

การไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่างในคนที่เป็นทายาทของผู้ที่มีความดันโลหิตสูง: ผลของ
การออกกำลังกายร่วมกับรับประทานน้ำมันมะพร้าว

Forearm Blood Flow in Offspring of Hypertensive Parents: Effects of Exercise and Coconut Oil

คามิน เนาดาวร (Kamin Naothaworn)* อรอนงค์ กุละพัฒน์ (Onanong Kulaputana)** วิลไล โอนมะศิริ (Wilai Anomasiri)*** นัทมน คำรัตน์ (Nuttamon Kamrat)**** ธัชชัย สมิตะสิริ (Thachamai Samitasiri)*****

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายร่วมกับรับประทานน้ำมันมะพร้าวต่อการไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่างในคนที่เป็นทายาทของผู้ที่มีความดันโลหิตสูงจำนวน 13 คน (N=13) โดยอาสาสมัครทุกคนที่ผ่านการคัดกรองจะต้องทำการทดลอง 4 ครั้ง 1. Control (Con) 2. รับประทานน้ำมันมะพร้าว (Coco) 3. รับประทานน้ำมันมะพร้าวและออกกำลังกาย (Coco+ex) 4. ออกกำลังกาย (Ex) โดยมีการสุ่มลำดับก่อนหลังและมีระยะพักห่างกัน 5-7 วัน ซึ่งในแต่ละการทดลองจะมีการเก็บตัวอย่างเลือด วัดความดันโลหิต และวัดการไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่าง จำนวน 3 ครั้ง ณ เวลา ก่อนการทดลอง และ 4 ชม. หลังการทดลอง จากการศึกษาพบว่าค่าพื้นที่ใต้กราฟการไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่างในการทดลองที่รับประทานน้ำมันมะพร้าวร่วมกับออกกำลังกายเปรียบเทียบกับกรทดลองอื่นๆ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลาเดียวกัน แต่พบการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใต้กราฟการไหลเวียนเลือด ที่ 4 ชม. ภายหลังกการออกกำลังกายร่วมกับรับประทานน้ำมันมะพร้าว และภายหลังกการออกกำลังกายเพียงอย่าง (p=0.021), (p=0.05)

ABSTRACT

The objective was to determine the effect of exercise with coconut oil ingestion on forearm blood flow in offspring of hypertensive parents (N=13). All participants underwent 4 experiments consists 1.Control (Con) 2.Coconut oil ingestion (Coco) 3.Exercise with coconut oil ingestion (Coco+ex) 4.Exercise (Ex) in randomized order with 5-7 days wash out period. Blood sample, blood pressure and forearm blood flow at baseline, 2 hr. and 4 hr. after the experiments were observed. The result of this study showed no significant differences between experiments at the same time points. However, significant differences in blood flow between baseline and 4 hr. were found in exercise alone (p=0.05) and exercise with coconut oil ingestion (p=0.021)

Keywords: Coconut oil, Exercise, Forearm Blood flow

คำสำคัญ: น้ำมันมะพร้าว ออกกำลังกาย การไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่าง

* นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ แขนงสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** รองศาสตราจารย์ สาขาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*** รองศาสตราจารย์ สาขาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**** แพทย์หญิง สาขาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

***** นายแพทย์ สาขาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

โรคหัวใจและหลอดเลือดเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิต ซึ่งมีการศึกษาที่พบว่าอาหารที่มีไขมันสูงเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคดังกล่าว โดยน้ำมันมะพร้าวเป็นไขมันที่ถูกนิยมนำมาใช้มากในประเทศไทยเพื่อประกอบอาหารต่างๆ องค์ประกอบหลักทางเคมีส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีโครงสร้างสายยาวปานกลาง จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวสามารถช่วยลดระดับไขมันในเลือด เพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ และลดสารอนุมูลอิสระ ทั้งยังสามารถส่งเสริมการทำงานของหลอดเลือด (Nevin, 2006, 2008; Nurul-Imanet et al., 2013) และการศึกษาในคนก็พบเช่นกันว่า การรับประทานน้ำมันมะพร้าวมีแนวโน้มที่จะช่วยลดระดับไขมันในเลือดได้ จากการศึกษาบ่งชี้ว่าน้ำมันมะพร้าวอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางระบบหลอดเลือดและหัวใจได้ซึ่งแตกต่างจากไขมันอื่นๆ (Cox, 1998) แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนเนื่องจากการศึกษายังมีจำนวนน้อย

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการที่สามารถลดปัจจัยเสี่ยงและป้องกันโรคทางหลอดเลือดและหัวใจได้ ในปัจจุบันมีการศึกษาจำนวนหนึ่งที่ทดสอบถึงผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการรับประทานน้ำมันมะพร้าวหรือไขมันที่มีสายยาวปานกลางในคนและสัตว์ทดลองพบว่าวิธีดังกล่าวสามารถลดระดับไขมันในเลือดได้ดีกว่าการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว (Alves et al., 2015; Thomas et al., 2001) ซึ่งอาจเป็นหนทางที่จะช่วยป้องกันโรคทางระบบหลอดเลือดและหัวใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

แต่ทั้งนี้ข้อมูลในข้างต้นยังมีอยู่จำนวนน้อย และยังไม่พบข้อมูลว่าในการทดลองคนที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะความดันโลหิตสูง เช่น ผู้ที่เป็นทายาทของคนที่เป็นความดันโลหิตสูง ที่มีความผิดปกติของหลอดเลือดแต่ยังไม่แสดงอาการ จะมีการตอบสนอง แตกต่างจากคนปกติทั่วไปหรือไม่ อย่างไร จึงควรที่จะมีการศึกษาถึงผลของการออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานน้ำมันมะพร้าวเพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและประโยชน์ทางการแพทย์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการทำงานของหลอดเลือดและสารชีวเคมีภายในเลือดที่เปลี่ยนแปลง ภายหลังจากการออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานน้ำมันมะพร้าวในทายาทของผู้ที่เป็นความดันโลหิตสูงเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายและรับประทานน้ำมันมะพร้าวเพียงอย่างเดียว

2. เพื่อศึกษาการทำงานของหลอดเลือดและสารชีวเคมีภายในเลือดที่เปลี่ยนแปลง ในแต่ละการทดลองเปรียบเทียบกับช่วงเวลาก่อนและหลังทำการทดลอง

วิธีการวิจัย

แผนการทดลอง

การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาแบบเชิงทดลองในมนุษย์แบบมีการทดลองเปรียบเทียบ (Human controlled experimental design) โดยการทดลองประชากรเป้าหมาย คือ ผู้มีสุขภาพดี จำนวน 13 คน มีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

1. การทดลองทายาทของผู้ที่เป็นความดันโลหิตสูง (offspring of hypertensive parents (OHT))
 - ผู้ชายสุขภาพดี อายุระหว่าง 18-30 ปี
 - Normal blood pressure (BP <120/80 mmHg) (hypertension guideline, 2016)
 - Normal blood lipid levels (cholesterol<150mg/dl, triglyceride<150mg/dl, LDL<130mg/dl)

- Normal resting EKG.
- $BMI \leq 25 \text{ kg/m}^2$
- มี physical activity น้อยกว่า 30 นาทีต่อครั้ง และน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์
- บิดาหรือมารดา ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะความดันโลหิตสูง (โดยที่ถูกรับวินิจฉัยในช่วงอายุก่อน 55 ปี

สำหรับบิดาและ 65 ปีสำหรับมารดา) ($BP \geq 140/90 \text{ mmHg}$) หรือมีการใช้ยาการทดลองรักษาภาวะความดันโลหิตสูง (Li et al., 2005)

เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1. มีอาการบาดเจ็บที่ร่างกายที่ส่งผลทำให้ไม่สามารถออกกำลังกายได้
2. มีแผลเปิดหรือกล้ามเนื้ออักเสบที่บริเวณส่วนต้นของแขน
3. ไม่สามารถรับประทานน้ำมันมะพร้าวได้ตามกำหนด
4. เป็นเบาหวาน
5. มีปัญหาในเรื่องของ เส้นประสาทและกล้ามเนื้อ
6. รับประทานอาหารเสริมด้านอนุมูลอิสระหรือวิตามิน ก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวของผู้เข้าร่วมวิจัย

ก่อนทำการทดลองแต่ละครั้ง อาสาสมัครจะถูกขอร้องให้

- นอนพักผ่อนให้เพียงพอ
- งดใช้ยาเสริมหรือวิตามินที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อย่างน้อย 1 สัปดาห์
- หลีกเลี่ยงการกินอาหารที่มีไขมันสูง (1 g. fat/1 kg. bodyweight) อย่างน้อย 1 วัน โดยให้คำแนะนำ เช่น fast food ทุกชนิด, อาหารที่มีไขมันสูง (ข้าวขาหมู, ข้าวหมูกรอบ, ข้าวมันไก่ เป็นต้น)
- งดดื่มแอลกอฮอล์หรือเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมแอลกอฮอล์ อย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- งดเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน อย่างน้อย 8-12 ชั่วโมง
- งดรับประทานอาหารอย่างน้อย 12 ชั่วโมง แต่สามารถดื่มน้ำได้
- หลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมหรือการออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- เตรียมชุดและรองเท้าสำหรับออกกำลังกาย และอุปกรณ์อาบน้ำมาในวันที่ทำการออกกำลังกาย

หากอาสาสมัครไม่สามารถทำได้ตามข้อตกลงข้อใดข้อหนึ่งผู้วิจัยจะพิจารณาเลื่อนวันทำการทดสอบออกไป

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้อาสาสมัครจะพบผู้วิจัยทั้งหมด 5 ครั้ง (visit 1-5) โดยจะมีระยะห่างแต่ละ visit เป็นเวลา 5-7 วัน ซึ่งแต่ละครั้งของ visit 2-5 อาสาสมัครจะได้ทำการทดลองทั้งหมด 4 การทดลอง (protocol 1-4) (รายละเอียดการทดลองชี้แจงด้านล่าง) ซึ่งใน visit ที่ 1 อาสาสมัครได้รับการคัดกรอง โดยจะทำเหมือนกันหมดทุกคน ส่วน visit ที่ 2-5 จะเริ่มทำ protocol ที่ 1-4 โดยใช้การสุ่มลำดับการทำจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (randomized protocol) โดยอาสาสมัครทุกคนจะต้องทำครบทุกการทดลอง

- Screening test: อาสาสมัครจะถูกขอให้กรอกแบบบันทึกข้อมูลเบื้องต้นและแบบสอบถามเพื่อเป็นเกณฑ์เบื้องต้นในการคัดเข้า พร้อมลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมวิจัย และจะเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจระดับไขมัน น้ำตาล ใน

เลือดเบื้องต้น หากอาสาสมัครไม่เคยได้รับการตรวจดังกล่าวเลยภายในระยะเวลา 6 เดือน และ ทำการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกาย (Vo_{2max} test)

- **Protocol 1:** เมื่ออาสาสมัครถึงห้องปฏิบัติการให้นอนพัก 10-15 นาที ในห้องปฏิบัติการที่ควบคุมอุณหภูมิห้องไว้ที่ 25°C และหลังจากพักครบแล้วจะทำการวัดความดันโลหิตและหลังจากนั้นจะวัดค่าการไหลเวียนเลือดที่บริเวณแขนท่อนล่าง ด้วยเทคนิค Venous occlusion plethysmography ในแขนข้างที่ไม่ถนัด โดยในระหว่างการวัดการไหลเวียนเลือดก็จะทำการวัดความดันโลหิตต่อเนื่องไปด้วย 10 นาที ในแขนอีกข้างหนึ่ง โดยจะทำการวัดในลักษณะแบบนี้ในช่วงเวลา 12 ชั่วโมงภายหลังการงดอาหาร (Baseline) และที่ 4 ชม. หลังออกกำลังกายตาม protocol พร้อมกับเก็บตัวอย่างเลือดก่อนวัดการไหลเวียนเลือด ปริมาณ 4 มล. จากหลอดเลือดดำบริเวณท้องแขน เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าสารอนุคลิอัส ระดับไขมันและระดับน้ำตาล โดยจะคาเข็มไว้ตลอดการทดสอบ

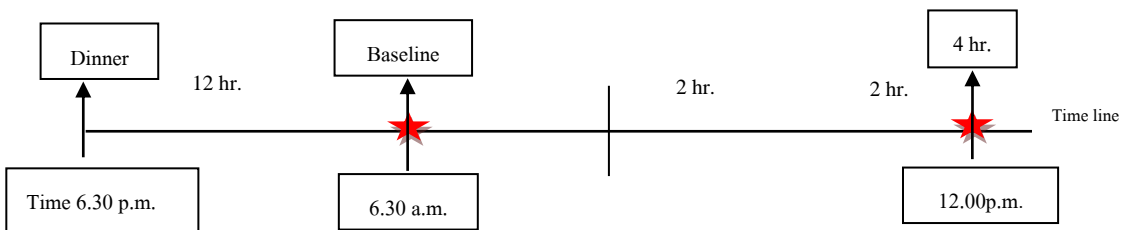
- **Protocol 2:** ขึ้นตอนการวิจัยคล้าย protocol ที่ 1 ยกเว้น หลังจากการวัดการไหลเวียนเลือดภายหลังการงดอาหาร 12 ชั่วโมง (Baseline) จะให้อาสาสมัครรับประทานน้ำมันมะพร้าว 45 มล. (3 ช้อนโต๊ะ)

- **Protocol 3:** ขึ้นตอนการวิจัยคล้าย protocol ที่ 1 ยกเว้น หลังจากการวัดการไหลเวียนเลือดภายหลังการงดอาหาร 12 ชั่วโมง (Baseline) ทำการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบน treadmill เป็นระยะๆ รวม เป็นเวลา 38 นาที และนั่งพักหลังจากการออกกำลังกายเป็นเวลา 20 นาที ก่อนให้รับประทานน้ำมันมะพร้าว 45 มล. (3 ช้อนโต๊ะ)

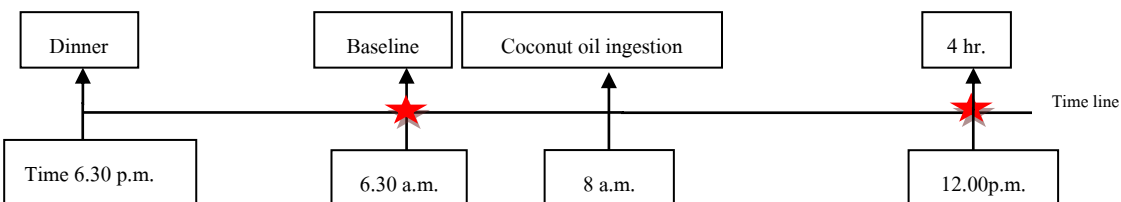
- **Protocol 4:** ขึ้นตอนการวิจัยคล้าย protocol ที่ 1 ยกเว้น หลังจากการวัดการไหลเวียนเลือดภายหลังการงดอาหาร 12 ชั่วโมง (baseline) จะให้อาสาสมัคร ทำการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบน treadmill เป็นระยะๆ รวม เป็นเวลา 38 นาที

ตารางเวลาในแต่ละ Protocols

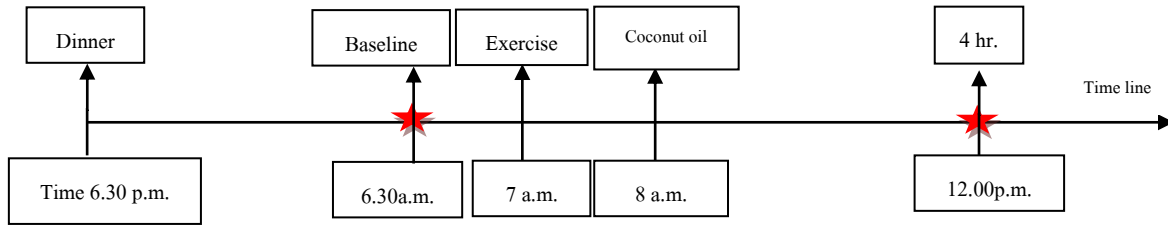
Experimental Protocol 1 - Control (Con)



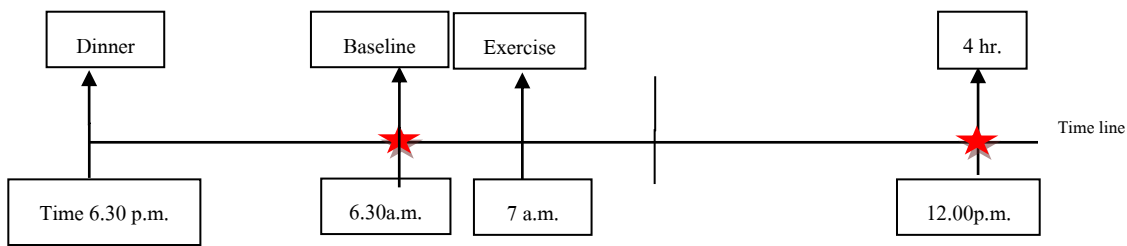
Experimental Protocol 2 - Coconut oil ingestion (Coco)



Experimental Protocol 3 - Exercise and ingestion of coconut oil (Coco+ex)



Experimental Protocol 4 - Exercise (Ex)



★ เก็บตัวอย่างเลือด, วัดค่าความดันโลหิต และ วัดค่าการไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่าง

การรับประทานน้ำมันมะพร้าว

- น้ำมันมะพร้าว ที่ได้รับมาตรฐานผ่านการรับรองจาก GMP และ ออย. พร้อมกับมีการระบุ ถึงค่า nutrition fact, เลขทะเบียน ออย. ที่ข้างขวด, Lot ของสินค้าที่ผลิต และวันหมดอายุ ขนาดบรรจุ 1000 มล. ซึ่งให้พลังงานเท่ากับ 120 kcal ต่อ 1 ช้อนโต๊ะ (15 มล.) โดยจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัยรับประทาน 3 ช้อนโต๊ะ (45 มล.) (Dayrit, 2000) โดยจะใช้ถ้วยตวงที่ได้มาตรฐานตวงและแบ่งใส่แก้วน้ำและผสมน้ำเปล่า 150-200 มล.เพื่อให้ดื่มได้ง่ายขึ้น และผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องรับประทานให้หมดภายใน 15 นาที

การวัดการไหลเวียนเลือดที่บริเวณแขนท่อนล่าง

วิธีการวัด blood flow ด้วย Venous occlusion plethysmography จะให้อาสาสมัคร อยู่ในท่านอนหงายบนเตียง โดยแขนทั้งสองข้างวางราบอย่างผ่อนคลายโดยแขนข้างที่ไม่ถนัดจะถูกจัดให้มีระดับความสูงห่างจากระดับหัวใจ 10 ซม. โดยวางบนแผ่นโฟม เพื่อลด venous pressure ในตอนเริ่มต้น และกระตุ้นการเกิด outflow ในจังหวะที่มีการปล่อย venous cuff และในส่วนของ strain gauge จะถูกนำมาสวมใส่ในบริเวณส่วนแขนท่อนล่างที่มีเส้นรอบวงมากที่สุดพร้อมกับยึดกับผิวหนังด้วยเทปใสและไม่ให้มีสิ่งใดสัมผัสตลอดการทำการทดลอง อาสาสมัครจะถูกขอให้นอนนิ่งๆ ไม่ขยับขณะทำการการวัด ซึ่งก่อนการวัดด้วยเทคนิคดังกล่าวทุกครั้ง อาสาสมัครจะถูกขอให้นอนพักนิ่งๆ ก่อนอย่างน้อยเป็นเวลา 10-15 นาทีเพื่อให้ระบบไหลเวียนเลือดคงที่ จึงจะเริ่มทำการวัด โดยการวัดค่าดังกล่าวจะใช้เวลาทั้งหมด 15 นาที และนำค่าที่ทั้งหมดมาคำนวณเพื่อหาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (area under the curve) โดย Microsoft Excel ด้วยสูตร

$$AUC = \Delta x \sum_{n=1}^N yN$$

การวัดความดันโลหิตและคำนวณค่าความต้านทานหลอดเลือดที่บริเวณแขนท่อนล่าง

Cuff ของเครื่องวัดความดันโลหิตอัตโนมัติ (NIKON KOHDEN) จะถูกพันไว้ที่ต้นแขนข้างตรงข้ามกับที่ทำการวัดการไหลเวียนเลือด เนื่องจากจะทำการวัดความดันโลหิตไปพร้อมกับการวัดการไหลเวียนเลือดในช่วงเวลา Baseline และ ช่วงเวลา 4 ชั่วโมงภายใต้การทดลอง โดยอาสาสมัครจะถูกขอให้ผ่อนคลายและขยับให้น้อยที่สุดจนสิ้นสุดการวัด โดยเครื่องวัดความดันโลหิตอัตโนมัติจะถูกตั้งให้ทำการวัดอัตโนมัติ 10 ครั้งต่อเนื่อง ซึ่งค่าความดันโลหิตที่วัดได้นั้นจะนำไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยและนำไปคำนวณ ค่าความดันเฉลี่ยเลือดแดง (mean arterial pressure) จากสูตร $[(2 \times \text{diastolic}) + \text{systolic}] / 3$ และนำไปคำนวณเป็นค่าความต้านทานหลอดเลือด (resistance) จากสูตร $\text{blood flow} / \text{mean arterial pressure}$

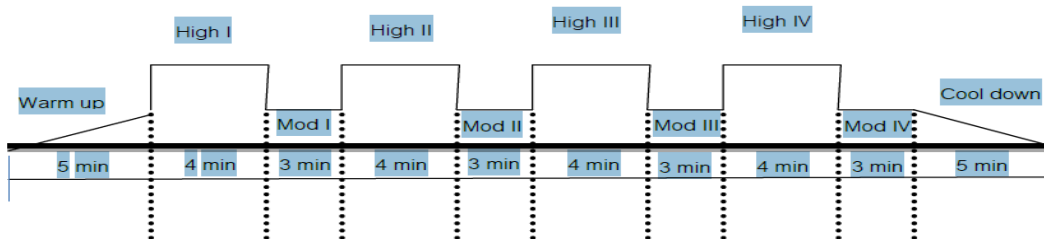
โปรแกรมการออกกำลังกาย

เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก อาสาสมัครจะได้ทำการออกกำลังกายก่อนการรับประทานน้ำมันมะพร้าว ด้วยการวิ่งสลับกับการเดินเร็วบน treadmill ซึ่งจะมีการปรับ ความเร็วและความชัน เพื่อให้ระดับความหนักของการออกกำลังกายนั้นอยู่ในระดับ high สลับกับ moderate โดย ระดับความหนักของการออกกำลังกายนั้น คำนวณจาก ค่า maximum heart rate ที่ได้จากการทำ $VO_{2\max}$ test ของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละบุคคล จะใช้เวลารวมทั้งหมด 38 นาที

- ในช่วง warm up ใช้เวลาทั้งหมด 5 นาที เมื่อโดยอาสาสมัครจะเริ่มจากการเดิน และเมื่อเข้าสู่หน้าที่ที่ 2 จะค่อยๆปรับความเร็วและความชันจนระดับการเต้นของหัวใจของผู้เข้าร่วมการทดลอง อยู่ที่ 70% ของ maximum heart rate จนครบ 3 นาทีและเริ่มเข้าสู่การออกกำลังกาย

- ในช่วง Aerobic นั้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1. high intensity exercise 2. active recovery ซึ่งในช่วงที่ออกกำลังกายแบบ high intensity จะปรับความเร็วและความชันของ treadmill จนผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นมีระดับการเต้นของหัวใจที่ 85-95% maximum heart rate เป็นเวลา 4 นาที และในช่วง active recovery treadmill จะถูกลดความเร็วและความชันลง จนผู้เข้าร่วมการทดลองมีระดับการเต้นของหัวใจ อยู่ที่ 70% ของ maximum heart rate เป็นเวลา 3 นาที ซึ่งจะทำลักษณะนี้สลับกับทั้งหมด 4 ครั้ง และเข้าสู่ช่วง cool down

- ในช่วง cool down จะใช้เวลา 5 นาที ก็จะเสร็จสิ้น โปรแกรมการออกกำลังกาย (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การออกกำลังกายแอโรบิกแบบเป็นช่วงด้วยระดับความหนักสูง (High interval aerobic exercise)

High : High intensity (85-95%)

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด

การเก็บเลือดจากหลอดเลือดดำที่ท้องแขนหรือหลังมือปริมาณ 11 มล. ซึ่งจะบรรจุลงใน plain tube และ EDTA tube เพื่อรักษาสภาพของเลือดให้สมบูรณ์

โดยจะนำเลือดที่ได้นั้นไปตรวจวิเคราะห์ ค่า **triglyceride (TG)** ด้วยวิธีการ enzymatic, end point โดยเครื่อง abbott Architect c-system และ **ค่าสารอนุมูลอิสระ MDA** ด้วยวิธีการดังนี้

1. นำเลือดที่ได้ปั่นแยกที่ 3000 rpm ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และนำ serum ที่ได้ ปริมาณ 240 μ L ใส่สาร 0.67% TCA จำนวน 80 μ L และใส่สาร 50 μ M BHT จำนวน 30 μ L
2. นำ serum ที่ได้สารตามข้อ 1 แล้วไปปั่นที่ 13,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส
3. นำส่วน supernatant ปริมาณ 150 μ L ใส่ TBA 150 μ L
4. Incubate ที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (เปิดฝา)
5. ทิ้งไว้ให้เย็น
6. ดูค่าสารมา 150 μ L และอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 nm. (ใส่ลงใน 96 well microplate)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. แสดงผลน้ำหนัก ส่วนสูง ความดันโลหิต การไหลเวียนเลือด และ ค่าสารเคมีต่างๆ ในเลือด ด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)
2. วิเคราะห์ตัวแปรทางสถิติ
 - วิเคราะห์ความแตกต่างภายในการทดลองเปรียบเทียบแต่ละ protocol และในแต่ละช่วงเวลาโดยใช้ two-way repeated-measure analysis of variance และใช้ post hoc multiple comparisons โดยวิธี Least significant difference ทดสอบสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเวชศาสตร์การกีฬา ชั้น 4 อาคารแพทย์พัฒนา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ทำการวิจัยทั้งหมดคือ 12 สัปดาห์ (ประมาณ 3 เดือน)

ผลการวิจัย

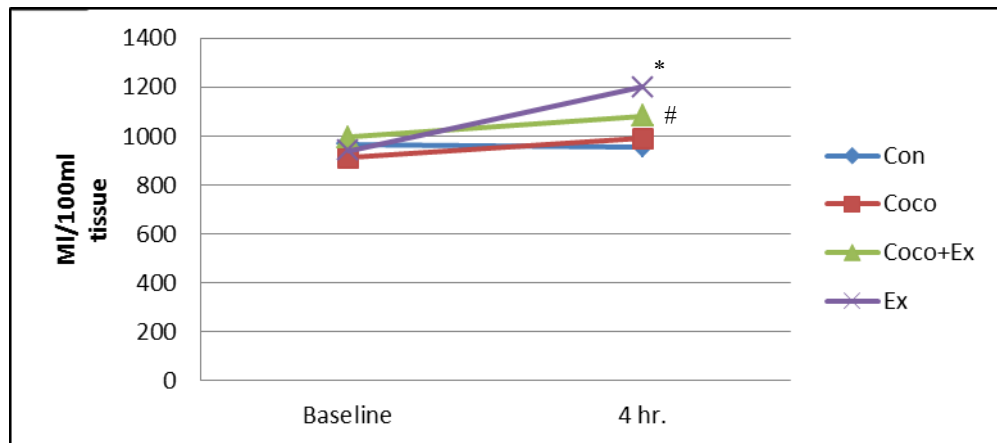
การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษานำร่อง โดยคุณลักษณะของผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 13 คน (N=13) ซึ่งเป็นผู้ที่มีประวัติครอบครัวเป็นความดันโลหิตสูงทั้งหมด

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมการวิจัย (N=13) เป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อายุ (ปี)	21±1.54
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	60±7.05
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	170±6.25
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อเมตร ²)	20.6±1.87
Vo ₂ max (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	34.6±9.74
Systolic pressure (มิลลิเมตรปรอท)	110±9.74
Diastolic pressure (มิลลิเมตรปรอท)	57±8.32
ประวัติโรคความดันโลหิตสูง	
- พ่อ	7
- แม่	5
- ทั้ง พ่อและแม่	1

การไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่าง

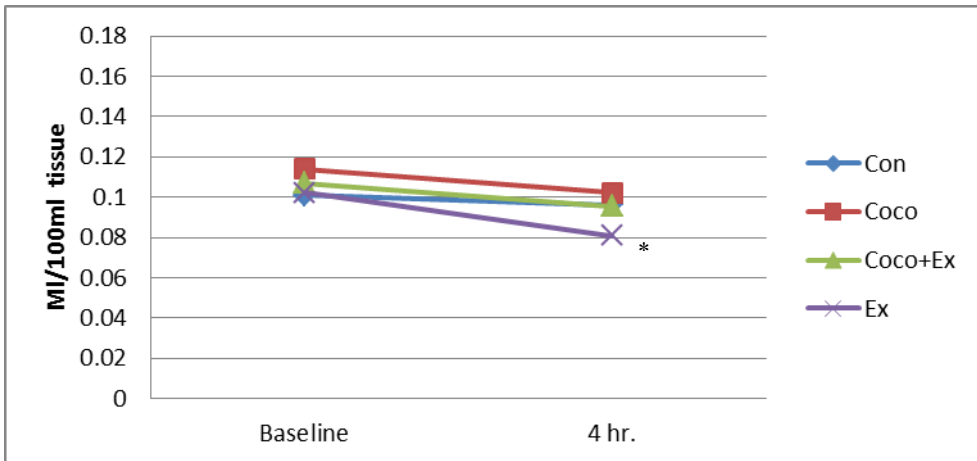
จากการศึกษา (รูปที่ 2) พบถึงนัยสำคัญทางสถิติ ในภาพรวมผลของเวลา ($p=0.04$) แต่ไม่พบถึงนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองในช่วงเวลาเดียวกัน และพบว่าการเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 4 ชม. ในการทดลองที่ทำการออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานน้ำมันมะพร้าวเปรียบเทียบกับก่อนทำการทดลอง ($p=0.021$) และยังคงพบว่าการไหลเวียนเลือดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกันในการทดลองที่ออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวที่เวลา 4 ชม.เปรียบเทียบกับก่อนทำการทดลอง ($p=0.05$)



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าผลรวมพื้นที่ใต้กราฟของการไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่าง (N=13), Con = การทดลองควบคุม, Coco=การทดลองที่ได้น้ำมันมะพร้าวเพียงอย่างเดียว, CoCo+Ex=การทดลองที่กินน้ำมันมะพร้าวร่วมกับการออกกำลังกาย, Ex=ออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว (* Coco+Ex 4 hr.VS Baseline ($p=0.021$), # Ex 4 hr. VS Baseline ($p=0.05$))

ค่าความต้านทานภายในหลอดเลือด

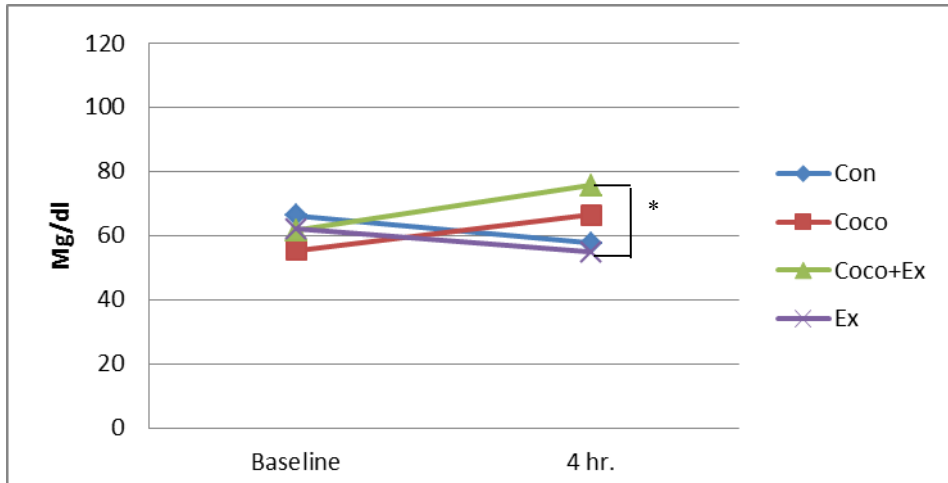
จากการศึกษา (รูปที่ 3) พบถึงนัยสำคัญทางสถิติ ในภาพรวมผลของเวลา ($p=0.04$) แต่ไม่พบถึงนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองในช่วงเวลาเดียวกัน แต่พบว่าในการทดลองที่ได้ทำการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวภายหลังที่ 4 ชม. มีค่าต้านทานหลอดเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนทำการทดลอง ($p=0.01$)



รูปที่ 3 กราฟแสดงถึงค่าความต้านทานภายในหลอดเลือด (N=13), Con = การทดลองควบคุม, Coco=การทดลองที่ได้ น้ำมันมะพร้าวเพียงอย่างเดียว, CoCo+Ex=การทดลองที่กินน้ำมันมะพร้าวร่วมกับการออกกำลังกาย, Ex=ออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว (* Ex 4 hr. VS Baseline (P=0.01))

ค่าไตรกลีเซอไรด์ในเลือด

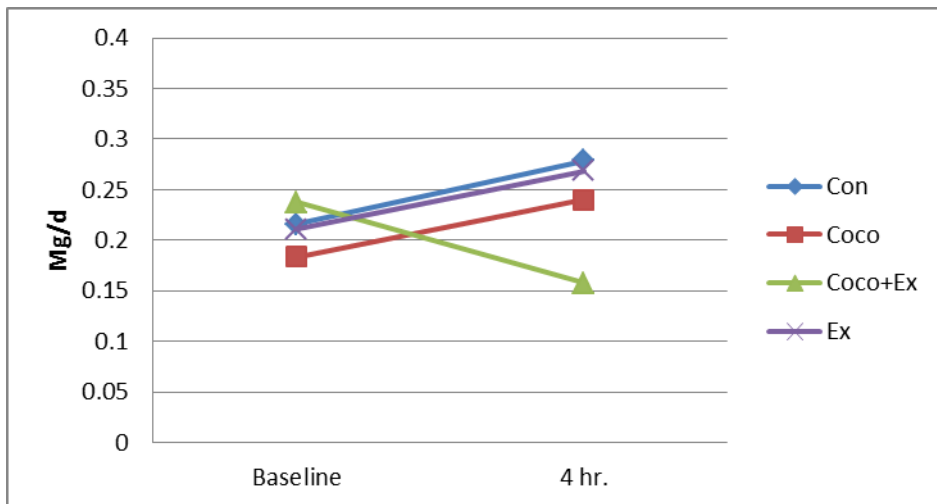
จากการศึกษา (ในรูปที่ 4) พบถึงนัยสำคัญทางสถิติในภาพรวมผลของการทดลองกับเวลา ($p=0.044$) ซึ่งพบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองที่ได้ทำการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวมีค่าไตรกลีเซอไรด์ที่ลดลงในเลือดมากกว่าการทดลองที่ออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานน้ำมันมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.14$)



รูปที่ 4 กราฟแสดงถึงระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด (N=13), Con = การทดลองควบคุม, Coco=การทดลองที่ได้น้ำมันมะพร้าวเพียงอย่างเดียว, CoCo+Ex=การทดลองที่กินน้ำมันมะพร้าวร่วมกับการออกกำลังกาย, Ex=ออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว (* Ex 4 hr. VS Coco + EX (P=0.014))

ค่าสารอนุมูลอิสระ MDA ในเลือด

จากการศึกษาไม่พบถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองการทดลองที่ช่วงเวลาเดียวกัน และเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังทำการทดลอง (ในรูปที่ 5)



รูปที่ 5 กราฟแสดงถึงระดับสารอนุมูลอิสระ MDAภายในเลือด (N=13), Con = การทดลองควบคุม, Coco=การทดลองที่ได้น้ำมันมะพร้าวเพียงอย่างเดียว, CoCo+Ex=การทดลองที่กินน้ำมันมะพร้าวร่วมกับการออกกำลังกาย, Ex=ออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ พบว่าการทดลองที่ทำการออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานน้ำมันมะพร้าวและออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีการไหลเวียนที่แขนเพิ่มขึ้นที่ 4 ชม. ในคนที่เป็นทายาทของผู้ที่มีความดันโลหิตสูง และยังพบว่าที่ 4 ชม. ในการทดลองที่ออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวมีความต้านทานหลอดเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายได้ว่าการออกกำลังกายนั้นส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนเลือดที่แขนท่อนล่างในคนที่เป็นทายาทของผู้ที่มีความดันโลหิตสูงได้แบบฉับพลัน (Ariyakul, 2013) เนื่องจากในขณะที่ออกกำลังกายเลือดจะถูกสูบฉีดจากหัวใจเร็วและแรงมากขึ้นซึ่งมีผลไปกระตุ้นกลไกการหลั่งสารที่ทำให้หลอดเลือดมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณเลือดถูกส่งไปสู่ร่างกายอย่างเพียงพอโดยผลลัพท์จะทำให้การไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้นทั้งระบบและความดันภายในหลอดเลือดลดลง (Francescomarino et al., 2009) มีการศึกษาเกี่ยวกับน้ำมันมะพร้าวที่รายงานว่า น้ำมันมะพร้าวมีผลส่งเสริมการทำงานของหลอดเลือดโดยที่ทำให้สารไนตริกออกไซด์ ซึ่งเป็นสารสำคัญต่อการขยายตัวของหลอดเลือดเนื่องนั้นคงอยู่มากขึ้น จึงส่งเสริมให้หลอดเลือดนั้นเกิดการขยายตัวได้ดียิ่งขึ้น (Kappally et al., 2016) แต่ในการศึกษานี้กลับพบว่าแมื่กลุ่มทดลองที่รับประทานน้ำมันมะพร้าวร่วมกับการออกกำลังกายจะมีการไหลเวียนเลือดที่เพิ่มขึ้นคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ทำการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว แต่กลุ่มที่รับประทานน้ำมันมะพร้าวเพียงอย่างเดียวไม่พบการไหลเวียนเลือดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงอาจอนุมานได้ว่าการออกกำลังกายนั้นส่งผลเป็นหลักต่อการไหลเวียนเลือดที่เปลี่ยนแปลง แต่ทั้งนี้แล้วการศึกษาดังกล่าวเป็นเพียงการศึกษานำร่องซึ่งจำนวนตัวอย่างมีน้อยและเป็นการดูผลของการรับประทานน้ำมันมะพร้าวแบบฉับพลันและระยะสั้น ทำให้ผลลัพท์ที่ได้นั้นอาจไม่ชัดเจนและไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน นอกจากนี้ยังพบว่าการทดลองดังกล่าวในกลุ่มที่ได้รับประทานน้ำมันมะพร้าวนั้น มีการเพิ่มขึ้นของระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดที่ชัดเจน เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวเป็นอาหารกลุ่มไขมันเหมือนกับไขมันชนิดอื่นๆซึ่งมีผลต่อการเพิ่มระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้ และนอกจากนี้ในการศึกษานี้ไม่พบถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับสารอนุมูลอิสระMDA ที่ชัดเจน เพราะว่าการทดลองในช่วงต้นนั้นตัวอย่างที่นำมาศึกษาเป็นกลุ่มคนปกติที่มีสุขภาพดีแต่มีประวัติครอบครัวเป็นความดันโลหิตสูง ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากลุ่มคนดังกล่าวจะพบถึงความผิดปกติได้แต่ยังไม่แสดงออก (Allemann, 1995) ซึ่งความผิดปกตินั้นจะแสดงออกชัดเจนเมื่อมีตัวกระตุ้น (Ariyakul, 2013; Bloomer et al., 2015; Taddei et al., 2005) ซึ่งการศึกษาดังกล่าวไม่ได้มีตัวกระตุ้นให้แสดงออกถึงความผิดปกติจึงอาจทำให้ปริมาณค่าสารอนุมูลอิสระในร่างกายไม่เปลี่ยนแปลงชัดเจน จาการศึกษาข้างต้นคาดหวังว่าผลของน้ำมันมะพร้าวจะส่งเสริมการทำงานของหลอดเลือดและช่วยลดสารอนุมูลอิสระในเลือดลงได้และน่าจะให้ผลดียิ่งขึ้นเมื่อรับประทานน้ำมันมะพร้าวภายหลังการออกกำลังกาย แต่จากผลที่ได้กลับไม่เป็นไปตามที่คาด ซึ่งอาจสรุปได้ว่าการรับประทานน้ำมันมะพร้าวนั้นไม่ได้ส่งผลเสียและผลดีต่อร่างกายที่ชัดเจน และผลของการออกกำลังกายนั้นให้ผลฉับพลันและส่งผลหลักต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของหลอดเลือดได้ดีกว่าการรับประทานน้ำมันมะพร้าว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ร่วมวิจัยขอขอบพระคุณ ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช RA 040/2017 และทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

Allemann Y, Weidmann W. Cardiovascular, metabolic and hormonal dysregulations in normotensive offspring of essential hypertensive parents. *Journal of hypertension* 1995; 13: 163-173.

- Alves NF, Porpino SK, Monteiro MM, Gomes ER, Braga VA. Coconut oil supplementation and physical exercise improves baroreflex sensitivity and oxidative stress in hypertensive rats. *NRC research press* 2015; 40(4): 393-400.
- Ariyakul C, Kulaputana O, Anomasiri W. Effect of intense aerobic exercise on forearm blood flow and postprandial lipemia in normotensive parents. *Indian journal of medicine research* 2013; 2(1): 61-63.
- Bloomer R., Harvey I, Lee S, Stockton M. Predicting postprandial oxidative stress using serum triglycerides following oral fat tolerance testing. *British journal of medicine & medical research* 2015; 5(12): 514-152.
- Cox C, Sutherland W, Mann J, Jong S De, Chisholm A, Skeaff M. Effects of dietary coconut oil, butter and safflower oil on plasma lipids, lipoproteins and lathosterol levels. *European journal of clinical nutrition* 1998; 52: 650-654.
- Dayrit CS. Coconut oil in health and disease: it's and monolaurin's potential and cure for HIV/AIDS. 37th. Cocotech Meeting Chennai India 2000.
- Francescomarino DS, Sciartilli A, Valerio DV, Baldassarre DA, Gallina S. The Effect of Physical Exercise on Endothelial Function. *Sport med* 2009; 39(10): 797-812.
- Kappally S, Shirwaikar A, Shirwaikar A. Coconut oil- a review of potential applications. *Hygeia. journal for drugs and medicines* 2016; 7: 34-41.
- Li LJ, Geng SR, Yu CM. Endothelial dysfunction in normotensive Chinese with a family history of essential hypertension. *Clinical and experimental hypertension* 2005; 27(1): 1-8.
- Nevin KG, Rajamohan T. Virgin coconut oil supplemented diet increases the antioxidant status in rats. *Food chemistry* 2006; 99(2): 260-266.
- Nevin KG, Rajamohan T. Influence of virgin coconut oil on blood coagulation factors, lipid levels and LDL oxidation in cholesterol fed Sprague Dawley rats, *The european e-Journal of clinical nutrition and metabolism* 2008; 3(1): 1-8.
- Nurul-Iman BS, Kamisah Y, Jaarin K, Qodriyah HM. Virgin coconut oil prevents blood pressure elevation and improves endothelial functions in rats fed with repeatedly heated palm oil. *Evidence-based complementary and alternative Medicine* 2013; 2013: 1-7.
- Taddei S, Virdis A, Mattei P, Arzilli F, Salviti A. Endothelium-dependent forearm vasodilation is reduced in normotensive subject with familial history of hypertension. *Journal of cardiovascular pharmacology* 2005; 20: 193-195.
- Thomas TO, Horner KE, Langdon MM, Zhang JQ, Krul ES, Sun GY, Cox RH. Effect of exercise and medium-chain fatty acids on postprandial lipemia. *Journal of applied physiology* 2001; 90: 1239-1246.