti-parvalbumin antibody แล้ว expose กับแผ่นฟิล์ม ได้ผลดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงแถบโปรตีน parvalbumin ของ กล้ามเนื้อ EDL และกล้ามเนื้อหัวใจในช่วงอายุต่างๆของหนูเพศเมีย

จากการเปรียบเทียบการแสดงออกของ parvalbumin ภายในหัวใจหนูหนูเพศเมียในแต่ละช่วงอายุ พบการแสดงออกตั้งแต่แรกเกิด ($60.14 \pm 9.98\%$) และเพิ่มขึ้นในหนูอายุ 3 เดือน ($76.90 \pm 9.75\%$), 6 เดือน ($86.60 \pm 10.69\%$) ไปจนถึงอายุ 12 เดือน (เมื่อเทียบให้หนูอายุ 12 เดือนมีการแสดงออกของโปรตีน parvalbumin = 100%) (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบการแสดงออกของ parvalbumin ภายในหัวใจหนูเพศเมียในแต่ละช่วงอายุ

บทวิจารณ์

จากการศึกษาของ Vetter และคณะ (1995) พบว่าในขณะที่หนูมีการเจริญเติบโตตั้งแต่แรกเกิดจนเจริญเต็มวัย (Adult) นั้น ภายในกล้ามเนื้อหัวใจ การส่ง Ca^{2+} กลับเข้าไปใน sarcoplasmic reticulum (SR) เพิ่มขึ้น และหัวใจคลายตัวได้เร็วขึ้น (Cappilli et al., 1988) ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของโปรตีน parvalbumin ซึ่งเพิ่มขึ้นตามวัยนั้น อาจจะช่วยทำให้การส่ง Ca^{2+} กลับเข้าไปใน SR เพิ่มขึ้น เนื่องจาก parvalbumin จะทำหน้าที่ดึง Ca^{2+} ออกมาจาก Troponin C และช่วยส่ง Ca^{2+} กลับเข้าไปใน SR (Coutu et al., 2003) ซึ่งมีผลทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวได้เร็วขึ้น

2. การศึกษาอิทธิพลของอายุต่อการแสดงออกของ parvalbumin

วิธีการทดลอง

- นำหนู Wistar rat เพศผู้ อายุ 9 เดือน 12 เดือน 18 เดือน และ 24 เดือน กลุ่มอายุละ 10 ตัว มาสลบโดย มาสลบโดยฉีดด้วย Nembutal (sodium pentobarbital 55 mg/kg) เข้าทางช่องท้อง
- นำหัวใจเฉพาะส่วนที่เป็น ventricle แบ่งเป็น 2 ส่วน
- ส่วนที่ 1 นำไปผ่านขบวนการ Tissue processing for wax embedding แล้วตัดชิ้นเนื้อให้เป็นแผ่นบางๆ และนำไปย้อมเพื่อชี้แสดง parvalbumin โดยใช้เทคนิค immunohistochemistry
- ส่วนที่ 2 นำไปสกัดโปรตีน แยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้า แล้วตรวจหาแถบโปรตีน parvalbumin โดยใช้เทคนิค Western blot
- ผ่าตัดกล้ามเนื้อ extensor digitorum longus (EDL) เพื่อนำมาใช้เป็น positive control

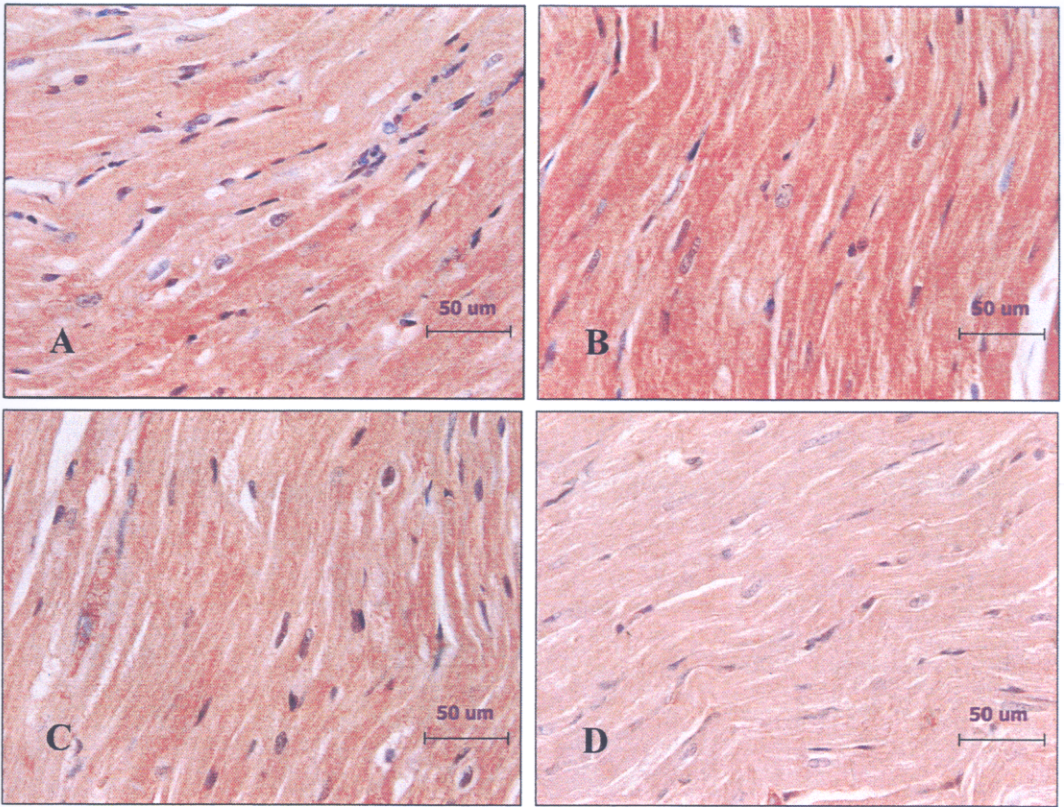
ผลการทดลอง

โดยใช้เทคนิค immunohistochemistry พบว่า หัวใจหนูอายุ 9 และ 12 เดือน มี ปฏิกริยาอิมมูโนของ PV เข้มมาก ส่วนหัวใจหนู อายุ 18 เดือน มี ปฏิกริยาอิมมูโนของ PV ลดลง ในขณะที่หนูอายุ 24 เดือนมีปฏิกริยาอิมมูโนของ PV น้อยที่สุด (รูปที่ 6 A-D)

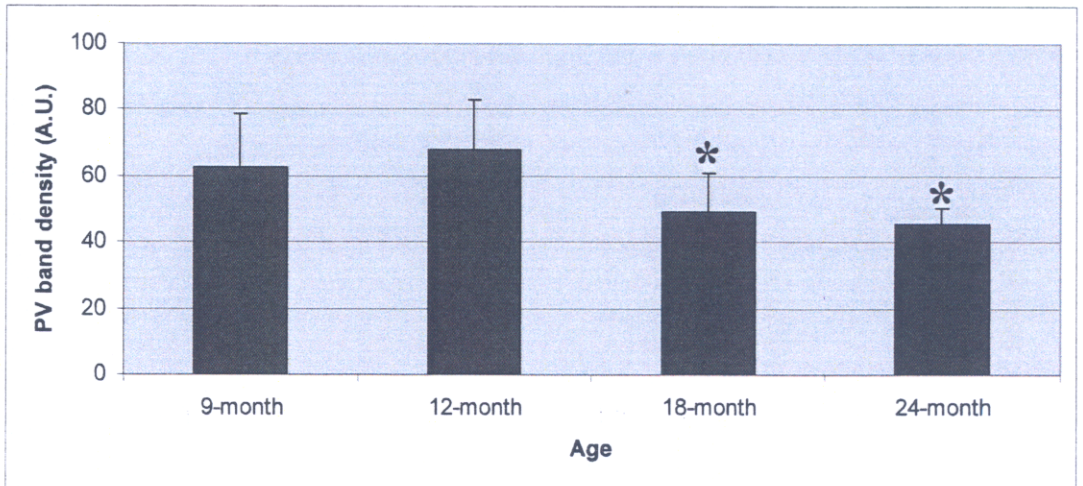
โดยใช้เทคนิค Western blot พบว่าการแสดงออกของ PV ในหัวใจหนูอายุ 9 เดือน (62.35 ± 16.33) และ 12 เดือน (67.67 ± 15.12) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การแสดงออกของ PV ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในหัวใจหนูอายุ 18 เดือน (49.05 ± 11.98) และ 24 เดือน (45.67 ± 4.64) เมื่อเปรียบเทียบกับหัวใจหนูอายุ 12 เดือน ($p < 0.05$) ส่วนหัวใจหนูอายุ 18 และ 24 เดือนการแสดงออกของ PV ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 7)

บทวิจารณ์

การลดลงของการแสดงออกของ PV ในหัวใจหนูวัยชรา สอดคล้องกับการศึกษาของ Cai และคณะ (2001) ซึ่งพบการลดลงของการแสดงออกของ PV ในกล้ามเนื้อลาย EDL ของหนูวัยชรา นอกจากนี้ในหัวใจหนูวัยชรายังพบที่มีการลดลงของ Ca^{2+} ATPase (Jiang and Narayanon, 1990) ดังนั้นการลดลงของ Ca^{2+} ATPase ร่วมกับการลดลงของ parvalbumin อาจจะนำไปอธิบายการบกพร่องของการส่ง แคลเซียม กลับเข้า sarcoplasmic reticulum ส่งผลให้หัวใจเกิดการคลายตัวซ้ำ นำไปสู่การอธิบายพยาธิสภาพของโรคหัวใจล้มเหลวชนิดไดแอสโตลิก ซึ่งมีความบกพร่องของการคลายตัวและพบมากในกลุ่มวัยชรา



รูปที่ 6 แสดงปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV (สีน้ำตาล) อยู่ภายในไซโตพลาสซึมของกล้ามเนื้อหัวใจหนู อายุ 9 เดือน (A), 12 เดือน (B), 18 เดือน (C) และ 24 เดือน (D)



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบการแสดงออกของ parvalbumin ภายในหัวใจหนูเพศผู้ในแต่ละช่วงอายุ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับหนูอายุ 12 เดือน

3. การศึกษาอิทธิพลของการออกกำลังกายต่อการแสดงออกของ parvalbumin ภายในหัวใจหนู

วิธีการทดลอง

- นำหนู Wistar rat เพศผู้ อายุ 3 เดือน 6 เดือน 12 เดือน และ 18 เดือน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ (sedentary, S) และ กลุ่มที่นำมาฝึกว่ายน้ำ (exercise, E) โดยให้ว่ายน้ำในถังพลาสติกขนาดใหญ่ มีความจุ 500 ลิตร (รูปที่ 8) อุณหภูมิโดยใช้ไฟส่องให้ได้อุณหภูมิประมาณ 28°C และฝึกให้ว่ายน้ำโดยเริ่มจากสัปดาห์แรกว่ายน้ำ 5 นาที และเพิ่มเวลาในสัปดาห์ถัดไปเรื่อยๆ ไปจนถึง 30 นาทีเป็นเวลา 6 เดือน หลังจากว่ายน้ำเช็ดตัวให้แห้งและใช้ไฟส่องในการให้ความอบอุ่น การฝึกว่ายน้ำตัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Gunduz และคณะ (2004)
- หลังจากครบ 6 เดือน หนูจะมีอายุ 9 เดือน 12 เดือน 18 เดือน และ 24 เดือน นำหนูทั้งหมดมาสลบโดยฉีด nembatal (sodium pentobarbital 55 mg/kg) เข้าทางช่องท้อง
- นำหัวใจเฉพาะส่วนที่เป็น ventricle แบ่งเป็น 2 ส่วน
- ส่วนที่ 1 นำไปผ่านขบวนการ Tissue processing for wax embedding แล้วตัดชิ้นเนื้อให้เป็นแผ่นบางๆ และนำไปย้อมเพื่อชี้แสดง parvalbumin โดยใช้เทคนิค immunohistochemistry
- ส่วนที่ 2 นำไปสกัดโปรตีน แยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้า แล้วตรวจหาแถบโปรตีน parvalbumin โดยใช้เทคนิค Western blot
- ผ่าตัดกล้ามเนื้อ extensor digitorum longus (EDL) เพื่อนำมาใช้เป็น positive control



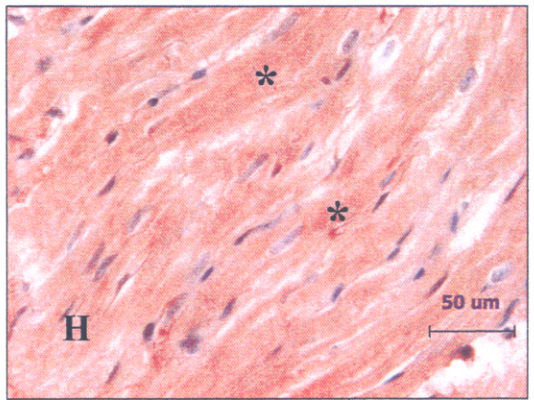
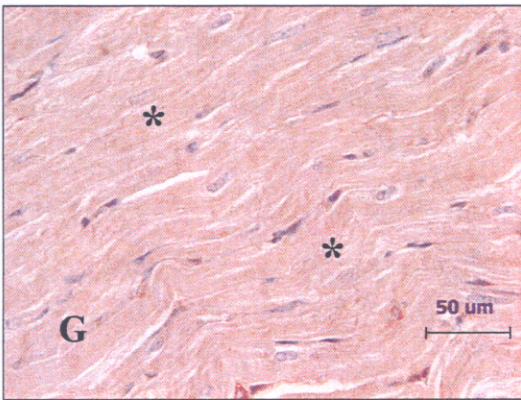
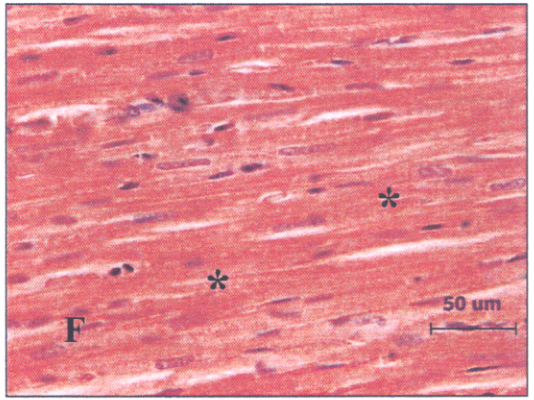
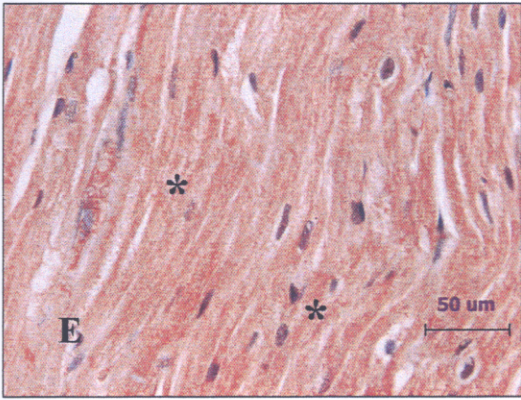
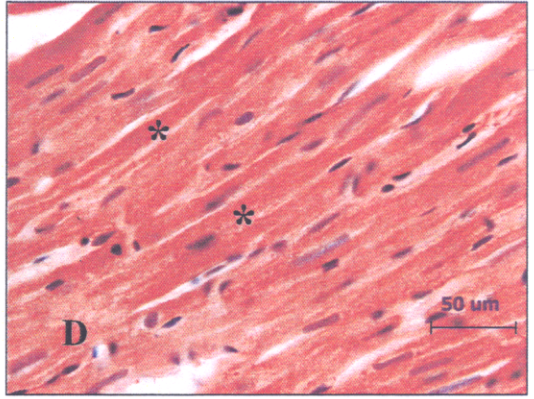
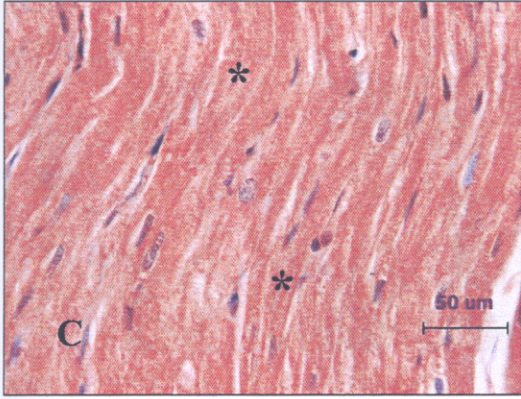
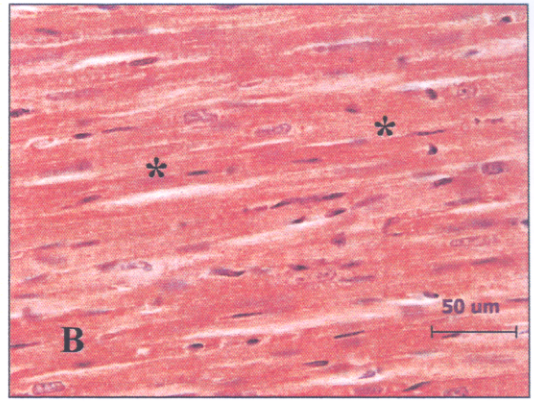
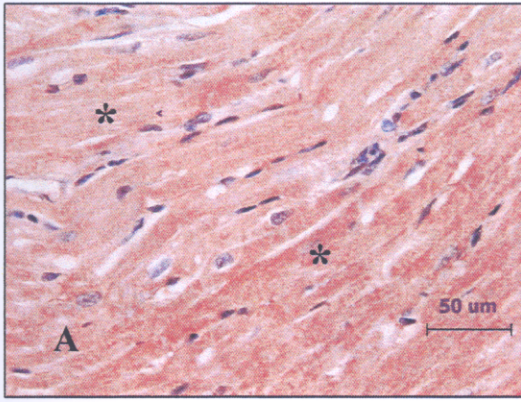
รูปที่ 8 แสดงการฝึกให้หนูว่ายน้ำ

ผลการทดลอง

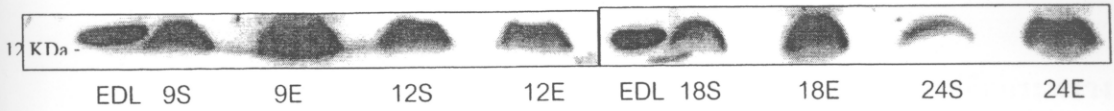
ผลการศึกษาโดยใช้เทคนิค immunohistochemistry พบว่า หัวใจหนูกลุ่มที่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ (E) อายุ 9, 12 และ 18 เดือน มีความเข้มของปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV เพิ่มขึ้นอย่างสังเกตเห็นได้ชัดเจน เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก (S) ที่มีอายุเท่ากัน (รูปที่ 9A-F) ส่วนกลุ่มอายุ 24 เดือน มีความเข้มของปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก (รูปที่ 9G และ H)

ผลการศึกษาโดยใช้เทคนิค Western blot พบว่าการแสดงออกของ PV ในหัวใจหนูทุกกลุ่ม (รูปที่ 10) แต่กลุ่มที่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ อายุ 9 เดือน ($S = 62.35 \pm 16.33$, $E = 83.20 \pm 7.41$) และ 12 เดือน ($S = 67.67 \pm 15.12$, $E = 87.46 \pm 15.47$) มีการแสดงออกของ PV เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับหัวใจหนูกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกที่มีอายุเท่ากัน ส่วนหัวใจหนูกลุ่มที่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ อายุ 18 เดือน มีการแสดงออกของ PV เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.01$ ($S = 49.05 \pm 11.98$, $E = 82.01 \pm 21.11$) เมื่อเปรียบเทียบกับหัวใจหนูกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกที่มีอายุเท่ากัน แต่หัวใจหนูอายุ 24 เดือน การแสดงออกของ PV ทั้งกลุ่มที่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ และกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 11)

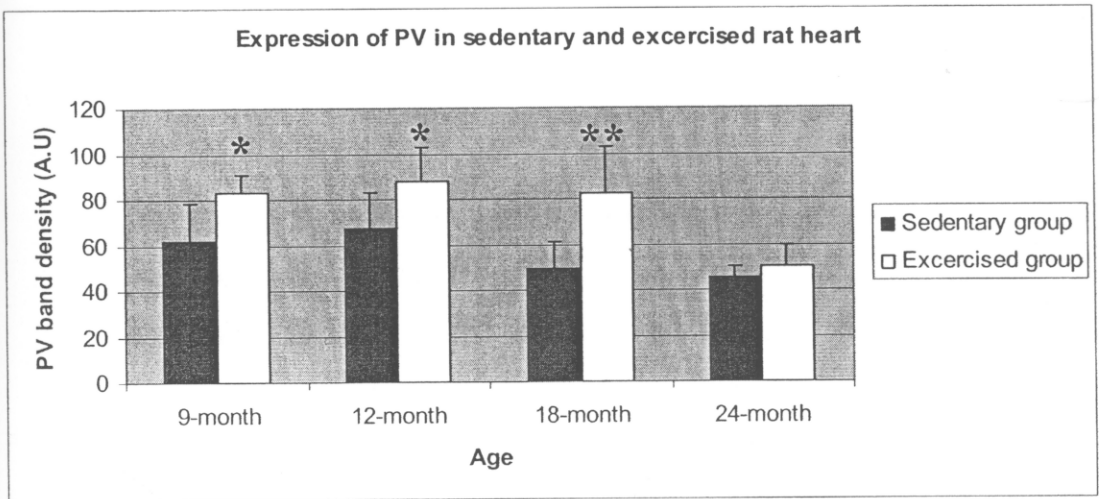
ฝ้ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร



รูปที่ 9 แสดงปฏิกิริยาอิมมูโนของ PV (สีน้ำตาล,*) อยู่ภายในไซโตพลาซึมของกล้ามเนื้อหัวใจหนู กลุ่มต่างๆ ได้แก่ (A) อายุ 9 เดือน ไม่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ, (B) อายุ 9 เดือน ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ, (C) อายุ 12 เดือน ไม่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ, (D) อายุ 12 เดือน ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ, (E) อายุ 18 เดือน ไม่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ, (F) อายุ 18 เดือน ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ, (G) อายุ 24 เดือน ไม่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ, (H) อายุ 24 เดือน ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ



รูปที่ 10 แสดงแถบโปรตีน parvalbumin ของ กล้ามเนื้อ EDL และกล้ามเนื้อหัวใจในช่วงอายุต่างๆ ได้แก่ 9 , 12 , 18 และ 24 เดือน ทั้งกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ (S) และกลุ่มที่นำมาฝึกว่ายน้ำ (E)



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบการแสดงออกของ parvalbumin ภายในหัวใจหนูเพศผู้ในแต่ละช่วงอายุ ทั้งกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกให้ว่ายน้ำ (S) และกลุ่มที่นำมาฝึกว่ายน้ำ (E)

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.05$, ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.01$

บทวิจารณ์

พบว่าการออกกำลังกายโดยการว่ายน้ำสามารถกระตุ้นให้มีการแสดงออกของ PV เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในหนูวัยหนุ่ม แต่การกระตุ้นการเพิ่มแสดงออกของ PV โดยการเริ่มว่ายน้ำในอายุ 18 เดือนนั้นได้ผลน้อยกว่าในหนูวัยหนุ่ม จากการศึกษายของ Take และคณะ (1996) พบว่าการออกกำลังกายโดยการว่ายน้ำมีผลทำให้ SR Ca^{2+} - ATPase mRNA เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของ SR Ca^{2+} - ATPase mRNA ร่วมกับการเพิ่มขึ้นของการแสดงออกของ PV อาจจะใช้ในการอธิบายถึงสาเหตุที่การออกกำลังกายทำการคลายตัวของหัวใจดีขึ้น ซึ่งอาจจะนำไปสู่แนวทางในการป้องกันโรคหัวใจล้มเหลวชนิดไดแอสโตลิก ซึ่งมีความบกพร่องของการคลายตัว