อิทธิพลของฮอร์โมนบำบัดระยะยาวที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในหญิงข้ามเพศ

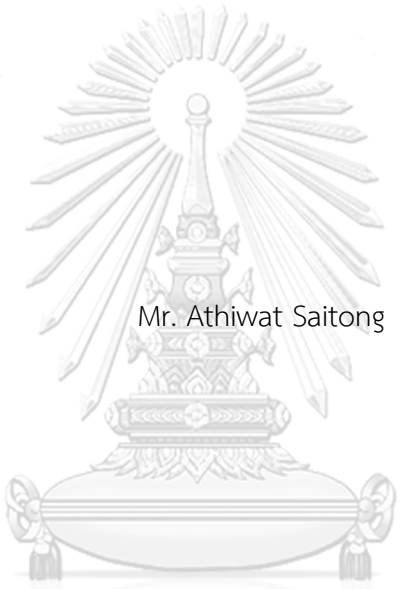
นายอธิวัฒน์ สายทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

INFLUENCES OF LONG-TERM HORMONE THERAPY ON PHYSICAL FITNESS AND VASCULAR FUNCTION IN TRANSGENDER WOMEN

Mr. Athiwat Saitong



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Sports and Exercise Science
Faculty Of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของฮอร์โมนบำบัดระยะยาวที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในหญิงข้ามเพศ
โดย	นายอธิวัฒน์ สายทอง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.ฮิโรฟุมิ ทานากะ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พันตรี ดร.รุ่งชัย ชวนไชยะกูล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร.ฮิโรฟุมิ ทานากะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คุณัญญา มาสดใส)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อธิวัฒน์ สายทอง : อิทธิพลของฮอร์โมนบำบัดระยะยาวที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในหญิงข้ามเพศ. (INFLUENCES OF LONG-TERM HORMONE THERAPY ON PHYSICAL FITNESS AND VASCULAR FUNCTION IN TRANSGENDER WOMEN) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.ดรุณวรรณ สุขสม, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร.ฮิโรฟุมิ ทานากะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกาย ความสามารถทางการกีฬา และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระหว่างหญิงข้ามเพศ เพศชายโดยกำเนิด และเพศหญิงโดยกำเนิด

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยหญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดแต่ไม่ได้ตัดอัณฑะจำนวน ช่วงอายุ 27±4 ปี 15 คน หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดและตัดอัณฑะ ช่วงอายุ 30±4 จำนวน 15 คน ปี เพศชายโดยกำเนิด ช่วงอายุ 28±5 จำนวน 15 คน และเพศหญิงโดยกำเนิด ช่วงอายุ 29±5 จำนวน 15 คน โดยจับคู่ระหว่างกลุ่มให้มีความใกล้เคียงกันด้วยอายุและระดับกิจกรรมทางกาย และทำการวัดตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด องค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ และโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

ผลการศึกษา พบว่า ส่วนสูง น้ำหนัก และมวลกล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกายของหญิงข้ามเพศมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด แต่น้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เทสโทสเตอโรนในเลือดมีระดับลดลง ในขณะที่อีตราไดออลมีระดับเพิ่มขึ้นทั้งในหญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดเมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและงอเข่า รวมถึงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายของเพศชายโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าหญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิด โดยที่หญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ความอ่อนตัวที่ทำการทดสอบด้วยท่านั่งงอตัวไปด้านหน้าไม่พบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ในการทดสอบสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกด้วยวิธีของวินเกต เพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าไม่แตกต่างกับหญิงข้ามเพศ แต่มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในส่วนของเม็ดเลือดแดง ฮีมาโทคริท ฮีโมโกลบิน และไกลโคไซเลทฮีโมโกลบินของเพศหญิงโดยกำเนิดและหญิงข้ามเพศมีระดับต่ำกว่าเพศชายโดยกำเนิด ในขณะที่น้ำตาลกลูโคสในพลาสมาช่วงอดอาหารของเพศหญิงโดยกำเนิดมีระดับต่ำกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในการประเมินความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรทิด และความเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างข้อเท้าและต้นแขนที่เป็นการทดสอบการแข็งตัวของหลอดเลือด

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หญิงข้ามเพศที่เปลี่ยนแปลงจากเพศชายไปเป็นเพศหญิงด้วยการใช้ฮอร์โมนบำบัดมีสมรรถภาพทางกายด้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่ไม่แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งการศึกษาวิจัยแบบภาคตัดขวางครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าหญิงข้ามเพศที่ใช้ฮอร์โมนบำบัดระยะยาวไม่ปรากฏข้อได้เปรียบเชิงสมรรถภาพของเพศชายตามเพศกำเนิดของตนแล้ว

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2566	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

6178608339 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE
KEYWORD: Transgender women, Hormone therapy, Physical fitness, Vascular function
Athiwat Saitong : INFLUENCES OF LONG-TERM HORMONE THERAPY ON PHYSICAL FITNESS AND VASCULAR FUNCTION IN TRANSGENDER WOMEN. Advisor: Prof. DAROONWAN SUKSOM, Ph.D. Co-advisor: Prof. Hirofumi Tanaka, Ph.D.

The purpose of this study was to investigate physical fitness and performance and vascular function in transgender women compared with cisgender men and women.

Transgender women who had been taking hormone therapy without orchiectomy (27±4 years; n=15) and with orchiectomy (30±4 years; n=15) were compared with cisgender men (28±5 years; n=15) and cisgender women (29±5 years; n=15) who were matched for age and physical activity level. All subjects completed the measurements of blood biochemistry, body composition, health-related and skill-related physical fitness, and vascular structure and function.

Height, body weight, and whole-body lean mass of transgender women were greater than women but lower than men (all $p<0.05$). Blood concentration of testosterone was lower and estradiol was higher in transgender women and cisgender women than men ($p<0.05$). Knee extension/flexion peak torque and maximal oxygen consumption were highest in men ($p<0.05$) but were not different between cisgender women and transgender women. No significant group difference was observed for flexibility as assessed by the sit and reach test. Cisgender women and transgender women recorded similar Wingate anaerobic power that was lower than men ($p<0.05$). Red blood cell count, hematocrit, hemoglobin, and HbA1C concentrations were lower in women and transgender women than men while fasting plasma glucose concentration was lower in women than men (all $p<0.05$). Carotid artery intima-media thickness and brachial-ankle pulse wave velocity, a measure of arterial stiffness, were not significantly different among the groups.

In conclusion, physical fitness of transgender women who transitioned from male to female by hormone therapy were lower than cisgender men but similar to cisgender women. The present cross-sectional study suggests that the fitness advantage of male sex appears to disappear in transgender women after a prolonged period of hormone replacement therapy.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Sports and Exercise Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2023	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความมีเมตตากรุณา เอาใจใส่ และช่วยเหลือดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร. ดรุณวรรณ สุขสม ที่ท่านได้เสียสละเวลาให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิด แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆของการศึกษาวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ด้วยความรัก ความเข้าใจ และให้กำลังใจอย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.ฮิโรฟุมิ ทานากะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนการเขียนวิทยานิพนธ์และเผยแพร่บทความวิจัยในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พันตรี ดร.รุ่งชัย ชวนไชยะกูล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คุณัญญา มาสดใส กรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะและความรู้อันเป็นประโยชน์ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้และมอบประสบการณ์ชีวิตอันมีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคลินิกแทนเจอรีน สมาคมฟ้าสีรุ้งแห่งประเทศไทย ที่ให้ความช่วยเหลือ และผู้ที่มีความสำคัญมากที่สุดในการวิจัยครั้งนี้คือ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกท่าน ที่เสียสละเวลาอันมีค่าและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีที่สุดในการเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่อบรมสั่งสอนให้โอกาสในการศึกษา คอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และผลักดันให้ผู้วิจัยศึกษาและดำเนินการทำวิจัยจนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบคุณบุคลากร เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทยและเพื่อน พี่ น้อง คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่สละเวลา คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” และทุนสนับสนุนโครงการวิจัยคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้คุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดามารดา ครูบาอาจารย์ และทุกท่านที่อบรมสั่งสอน เลี้ยงดู ให้ความรู้ และการสนับสนุนผู้วิจัยโดยตลอด ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

อธิวัฒน์ สายทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
คำถามของการวิจัย 5
สมมติฐานของการวิจัย 5
ขอบเขตของการวิจัย 5
คำจำกัดความของการวิจัย 9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
1. การกำหนดเพศ 13
2. การข้ามเพศ 14
3. ฮอร์โมนเพศ (Sex hormones) 18
4. สมรรถภาพทางกาย 31
5. อิทธิพลของฮอร์โมนเพศ 33
6. การทำงานของหลอดเลือด 39
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. กรอบแนวคิดของการวิจัย 48
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 50
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 50
การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 54
ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 55
มาตรการความปลอดภัยในการเก็บข้อมูลวิจัย 67
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 68
การวิเคราะห์ข้อมูล 69
วิธีการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย 70
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71
ตอนที่ 1 ข้อมูลด้านกระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และสรีรวิทยาพื้นฐานของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 72
ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 86
ตอนที่ 3 ข้อมูลด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 118
ตอนที่ 4 ข้อมูลด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 134
ตอนที่ 5 ข้อมูลด้านสารชีวเคมีในเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 139
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 158
สรุปผลการวิจัย 159
อภิปรายผลการวิจัย 166
ประโยชน์ของการวิจัย 192

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะ 192
บรรณานุกรม 194
ภาคผนวก 219
ประวัติผู้เขียน 264

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ความชุกของประชากรคนข้ามเพศในแต่ละประเทศ..... 15

ตารางที่ 2 การใช้ฮอร์โมนบำบัดสำหรับหญิงข้ามเพศกลุ่มฮอร์โมนเพศหญิง (Transgender women) 16

ตารางที่ 3 การใช้ฮอร์โมนบำบัดสำหรับหญิงข้ามเพศกลุ่มต้านฮอร์โมนเพศชาย (Transgender women)..... 16

ตารางที่ 4 การใช้ฮอร์โมนบำบัดสำหรับชายข้ามเพศกลุ่มฮอร์โมนเพศชาย (Transgender men) .. 16

ตารางที่ 5 รูปแบบการศัลยกรรมสำหรับคนข้ามเพศ 17

ตารางที่ 6 ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศในกระเลือด..... 29

ตารางที่ 7 ความแตกต่างทางสรีรวิทยาและความสามารถทางกายระหว่างเพศ 36

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านกระบวนการข้ามเพศ ระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 72

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านสรีรวิทยาพื้นฐานระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 75

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันและการใช้พลังงานขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 82

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านองค์ประกอบของร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 86

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านมวลกระดูกระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 92

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 103

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านความอดทนของกล้ามเนื้อและด้านความอ่อนตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 107

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 112

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 118

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านพลังของกล้ามเนื้อระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 122

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านความคล่องแคล่วว่องไวและด้านความเร็วระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 126

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านเวลาปฏิกิริยาและด้านการทรงตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 130

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 134

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านฮอร์โมนเพศระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด ด้านระดับน้ำตาลในเลือดและด้านระดับไขมันในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 144

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านการทำงานของตับ ด้านการทำงานของไตและด้านตัวบ่งชี้การทำงานของหลอดเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 152

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1ความสามารถทางชีวกลไก (Biomotor ability) 32

รูปที่ 2 กลไกทางสรีรวิทยาของเทสโทสเตอโรนในการสังเคราะห์โปรตีน 33

รูปที่ 3 กลไกทางสรีรวิทยาของเทสโทสเตอโรนในการสังเคราะห์เม็ดเลือดแดง..... 35

รูปที่ 4 กรอบแนวคิดของการวิจัย 48

รูปที่ 5 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง..... 55

รูปที่ 6 ขั้นตอนการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล 60

รูปที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการใช้ฮอร์โมนเพศหญิงระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 73

รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการศัลยกรรมเต้านมระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 74

รูปที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการศัลยกรรมใบหน้าระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 74

รูปที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอายุระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 77

รูปที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของส่วนสูงระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 77

รูปที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 78

รูปที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 78

รูปที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 79

รูปที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 80

รูปที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความเครียดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 80

รูปที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพชีวิตระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 81

รูปที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 84

รูปที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 84

รูปที่ 21 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของการเผาผลาญไขมันขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 85

รูปที่ 22 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 85

รูปที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกล้ามเนื้อทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 88

รูปที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกล้ามเนื้อแขนระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 88

รูปที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกล้ามเนื้อขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 89

รูปที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกล้ามเนื้อลำตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 89

รูปที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 90

รูปที่ 28 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลไขมันทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 29 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลไขมันบริเวณช่องท้องระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 91

รูปที่ 30 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 91

รูปที่ 31 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่กระดูกทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 95

รูปที่ 32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกระดูกทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 95

รูปที่ 33 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นกระดูกทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 96

รูปที่ 34 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทีกระดูกทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 96

รูปที่ 35 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่กระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 97

รูปที่ 36 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 97

รูปที่ 37 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 98

รูปที่ 38 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทีกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 98

รูปที่ 39 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่คอของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 99

รูปที่ 40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลคอของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 99

รูปที่ 41 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของคอของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 42 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทีของคอของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 100

รูปที่ 43 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของกระดูกแขนท่อนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 101

รูปที่ 44 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกระดูกแขนท่อนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 101

รูปที่ 45 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของกระดูกแขนท่อนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 102

รูปที่ 46 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าทีของกระดูกแขนท่อนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 102

รูปที่ 47 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดศอกต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ . 105

รูปที่ 48 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอศอกต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 105

รูปที่ 49 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ . 106

รูปที่ 50 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข่าต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 106

รูปที่ 51 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของงานรวมความอดทนของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 109

รูปที่ 52 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความล้าของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 109

รูปที่ 53 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของงานรวมความอดทนของกล้ามเนื้องอเข่าต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 54 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความล้าของกล้ามเนื้องอเข่าระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 110

รูปที่ 55 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการนั่งงอตัวไปด้านหน้าระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 111

รูปที่ 56 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 114

รูปที่ 57 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสัดส่วนการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 114

รูปที่ 58 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกเหนื่อยระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 115

รูปที่ 59 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับกั้นการระบายอากาศต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 115

รูปที่ 60 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ระดับกั้นการระบายอากาศต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 116

รูปที่ 61 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาทีระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 116

รูปที่ 62 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 117

รูปที่ 63 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ออกกำลังกายจนหมดแรงระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 117

รูปที่ 64 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 65 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัวในการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 120

รูปที่ 66 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความล้าในการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 121

รูปที่ 67 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวกระโดดด้วยท่าเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 124

รูปที่ 68 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูงของการกระโดดด้วยท่าเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 124

รูปที่ 69 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวกระโดดด้วยท่าสควอทระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 125

รูปที่ 70 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูงของการกระโดดด้วยท่าสควอทระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 125

รูปที่ 71 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวด้วยวิธีทีเทส ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ . 128

รูปที่ 72 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวิ่งระยะทาง 10 เมตร ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 128

รูปที่ 73 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวิ่งระยะทาง 20 เมตร ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 129

รูปที่ 74 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวิ่งระยะทาง 40 เมตร ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 129

รูปที่ 75 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบง่ายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 132

รูปที่ 76 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบซับซ้อนระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 132

รูปที่ 77 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดสอบการทรงตัวด้วยวิธีบาลานซ์เอเรอะสะกอริงซิสเต็มระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 133

รูปที่ 78 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรทิดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 136

รูปที่ 79 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างข้อเท้าและต้นแขนระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 136

รูปที่ 80 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการขยายตัวของหลอดเลือดหลังการปิดกั้นการไหลเวียนของหลอดเลือดเบรเคียลระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 137

รูปที่ 81 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราเฉือนของหลอดเลือดเบรเคียลระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 137

รูปที่ 82 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการไหลของเลือดบริเวณชั้นผิวหนังหลังการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 138

รูปที่ 83 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเทสโทสเตอโรน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 141

รูปที่ 84 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับอีสตราไดออล ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 141

รูปที่ 85 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับลูทิไนซิงฮอร์โมน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 142

รูปที่ 86 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับ ฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 142

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 87 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลิน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 143

รูปที่ 88 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟต ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ . 143

รูปที่ 89 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเม็ดเลือดแดง ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 146

รูปที่ 90 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับฮีโมโกลบิน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 146

รูปที่ 91 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับฮีมาโทคริท ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 147

รูปที่ 92 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเม็ดเลือดขาว ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 147

รูปที่ 93 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเกล็ดเลือด ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 148

รูปที่ 94 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาช่วงอดอาหาร ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 148

รูปที่ 95 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับไกลโคไซเลทฮีโมโกลบิน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 149

รูปที่ 96 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับคอเลสเตอรอลรวม ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 149

รูปที่ 97 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูง ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 150

รูปที่ 98 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นต่ำ ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 150

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 99 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับไตรกลีเซอไรด์ ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 151

รูปที่ 100 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับแอสพาร์เทตทรานส์อะมิเนส ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 154

รูปที่ 101 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับลานีนอะมิโนทรานส์เฟอร์เรส ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 154

รูปที่ 102 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับอัลคาไลน์ฟอสฟาเทส ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 155

รูปที่ 103 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับอัลบูมิน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 155

รูปที่ 104 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 156

รูปที่ 105 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับครีเอทินีน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ 156

รูปที่ 106 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับอัตราการกรองของไต ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 157

รูปที่ 107 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับไนตริกออกไซด์ ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ..... 157

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์เมื่อถือกำเนิดจากครรภ์มารดาก็จะถูกกำหนดบทบาทตามเพศสภาพของตน โดยเพศเป็นบริบทหนึ่งของสถานะทางร่างกายที่สังคมแบ่งตามหลักชีววิทยาว่าด้วยการดำรงสืบเผ่าพันธุ์มนุษย์ โดยแบ่งเพศจากอวัยวะสืบพันธุ์ตามกำเนิด เมื่อบุคคลใดถือกำเนิดโดยมีอวัยวะเพศเป็นองคชาต และอัณฑะจะถูกกำหนดให้เป็นเพศชาย หากอวัยวะเป็นช่องคลอด และมดลูกผู้นั้นจะถูกกำหนดเป็นเพศหญิง (Skorska & Bogaert, 2001) หากแต่ว่าเพศซึ่งสังคมเป็นผู้กำหนดไว้มิใช่เพศตามที่ใจตนเองรับรู้และปรารถนาที่จะเป็น อาจนำไปสู่ความไม่พึงพอใจต่อเพศของตน และเกิดความเจ็บปวดทางจิตใจ (Gender dysphoria) จึงเกิดความพยายามหลีกหนีและปรับเปลี่ยนร่างกายให้เป็นเพศที่ตนต้องการแสดงออก ด้วยการข้ามเพศเป็นอีกเพศหนึ่ง ด้วยกระบวนการทางการแพทย์ไม่ว่าจะเป็นการใช้ฮอร์โมนบำบัด (Hormone therapy) หรือการศัลยกรรม (Cohen-Kettenis & Klink, 2015) ซึ่งเพศชายที่ข้ามเพศเป็นเพศหญิงจะถูกเรียกว่า หญิงข้ามเพศ (Trans woman, Male to Female) และเพศหญิงที่ข้ามเพศเป็นเพศชายจะถูกเรียกว่า ชายข้ามเพศ (Trans man, Female to Male) (Meyer-Bahlburg & Hembree, 2009) ทั้งนี้ภาพรวมปัจจุบันของประชากรคนข้ามเพศ (Transgender) ทั้งหมดพบว่าจะมีคนข้ามเพศ 1 คนต่อประชากร 20,000 คน โดยแบ่งเป็นสัดส่วนของหญิงข้ามเพศ 1 คนต่อประชากร 15,000 คน และชายข้ามเพศ 1 คนต่อประชากร 40,000 คน (Gupta, Imborek & Krasowski, 2016) รวมถึงในประเทศไทยได้มีรายงานการสำรวจประชากรกลุ่มคนข้ามเพศโดยเฉพาะหญิงข้ามเพศ ซึ่งเป็นที่ยอมรับเรื่องความงดงามจากนานาชาติและสัดส่วนจำนวนประชากรหญิงข้ามเพศที่อาจจะมากที่สุดในโลกก็ว่าได้ พบว่า ในปี 1996 มีสัดส่วนประชากรหญิงข้ามเพศ 1 คนต่อประชากรชาย 3,000 คน และในปี 2002 สัดส่วนประชากรหญิงข้ามเพศ 1 คนต่อประชากรชาย 180 คน (Winter, 2006)

กระบวนการข้ามเพศ โดยทางการแพทย์สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีการ คือ การศัลยกรรม เนื่องจากการกำหนดลักษณะทางเพศปฐมภูมิ (Primary sex characteristics) ถูกกำหนดด้วยรหัสพันธุกรรม (Genetics) ให้มีอวัยวะสืบพันธุ์ตามชุดโครโมโซม หากต้องการเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของอวัยวะสืบพันธุ์ รวมถึงอวัยวะอื่นๆ ที่เจริญเต็มที่แล้วให้เป็นอีกเพศหนึ่งจึงต้องอาศัยการผ่าตัด เช่น การผ่าตัดแปลงเพศ การผ่าตัดปรับขนาดเต้านม หรือผ่าตัดโครงสร้างใบหน้า เป็นต้น (Goldstein, Corneil & Greene, 2017) และอีกวิธีการหนึ่งคือการใช้ฮอร์โมนบำบัด เนื่องจาก

ฮอร์โมนเพศทำหน้าที่ควบคุมลักษณะทางเพศทุติยภูมิ (Secondary sex characteristics) ให้สามารถแสดงออกลักษณะทางเพศเมื่อเติบโตเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ เช่น เพศชายมีขนาดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น มีหนวดเครา และเสียงแตก ส่วนเพศหญิงมีการขยายขนาดของเต้านม สะโพกและก้น เนื่องจากการสะสมไขมันเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549) ทั้งนี้การใช้ฮอร์โมนเพศบำบัดที่ถูกใช้สำหรับการข้ามเพศแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ฮอร์โมนบำบัดสำหรับหญิงข้ามเพศจะรับเอสโทรเจน (Estrogen) ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศหญิงเพื่อให้ร่างกายเดิมจากผู้ชายมีลักษณะการแสดงออกของความเป็นหญิงมากขึ้น เช่น หน้าอกใหญ่ขึ้น ปริมาณขนตามร่างกายลดลง ผิวเนียนละเอียด เสียงเล็กแหลม เป็นต้น และใช้ร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชาย (Anti-androgen) ให้การแสดงออกความเป็นชายลดลงโดยเฉพาะหญิงข้ามเพศที่ยังไม่ผ่าตัดแปลงเพศ ร่างกายยังคงมีอัณฑะซึ่งทำหน้าที่ผลิตเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ซึ่งควบคุมลักษณะการแสดงออกความเป็นชาย และฮอร์โมนบำบัดสำหรับชายข้ามเพศจะรับเทสโทสเตอโรน เพื่อให้ตนเองมีลักษณะความชาย เช่น การสะสมของไขมันบริเวณเต้านมและสะโพกลดลง มีปริมาณความหน้าแน่นของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น มีหนวดเครา มีเสียงทุ้มต่ำ เป็นต้น (den Heijer, Bakker & Gooren,2017; Unger, 2016)

เทสโทสเตอโรนนอกจากจะควบคุมลักษณะทางเพศชายแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนของร่างกายให้มีปริมาณกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกล้ามเนื้อลายเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ปริมาณและขนาดของกล้ามเนื้อส่งผลต่อความสามารถทางกายด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) และองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) (West & Phillips, 2010; Herbst & Bhasin, 2004) จากการวิจัยก่อนหน้าพบว่า หญิงข้ามเพศที่ได้รับเอสโทรเจนร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชาย มีมวลร่างกายปราศจากไขมัน (Lean body mass) ลดลง และมวลไขมันของร่างกาย (Body fat mass) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ชายข้ามเพศที่ได้รับเทสโทสเตอโรนกลับมีมวลร่างกายปราศจากไขมันเพิ่มขึ้นและมวลไขมันของร่างกายลดลง รวมถึงมีแรงบีบมือ (Grip strength) เพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงเกิดจากอิทธิพลของฮอร์โมนบำบัดที่ได้รับ (T'Sjoen et al., 2018) อีกทั้งเทสโทสเตอโรนยังทำหน้าที่กระตุ้นการสังเคราะห์เม็ดเลือดแดง (Erythrocytosis) โดยองค์ประกอบของเม็ดเลือดแดงจะมีฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ซึ่งทำหน้าที่ในการขนส่งออกซิเจนไปยังเซลล์ส่วนต่างๆ ของร่างกายทำให้มีผลต่อความสามารถด้านการใช้ออกซิเจนของร่างกาย (Bachman et al., 2014; Mairbaurl, 2013) ทั้งนี้ คอร์นี (Kornei, 2018) ได้เขียนบทความวิชาการอธิบายถึงผลการใช้ฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย โดยใช้กรณีตัวอย่างของโจแอนนา ฮาร์เปอร์ (Joanna Harper) ที่เป็นหญิงข้ามเพศและเป็นนักกีฬาวิ่งมาราธอน พบว่าหลังจากที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดระยะเวลาที่ใช้ในการวิ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมก่อนได้รับฮอร์โมน โดยอธิบายถึงกลไกทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรีรวิทยาว่าเกิดจากการลดลงของเทสโทสเตอโรนทำให้ลดการสังเคราะห์เม็ดเลือดแดง ส่งผลต่อการขนส่งออกซิเจน และความสามารถด้านใช้ออกซิเจนของร่างกายลดลงด้วย

เอสโทรเจน หรือฮอร์โมนเพศหญิงมีหน้าที่หลักในการควบคุมลักษณะความเป็นหญิงเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ แต่อีกบทบาทหนึ่งในการช่วยสังเคราะห์สารควบคุมการทำงานของหลอดเลือด (Vascular function) คือ ไนตริกซ์ออกไซด์ (Nitric oxide; NO) (Lorga et al., 2017) ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยให้หลอดเลือดคลายตัว เช่นเดียวกับอะเซตทีลโคลีน (Acetylcholine) และสามารถยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด (Platelet aggregation) กับการยึดเกาะของเกล็ดเลือด (Platelet adhesion) ได้ (สมนึก นิลบุหงา และ ปานสิริ พันธุ์สุวรรณ, 2555) และมีผลต่อเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด คือ ทำให้หลอดเลือดมีการขยายตัว (Endothelium derived factor) ทั้งนี้ บทบาทของไนตริกออกไซด์ในหลอดเลือดจะช่วยต้านการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) ควบคุมความดันเลือด (Blood pressure regulation) (สมาคมเพื่อการวิจัยอนุมูลอิสระไทย, 2555) โดยงานวิจัยของวิลสันและคณะ (Wilson et al al., 2009) ได้ศึกษาผลของการรับเอสโทรเจนปริมาณสูงในหญิงข้ามเพศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า สารไนตริกซ์ออกไซด์มีปริมาณสูงขึ้นกว่าก่อนได้รับฮอร์โมนบำบัด ซึ่งอาจมีผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

อิทธิพลของฮอร์โมนเพศที่ถูกใช้ในกระบวนการข้ามเพศของคนข้ามเพศนอกจากจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการแสดงออกทางเพศแบบทุติยภูมิแล้วยังส่งผลต่อปัจจัยทางสุขภาพด้วย (Reisner et al,. 2016) โดยเฉพาะสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health related physical fitness) ซึ่งแสดงออกถึงความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติงานประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่เกิดความอ่อนล้า และยังมีพลังกายเหลือพอสำหรับใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อความสนุกสนานในยามว่าง และใช้ป้องกันการบาดเจ็บต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่คาดคิด ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความสามารถทางแอโรบิก รวมถึงความอ่อนตัวเป็นต้น (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) อีกทั้งยังส่งผลต่อศักยภาพในการแข่งขันกีฬา ทั้งนี้คณะกรรมการโอลิมปิกสากล (International Olympic Committee: IOC) ได้เล็งเห็นถึงสิทธิมนุษยชน และเคารพความเป็นมนุษย์อย่างเท่าเทียมจึงอนุญาตให้คนข้ามเพศสามารถแข่งขันกีฬาตามเพศสภาพของตนได้ โดยชายข้ามเพศสามารถแข่งขันกับเพศชายโดยกำเนิดโดยไม่มีข้อแม้เนื่องจากกายวิภาคและสรีรวิทยาเดิมเป็นเพศหญิงซึ่งเกิดข้อเสียเปรียบอย่างเต็มใจ แต่สำหรับหญิงข้ามเพศที่ต้องการแข่งขันกับเพศหญิงโดยกำเนิดต้องผ่านการตรวจสอบระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากเพศสภาพเดิมเป็นชายและได้รับอิทธิพลของเทสโทสเตอโรนซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาให้เกิดข้อได้เปรียบของสมรรถภาพในการแข่งขันกีฬา (Dubon, Abbott & Carl, 2018) ซึ่งก่อนหน้านี้ได้มีคนข้ามเพศเข้าร่วมการแข่งขันกีฬา

ร่วมกับผู้ที่มีเพศตามเพศกำเนิด โดย FOX NEWS ได้รายงานข่าวการแข่งขันยกน้ำหนักที่ซามัว (Samoa) ในวันที่ 31 เดือนกรกฎาคมปี 2019 พบว่ามีหญิงข้ามเพศเข้าร่วมการแข่งขันแข่งกับเพศหญิงโดยกำเนิดอีกทั้งได้รับเหรียญทองจำนวน 2 เหรียญและเหรียญเงินอีก 1 เหรียญ จึงทำกลุ่มสิทธิสตรีประท้วงถึงความไม่ยุติธรรมในการแข่งขันที่ให้ผู้ชายแข่งขันกับผู้หญิงถึงแม้ชายคนดังกล่าวจะเป็นหญิงข้ามเพศก็ตามและเกิดข้อกังขาต่อผลการแข่งขัน (Mikelionis, 2019) แต่ทั้งนี้ไม่มีข้อพิสูจน์หรือรายงานวิจัยใดก่อนหน้าที่ยืนยันถึงสมรรถภาพทางกายทั้งที่สัมพันธ์กับสุขภาพและทักษะกีฬา (Skill related physical fitness) ของคนข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัด จึงทำให้เกิดข้อถกเถียงในวงวิชาการและการแข่งขันกีฬาถึงหลักการและความเหมาะสมในการเข้าร่วมการแข่งขันของคนข้ามเพศ อีกทั้งบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและสมรรถภาพทางกายในกลุ่มคนข้ามเพศมีปริมาณน้อยและพบรายงานเพียงผลการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดเท่านั้น (Goldstein, Corneil & Greene, 2018) ซึ่งได้ระบุว่าหญิงข้ามเพศเมื่อได้รับฮอร์โมนบำบัดนอกจากจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเพศในเลือดแล้วยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดอื่นๆ ด้วย ได้แก่ ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete blood count: CBC) ระดับไขมันในเลือด (Lipid profile) และเอนไซม์ตับ แต่ทั้งนี้ไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาอิทธิพลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในคนข้ามเพศ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานของการมีสุขภาพที่ดีและความสามารถในการแข่งขันกีฬา จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดในหญิงข้ามเพศที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพทางแอโรบิก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัว สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ ได้แก่ ความคล่องแคล่วว่องไว การทรงตัว การทำงานอย่างสัมพันธ์กันของร่างกาย พลังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และความเร็ว รวมถึงหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด และสารชีวเคมีในเลือดที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกาย และการทำงานของหลอดเลือด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานแนวทางในการดูแลสุขภาพ การออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสม รวมถึงสร้างความกระจ่าง ยุติธรรมในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาสำหรับหญิงข้ามเพศต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดของหญิงข้ามเพศ โดยเปรียบเทียบกับเพศชายและเพศหญิงโดยกำเนิด

วัตถุประสงค์รอง

เพื่อศึกษาความแตกต่างของสรีรวิทยาทั่วไป การใช้พลังงาน คุณภาพชีวิต และระดับความเครียด ของหญิงข้ามเพศที่ใช้ฮอร์โมนบำบัด โดยเปรียบเทียบกับเพศชายและเพศหญิงโดยกำเนิด

คำถามของการวิจัย

1. การใช้ฮอร์โมนบำบัดในกระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศ ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดหรือไม่และอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายและเพศหญิงโดยกำเนิด

2. หญิงข้ามเพศที่ใช้ฮอร์โมนบำบัด เพศชายและเพศหญิงโดยกำเนิดมีความแตกต่างของสรีรวิทยาทั่วไป การใช้พลังงาน คุณภาพชีวิต และระดับความเครียดหรือไม่และอย่างไร

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดในกระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศ ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด และมีความแตกต่างกับเพศชายและเพศหญิงโดยกำเนิด

2. สรีรวิทยาทั่วไป การใช้พลังงาน คุณภาพชีวิต และระดับความเครียด ระหว่างหญิงข้ามเพศที่ใช้ฮอร์โมนบำบัด เพศชายและเพศหญิงโดยกำเนิดมีความแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากร คือ หญิงข้ามเพศ เพศชายโดยกำเนิด และเพศหญิงโดยกำเนิด ที่เป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ อาสาสมัครที่เป็นหญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัด เพศชายโดยกำเนิด และเพศหญิงโดยกำเนิด กลุ่มตัวอย่างทุกคนเป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย ช่วงอายุ 20 – 35 ปี

2.ตัวแปรที่ศึกษา

2.1ตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือ หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัด

2.2ตัวแปรตาม (Dependent variable) ประกอบด้วย

2.2.1 ตัวแปรด้านสรีรวิทยาทั่วไป (General physiological data) ได้แก่ อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (Resting Heart rate; RHR) มีหน่วยเป็น ครั้งต่อนาที และความดันโลหิต (Blood pressure: BP) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท น้ำหนักร่างกาย (Body weight) มีหน่วยเป็น กิโลกรัม และวัดความสูง (Height) มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

2.2.2 ตัวแปรด้านการใช้พลังงาน (Energy expenditure) ได้แก่ การใช้พลังงานขณะพัก (Resting metabolic rate) มีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี่ และการเผาผลาญไขมัน (Fat oxidation) และการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate oxidation) จะถูกคำนวณจากสมการของ Purge et al. (2014) และ Frayn (1983) มีหน่วยเป็น กรัม

2.2.3 ตัวแปรด้านสมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) ได้แก่

2.2.3.1 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related fitness) มีดังนี้

- ตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent fat) มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ มวลไขมัน (Body fat mass) มีหน่วยเป็น กรัม มวลร่างกายปราศจากไขมัน (Lean mass) มีหน่วยเป็น กรัม และความหนาแน่นของมวลกระดูก (Bone mineral content) มีหน่วยเป็น กรัม ในส่วนของแขน ขา และลำตัว และไขมันในช่องท้อง (Visceral adipose tissue) มีหน่วยเป็น กรัม

- ตัวแปรสมรรถภาพระบบหัวใจและหายใจ (Cardiorespiratory fitness) ได้แก่ ความสามารถสูงสุดการใช้ออกซิเจนของร่างกาย (VO_2max) มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

- ตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ได้แก่ แรงเชิงมุมสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps peak torque) และกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings peak torque) มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร

- ตัวแปรความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยแรงเชิงมุมสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Average quadriceps peak

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

torque) และกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Average hamstrings peak torque) มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร

- ตัวแปรความอ่อนตัว (Flexibility) ได้แก่ ระยะสูงสุดในท่างอตัว (Distance of sit and reach) มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

2.2.3.2 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related fitness) มีดังนี้

- ตัวแปรความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ได้แก่ ระยะเวลาในการทดสอบทีเทส (Time of agility t test) มีหน่วยเป็น วินาที

- ตัวแปรการทรงตัว ได้แก่ ตัวแปรการทรงตัว (Balance) ได้แก่ ค่าดัชนีการเคลื่อนจุดศูนย์กลางมวลออกจากฐานรองรับ (Sway index) มีหน่วยเป็น ดัชนี

- ตัวแปรเวลาปฏิกิริยา (Reaction time) ได้แก่ ระยะเวลาการตอบสนองต่อแสงด้วยความสัมพันธ์ของมือและตามีหน่วยเป็น มิลลิวินาที

- ตัวแปรพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) ได้แก่ พลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump มีหน่วยเป็น วัตต์

- ตัวแปรความเร็ว (Speed) ได้แก่ ระยะเวลาในการวิ่ง มีหน่วยเป็น วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ตัวแปรสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก (Anaerobic fitness) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยพลัง (Average power) มีหน่วยเป็น วัตต์

2.2.4 ตัวแปรด้านการทำงานของหลอดเลือด (Vascular function) ได้แก่

2.2.4.1 โครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระดับมหภาค (Macro-vascular function and structure) ได้แก่ ความหนาของผนังหลอดเลือดแดง มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร ร้อยละการเปลี่ยนแปลงการขยายตัวของหลอดเลือดหลังถูกปิดกั้นการไหลเวียน (Flow mediated dilation) มีหน่วยเป็น ร้อยละ และอัตราเร็วของเคลื่อนความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า (Brachial-ankle pulse wave velocity; baPWV) มีหน่วยเป็น เซนติเมตรต่อวินาที

2.2.4.2 หน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระดับจุลภาค (Micro-vascular function) ได้แก่ ร้อยละการไหลของเลือดชั้นผิวหนังเมื่อถูกปิดกั้น มีหน่วยเป็น ร้อยละ

2.2.5 ตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด (Blood biochemistry) ดังนี้

- ฮอร์โมนเพศ (Sex hormone) ได้แก่ เอสตราไดออล (Estradiol: E_2), เทสโทสเตอโรน (Testosterone), เซ็กซ์ฮอร์โมนไบน์ดิงโกลบูลิน (sex hormone-binding globulin: SHBG) , ฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน (Follicle stimulating hormone: FSH), ลูทิไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone: LH) และดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรน (Dehydroepiandrosterone: DHEAs)

- ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete blood count: CBC) ได้แก่ White blood cell count, Red blood cell count, Hemoglobin และHematocrit (%)

- ระดับไขมันในเลือด (Lipid profile) ได้แก่ คอเลสเตอรอล (Cholesterol), เอชดีแอล (High density lipoprotein: HDL), แอลดีแอล (Low density lipoprotein: LDL) และไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride)

- ระดับน้ำตาลในเลือด (Blood sugar) ได้แก่ ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting blood glucose: FBG) และค่าน้ำตาลสะสมในเลือด (Hemoglobin A1C: HbA1c)

- การทำงานของตับ (Liver function tests: LFTs) ได้แก่ Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT) และSerum Glutamic Pyruvate Transaminase (SGPT)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การทำงานของไต (Renal function test) ได้แก่ Blood Urea Nitrogen (BUN), Creatinine และ Glomerular filtration rate (eGFR)

- ตัวบ่งชี้การทำงานของหลอดเลือด (Vascular function indicator) ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ (Nitricoxide)

2.2.6 ตัวแปรด้านคุณภาพชีวิต (Quality of life) ได้แก่ มิติทางด้านร่างกาย มิติด้านจิตใจ มิติด้านสังคม และมิติด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.7 ตัวแปรด้านระดับความเครียด (Stress level) ได้แก่ คะแนนระดับความเครียด

2.3 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ ระดับกิจกรรมทางกาย และระยะเวลาการใช้ฮอร์โมนบำบัด

คำจำกัดความของการวิจัย

เพศโดยกำเนิด (Cisgender / Biological sex) หมายถึง ผู้ที่แสดงออกอัตลักษณ์ทางเพศเป็นชายและหญิงตามเพศกำหนดของตนเอง โดยเป็นไปตามโครมโมโซมเพศของร่างกาย (Hembree et al., 2017)

คนข้ามเพศ (Transgender) หมายถึง ผู้ที่แสดงออกอัตลักษณ์ทางเพศเป็นเพศตรงข้ามเพศกับเพศตามกำเนิดของตนเอง (Hembree et al., 2017)

หญิงข้ามเพศ (Transgender woman / Male to Female) หมายถึง ผู้ที่มีเพศกำเนิดเป็นเพศชายแต่แสดงอัตลักษณ์ทางเพศเป็นเพศหญิง โดยในการวิจัยครั้งนี้จะต้องเป็นผู้ที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดหรือการผ่าตัดเพื่อข้ามเพศ (Gender reassignment) (Hembree et al., 2017)

การใช้ฮอร์โมนบำบัด (Hormone therapy) หมายถึง การใช้ฮอร์โมนบำบัดเพื่อข้ามเพศ โดยในการวิจัยครั้งนี้ หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะจะใช้ฮอร์โมนเพศหญิงร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชาย และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะจะใช้ฮอร์โมนเพศหญิง

การศัลยกรรมตัดอัณฑะ (Orchiectomy) หมายถึง การผ่าตัดนำอัณฑะออกจากร่างกาย โดยในการวิจัยครั้งนี้ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะผ่าตัดอัณฑะออกจากร่างกายเพื่อลดการผลิตฮอร์โมนเพศชาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health related physical fitness) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติงานอันเกี่ยวข้องกับสุขภาพในชีวิตประจำวันที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ฮอร์โมนบำบัด ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพทางแอโรบิก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัว

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill related physical fitness) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติงานอันเกี่ยวข้องกับกีฬาที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ฮอร์โมนบำบัด ได้แก่ ความคล่องแคล่วว่องไว การทรงตัว การทำงานอย่างสัมพันธ์กันของร่างกาย พลังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และความเร็ว

การทำงานของหลอดเลือด (Vascular function) หมายถึง ความสามารถในการขยายตัวของหลอดเลือด จากการตอบสนองการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดเมื่อถูกปิดกั้น รวมถึงความแข็งของหลอดเลือด

คุณภาพชีวิต (Quality of life) หมายถึง ความสมบูรณ์ของชีวิตที่เป็นในทุกมิติ ได้แก่ มิติทางด้านร่างกาย มิติด้านจิตใจ มิติด้านสังคม และมิติด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงสุขภาพร่างกายโดยรวมด้วย

ระดับความเครียด (Stress level) หมายถึง สภาวะหรือระดับที่จะกระตุ้นให้เกิดความผิดปกติด้านอารมณ์ จิตใจ ซึ่งอาจส่งผลต่อสุขภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดของหญิงข้ามเพศ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สรุปเป็นเนื้อหาสาระสำคัญใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยมีหัวข้อสำคัญ ดังนี้

1. การกำหนดเพศ

    1.1 การกำหนดเพศตามกำเนิด

    1.2 การกำหนดเพศตามการรับรู้

2. การข้ามเพศ

    2.1 ความชุกของประชากรกลุ่มคนข้ามเพศ

    2.2 กระบวนการข้ามเพศ

        2.2.1 การใช้ฮอร์โมนบำบัด (Hormone therapy)

        2.2.2 การศัลยกรรม (Surgery)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ฮอร์โมนเพศ

    3.1 ฮอร์โมนเพศโกนาโดโทรฟิน-รีลีสซิงฮอร์โมน (Gonadotropin-releasing hormone: GnRH)

    3.2 ฮอร์โมนเพศฟอลลิเคิลสติมูเลติงฮอร์โมนฮอร์โมน (Follicle-stimulating hormone: FSH)

    3.3 ฮอร์โมนเพศลูทีไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone: LH)

    3.4 ฮอร์โมนเพศเซ็กซ์ฮอร์โมนไบน์ดิงโกลบูลินหรือเอสเอชบีจี (Sex hormone-binding globulin: SHBG)

    3.5 ฮอร์โมนเพศเทสโทสเตอโรน (Testosterone)

3.6 ฮอร์โมนเพศเอสโทรเจน (Estrogen)

3.7 ความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศในเลือด

4. สมรรถภาพทางกาย

4.1 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health related fitness)

4.2 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill related fitness)

4.3 ความสามารถทางชีวกลไก (Biomotor ability)

5. อิทธิพลของฮอร์โมนเพศ

5.1 ฮอร์โมนเพศที่มีต่อสรีรวิทยาและสมรรถภาพทางกาย

5.2 ฮอร์โมนเพศสรีรวิทยาและสมรรถภาพทางกายของเพศชายและเพศหญิง

5.3 ฮอร์โมนเพศขนาดร่างกายและองค์ประกอบของร่างกายของเพศชายและเพศหญิง

5.4 ฮอร์โมนเพศที่มีต่ออารมณ์ ความเครียด และคุณภาพชีวิต

6. การทำงานของหลอดเลือด

6.1 เซลล์บุผนังหลอดเลือด

6.2 หน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด

6.3 สารชีวเคมีในเลือดที่เกี่ยวข้องกับระบบหัวใจและหลอดเลือด

6.4 การประเมินการทำงานของหลอดเลือด

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. การกำหนดเพศ

1.1 การกำหนดเพศตามกำเนิด

มานุษยวิทยาวิทยาการกำหนดเพศของบุคคลเกิดขึ้นจากแรงผลักทางธรรมชาติ เริ่มต้นตั้งแต่การปฏิสนธิระหว่างอสุจิ (Sperm) เป็นเซลล์สืบพันธุ์จากเพศชาย และไข่ (Ovum) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์จากเพศหญิง เมื่อปฏิสนธิแล้วจะมีการรวมตัวกันของสารพันธุกรรม (Gene) ที่ชื่อว่าโครโมโซม (Chromosome) ซึ่งถือเป็นการกำหนดเพศของบุคคลขั้นแรก ทั้งนี้เมื่อชุดโครโมโซมรวมกันได้ 46XX ตัวอ่อนจะพัฒนาเป็นเพศหญิง หากเป็น 46XY จะเจริญเป็นเพศชาย โดยสารพันธุกรรมที่รวมชุดกันจะมีการแบ่งตัวเป็นตัวอ่อนในครรภ์ของมารดาและพัฒนาอวัยวะร่างกายเป็นไปตามแบบแผนของรหัสพันธุกรรม ระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ซึ่งถือเป็นการกำหนดเพศขั้นถัดมาจากโครโมโซม จะมีการแบ่งตัวและพัฒนาเป็นอวัยวะบ่งเพศและสามารถสืบพันธุ์ตามเพศกำเนิด หากระบบสืบพันธุ์มีการพัฒนาเป็นองคชาต (Penis) และอัณฑะ (Testis) จะถือว่าบุคคลนั้นเป็นเพศชายตามกำเนิด หรือมีการพัฒนาเป็นช่องคลอด (Vagina) มดลูก (Uterus) รวมถึงรังไข่ (Ovary) ถือว่าบุคคลนั้นเป็นเพศหญิงโดยกำเนิด โดยเรียกการแสดงออกลักษณะทางเพศนี้ว่า ลักษณะทางเพศปฐมภูมิ (Primary sex characteristics) เมื่อระบบสืบพันธุ์พัฒนาเต็มที่จนเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ร่างกายจะมีการผลิตสารชีวเคมีที่เรียกว่า ฮอร์โมนเพศ (Sex hormone) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการแสดงออกลักษณะทางเพศขั้นถัดมาจากโครโมโซมและอวัยวะเพศตามกำเนิด โดยเพศชายจะมีฮอร์โมนหลักที่ควบคุมลักษณะการแสดงออกความเป็นชายคือ เทสโทสเตอโรน (Testosterone) ทำให้เด็กหนุ่มเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์มีการเสียงแตกเนื่องจากมีการขยายของหลอดเสียง ขนาดและความหนาแน่นของกล้ามเนื้อลายเพิ่มขึ้น รวมถึงมีการเจริญของเส้นขนที่อวัยวะเพศ ใต้รักแร้ และหน้าอก ส่วนเพศหญิงจะมีเอสโทรเจน (Estrogen) ควบคุมลักษณะความเป็นหญิงทำให้เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเนื่องจากการสะสมของไขมันเพิ่มขึ้นบริเวณหน้าอก สะโพก และ ถึงก้น รวมถึงมีการเจริญของเส้นขนที่อวัยวะเพศ และใต้รักแร้ การเปลี่ยนแปลงลักษณะการแสดงออกทางเพศดังกล่าวจากฮอร์โมนเรียกว่า ลักษณะทางเพศทุติยภูมิ (Secondary sex characteristics) (Skorska & Bogaert, 2001)

1.2 การกำหนดเพศตามการรับรู้

สถานะทางเพศ (Sex) ตามระเบียบแนวทางปฏิบัติอย่างเป็นทางการจะระบุเพศของแต่ละบุคคลตามอวัยวะเพศตามเพศกำเนิด (Natal dender, Cisgender) โดยยึดถือสภาพทางกายภาพของร่างกาย ซึ่งกรอบระเบียบทางสังคมก็จะบังคับให้บุคคลต้องแสดงออกความเป็นเพศของตนตามกำเนิด เช่น เพศชายจะต้องแสดงพฤติกรรมห้าวหาญ สวมใส่เสื้อผ้าด้วยกางเกง หรือตัดผมสั้น เป็นต้น ส่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพศหญิงต้องแสดงพฤติกรรมอ่อนโยน สวมใส่กระโปรง รวมถึงไว้ผมยาว เป็นต้น เพื่อคงอัตลักษณ์ทางเพศและให้รับรู้สภาพทางเพศของตนเองตามที่สังคมได้ให้แนวทางปฏิบัติ (Eagly, 1997) แต่ด้วยความหลากหลายทางสังคม อันรวมถึงปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ เช่น ครอบครัว การเลี้ยงดู กลุ่มสังคมที่ใช้ชีวิตร่วมกัน เป็นต้น อาจเป็นเหตุให้บางบุคคลรับรู้ได้ว่าตนเองไม่ได้มีความรู้สึกความเป็นเพศของตนเองเป็นไปตามเพศกำเนิด ส่งผลให้เกิดการรับรู้ถึงเพศสภาพ (Gender) ของตนเองนั้นเป็นเพศตรงข้าม ซึ่งเพศชายอาจรับรู้ว่าตนเองเป็นเพศหญิง หรือเพศหญิงอาจรับรู้ว่าตนเองเป็นเพศชาย รวมถึงแนวทางการแสดงออกทางเพศตามกรอบสังคมก็จะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจต่อเพศของตนเอง (Gender dysphoria) และทำให้เกิดความเจ็บปวดทางจิตใจ จนไม่อาจทนอยู่ในสภาพร่างกายของเพศเดิมและต้องการเปลี่ยนหรือข้ามเพศจากเพศเดิมเป็นอีกเพศหนึ่ง โดยอาศัยวิธีการทางการแพทย์เพื่อเยียวยารักษาความไม่พึงพอใจต่อเพศของตน เป็นคนข้ามเพศ (Transgender) ทั้งนี้อาจใช้วิธีการศัลยกรรมร่างกายและอวัยวะให้มีลักษณะเพศตรงข้าม หรือการใช้ฮอร์โมนเพศเพื่อควบคุมลักษณะการแสดงทางเพศของร่างกาย ซึ่งเพศชายที่ข้ามเพศเป็นเพศหญิงไม่ว่าจะด้วยกระบวนการแพทย์ใดๆ จะถูกเรียกว่า หญิงข้ามเพศ (Transwoman, Male to Female) และเพศหญิงที่ข้ามเพศเป็นเพศชายจะถูกเรียกว่า ชายข้ามเพศ (Transman, Female to Male) (Meyer-Bahlburg & Hembree, 2009)

2. การข้ามเพศ

2.1 ความชุกของประชากรกลุ่มคนข้ามเพศ

เมื่อกระบวนการทางการแพทย์มีการพัฒนาถึงแนวทางการข้ามเพศที่ปลอดภัย ทั้งการใช้ฮอร์โมนบำบัด และการศัลยกรรม รวมถึงการเข้าถึงช่องทางสื่อและข้อมูลได้สะดวก ส่งผลให้กลุ่มคนที่ไม่พึงพอใจต่อเพศของตนกล้าที่จะเข้ารับกระบวนการข้ามเพศ ประกอบกับการที่สังคมยอมรับความแตกต่างของความหลากหลายทางเพศมากขึ้น ทำให้จำนวนประชากรของคนข้ามเพศปรากฏมากขึ้นอย่างชัดเจนในบริบทสังคมต่างๆ จากรายงานสถิติประชากรของคนข้ามเพศ พบว่าภาพรวมประชากรทั้งหมด จะมีคนข้ามเพศ 1 คนต่อประชากร 20,000 คน แบ่งเป็นสัดส่วนของหญิงข้ามเพศ 1 คนต่อประชากร 15,000 คน และชายข้ามเพศ 1 คนต่อประชากร 40,000 คน (Gupta, Imborek & Krasowski, 2016) นอกจากนี้มีการสำรวจประชากรกลุ่มคนข้ามเพศในเมือง และประเทศต่างๆ และถูกนำเสนอรวบรวมในรายงานการวิจัยดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความชุกของประชากรคนข้ามเพศในแต่ละประเทศ

สถานที่ (ปี)	ทั้งหมด	หญิงข้ามเพศ	ชายข้ามเพศ
สเปน (2011)	10 : 100,000	-	-
เบลเยียม (2003)	-	7.74 : 100,000	2.96 : 100,000
อิตาลี (2008)	-	1.5 : 100,000	0.4 : 100,000
สวีเดน (2010)	-	12.9 : 100,000	7.5 : 100,000
ญี่ปุ่น (2010)	-	3.97 : 100,000	8.20 : 100,000

แหล่งที่มา : Collin, Reisner, Tangpricha & Goodman, 2016

รวมถึงในประเทศไทยได้มีรายงานการสำรวจประชากรกลุ่มคนข้ามเพศ โดยเฉพาะหญิงข้ามเพศ ซึ่งเป็นที่ยอมรับถึงความงดงามและสัดส่วนจำนวนประชากรที่อาจจะมากที่สุดในโลกก็ว่าได้ พบว่า ในปี 1996 มีสัดส่วนประชากรหญิงข้ามเพศ 1 คนต่อประชากรชาย 3,000 คน และในปี 2002 สัดส่วนประชากรหญิงข้ามเพศ 1 คนต่อประชากรชาย 180 คน (Winter, 2006)

2.2 กระบวนการข้ามเพศ

เมื่อบุคคลใด บุคคลหนึ่งรับรู้ว่าเพศสภาพของตน (Gender) ซึ่งไม่เป็นไปตามเพศกำเนิด อันก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจต่อเพศของตน (Gender dysphoria) การใช้กระบวนการทางการแพทย์จึงเป็นหนทางหนึ่งในการเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของร่างกายไปสู่อีกเพศหนึ่งที่ตนพึงใจต้องการที่จะเป็นตามการรับรู้ เพื่อเป็นคนข้ามเพศ (Transgender) โดยกระบวนการข้ามเพศสามารถดำเนินการได้ด้วย 2 วิธี ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.1 การใช้ฮอร์โมนบำบัด (Hormone therapy)

ฮอร์โมนเพศ (Sex hormone) เป็นสารชีวเคมีหนึ่งของร่างกายในการกำหนดลักษะทางเพศให้ร่างกายมีโครงสร้าง หรือสภาพเป็นไปตามลักษณะทางกายภาพที่ควรจะเป็นตามเพศกำเนิด โดยทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงลักษณะทางเพศทุติยภูมิ (Secondary sex characteristics) เช่น การมีหน้าอกและสะโพกผายในเพศหญิง หรือการมีลูกกระเดือกและเสียงทุ้มต่ำในเพศชาย เป็นต้น โดยเพศชายจะมีเทสโทสเตอโรน (Testosterone) เป็นฮอร์โมนหลักในการควบคุมลักษณะความเป็นชาย หรืออาจเรียกได้ว่าฮอร์โมนเพศชาย ส่วนเพศหญิงจะมีเอสโทรเจน (Estrogen) เป็นฮอร์โมนหลักในการควบคุมลักษณะความเป็นหญิง หรืออาจเรียกได้ว่าฮอร์โมนเพศหญิง ซึ่งโดยปกติร่างกายของมนุษย์ทั้งสองเพศจะมีฮอร์โมนเพศทั้งเทสโทสเตอโรนและเอสโทรเจนด้วยกันทั้งคู่ แต่จะมีระดับปริมาณที่แตกต่างกันระหว่างเพศ โดยเพศชายจะมีฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในปริมาณสัดส่วนที่สูงกว่าเอสโทรเจน แต่ในเพศหญิงจะมีปริมาณสัดส่วนเอสโทรเจนสูงกว่าเพศชาย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลง

ลักษณะทางกายภาพผ่านการควบคุมด้วยสมดุลฮอร์โมนเพศ ด้วยการรับฮอร์โมนของเพศตรงข้ามจึงเป็นกระบวนการหนึ่งในการข้ามเพศ โดยสามารถรับเข้าสู่ร่างกายด้วยกระบวน ดังแสดงตามตารางที่ 2 - 4 (den Heijer, Bakker & Gooren,2017)

ตารางที่ 2 การใช้ฮอร์โมนบำบัดสำหรับหญิงข้ามเพศกลุ่มฮอร์โมนเพศหญิง (Transgender women)

กลุ่มฮอร์โมนเพศหญิง		
การนำเข้าสู่ร่างกาย	ตัวยา	ปริมาณ
การรับประทาน	Estradiol	2 – 4 มิลลิกรัม/วัน
การฉีด	Estradiol valerate	5 – 30 มิลลิกรัม/สองสัปดาห์
ผ่านผิวหนัง	Estradiol patch	100 ไมโครกรัม/24ชั่วโมง
	Estradiol gel 0.06%	1.5 มิลลิกรัม/วัน

แหล่งที่มา : Unger, 2016

ตารางที่ 3 การใช้ฮอร์โมนบำบัดสำหรับหญิงข้ามเพศกลุ่มต้านฮอร์โมนเพศชาย (Transgender women)

กลุ่มต้านฮอร์โมนเพศชาย		
การนำเข้าสู่ร่างกาย	ตัวยา	ปริมาณ
การรับประทาน	Spironolactone	100 – 200 มิลลิกรัม/วัน
	Cyproterone acetate	25 – 50 มิลลิกรัม/วัน
	Finasteride	1 มิลลิกรัม/วัน
	Progesterone	20 – 60 มิลลิกรัม/วัน
การฉีด	Medroxyprogesterone	150 มิลลิกรัม/3เดือน
	GnRH agonist (leuprolide)	3.75 – 7.5 มิลลิกรัม/เดือน
การฝังใต้ผิวหนัง	Histrelin implant	50 มิลลิกรัม/12เดือน

แหล่งที่มา : Unger, 2016

ตารางที่ 4 การใช้ฮอร์โมนบำบัดสำหรับชายข้ามเพศกลุ่มฮอร์โมนเพศชาย (Transgender men)

กลุ่มฮอร์โมนเพศชาย		
การนำเข้าสู่ร่างกาย	ตัวยา	ปริมาณ
การรับประทาน	Testosterone undecanoate	160 – 240 มิลลิกรัม/วัน
การฉีด	Testosterone enanthate, cypionate	50 – 200 มิลลิกรัม/สัปดาห์ 100 – 200 มิลลิกรัม/10 –

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มฮอร์โมนเพศชาย		
การนำเข้าสู่ร่างกาย	ตัวยา	ปริมาณ
		14วัน
การฝังใต้ผิวหนัง	Testopel	75 มิลลิกรัม/แท่ง
ผ่านผิวหนัง	Testosterone patch	2.5 – 7.5 มิลลิกรัม/วัน
	Testosterone gel 1%	2.5 - 10 กรัม/วัน

แหล่งที่มา : Unger, 2016

2.2.2 การศัลยกรรม (Surgery)

การศัลยกรรมเป็นอีกวิธีการหนึ่งทางการแพทย์ในกระบวนการข้ามเพศ เพื่อปรับเปลี่ยนโครงสร้างของร่างกายให้อวัยวะเป็นไปในลักษณะของเพศที่ตนต้องการ และช่วยลดการผลิตฮอร์โมนเพศของตนตามกำเนิด ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะทางเพศทุติยภูมิ เช่น การผ่าตัดแปลงเพศเพื่อให้อวัยวะเพศของตนเป็นอีกเพศหนึ่ง การเสริมหน้าอก หรือผ่าตัดเต้านมออก เป็นต้น โดยรูปแบบการผ่าตัดศัลยกรรมสำหรับคนข้ามเพศ ดังแสดงตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รูปแบบการศัลยกรรมสำหรับคนข้ามเพศ

คนข้ามเพศ	การผ่าตัด	ผลการผ่าตัด
หญิงข้ามเพศ	Vaginoplasty	การศัลยกรรมเพื่อสร้างอวัยวะเพศหญิงภายนอก และช่องคลอดให้สามารถปฏิบัติกิจทางเพศได้
	Orchiectomy/ orchidectomy	การศัลยกรรมนำอัณฑะ และส่วนประกอบอวัยวะเพศชายที่ผลิตฮอร์โมนเพศออกจากร่างกาย เพื่อลดการผลิตฮอร์โมนเพศชาย และสามารถสร้างลักษณะทางเพศหญิงในอนาคต
	Female chest reconstruction	การศัลยกรรมขยายขนาดเต้านมให้มีลักษณะเช่นเดียวกับเพศหญิง
	Facial feminization	การศัลยกรรมเพื่อปรับโครงสร้างใบหน้าให้มีลักษณะเช่นเดียวกันกับเพศหญิง
ชายข้ามเพศ	Phalloplasty	การศัลยกรรมเพื่อสร้างอวัยวะเพศชาย รวมถึงองค์ประกอบของอวัยวะเพศชาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คนข้ามเพศ	การผ่าตัด	ผลการผ่าตัด
		ซึ่งทั้งนี้อาจรวมถึงความสามารถในการใช้ท่อทางเดินปัสสาวะใหม่ด้วยหรือก็ได้
	Metoidoplasty	การศัลยกรรมเพื่อสร้างอวัยวะเพศชายขนาดเล็ก จากการขยายขนาดของคลิตอริส (Clitoris) ซึ่งทั้งนี้อาจรวมถึงความสามารถในการใช้ท่อทางเดินปัสสาวะใหม่ด้วยหรือก็ได้
	Hysterectomy and salpingo-ooverectomy	การศัลยกรรมนำมดลูกและรังไข่ออกจากร่างกาย เพื่อป้องกันการมีประจำเดือน ลดการผลิตฮอร์โมนเพศหญิง และสามารถสร้างลักษณะทางเพศชายในอนาคต
	Male chest reconstruction	การศัลยกรรมเพื่อปรับลักษณะเต้านมให้มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกับเพศชาย

แหล่งที่มา : Goldstein, Corneil & Greene, 2017

ถึงแม้ว่าการศัลยกรรมจะช่วยปรับลักษณะทางเพศกายภาพของร่างกายได้ แต่ก็ไม่สามารถปรับแต่งการหลั่งฮอร์โมนเพศซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกการควบการแสดงออกทางเพศได้ ดังนั้นแล้วคนข้ามเพศ ทั้งหญิงและชายข้ามเพศก็ยังคงต้องได้รับฮอร์โมนบำบัดร่วมด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ฮอร์โมนเพศ (Sex hormones)

สารเคมีชนิดหนึ่งที่ร่างกายของมนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่อสื่อสารและทำหน้าที่ร่วมกันกับอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย โดยฮอร์โมนจะหลั่งออกมาจากต่อมไร้ท่อและซึมเข้าสู่เส้นเลือด จากนั้นจะอาศัยระบบการไหลเวียนของกระแสเลือด ส่งต่อไปยังเซลล์หรืออวัยวะต่างๆ เมื่อฮอร์โมนไปถึงอวัยวะที่เป็นเป้าหมาย ก็จะทำหน้าที่เพื่อให้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างปกติ (คณาจารย์ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, 2557)

3.1 ฮอร์โมนเพศโกนาโดโทรฟิน-รีลีสซิงฮอร์โมน (Gonadotropin-releasing hormone: GnRH)

เป็นเพ็ปไทด์ฮอร์โมนซึ่งเดิมรู้จักในนาม Luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) สร้างจากเซลล์ประสาทเพปทิเดอจิก (peptidergic neuron) ประกอบด้วยกรดอะมิโน 10 ตัว (Decapeptide) หลังจากใยประสาทบริเวณ Median eminence ของไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) และหลั่งเข้าสู่ระบบเลือดพอร์ทัล (portal system) ของต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้น (Anterior pituitary) เพื่อควบคุมการหลั่งกระตุ้นให้โกนาโดโทรป (Gonadotroph) หลั่งฮอร์โมนโกนาโดโทรฟิน (LH และ FSH) มีลักษณะเป็นจังหวะ (Pulsatile) เมื่อเข้าสู่ช่วงวัยรุ่นจะมีการหลั่งเพิ่มมากขึ้น การหลั่งโกนาโดโทรฟินสามารถกระตุ้นให้หลั่งได้ 2 – 3 ครั้ง/วัน แต่ในบางโอกาสสามารถกระตุ้นให้หลั่งได้มากขึ้น คือ 1 – 2 ครั้ง/ชั่วโมง ในผู้ชายจะหลั่ง GnRH ทุก 60-120 นาที การหลั่งแต่ละครั้งเพียง 2-3 นาที ในผู้หญิง GnRH จะหลั่งด้วยความถี่สูงแต่ความเข้มข้นต่ำในระยะฟอลิคูลาร์ของการมีประจำเดือน แต่ในระยะลูเทียล GnRH จะหลั่งด้วยความถี่ต่ำแต่ความเข้มข้นสูง การหลั่ง GnRH อย่างเป็นจังหวะนี้จะกระตุ้นให้ LH เป็นจังหวะเช่นกัน แต่เห็นได้ไม่ชัดเนื่องจาก FSH มีครึ่งชีวิต (half-life) ในเลือดมากกว่า LH การหลั่ง GnRH อย่างเป็นจังหวะนี้ถูกควบคุมโดยศูนย์ควบคุมจังหวะการหลั่ง (pulse generator) คาดว่าศูนย์นี้อยู่ในนิวเคลียส์อาร์คูเอท (arcuate nucleus) ของไฮโปทาลามัส เนื่องจาก ถ้าทำลายนิวเคลียสอาร์คูเอทจะทำให้จะทำให้จังหวะการหลั่งโกนาโดโทรฟินผิดปกติ การหลั่งของ GnRH อยู่ภายใต้การควบคุมแบบป้อนกลับเชิงลบโดยฮอร์โมนเพศชายและหญิง เนื่องจากไม่พบการหลั่งอย่างเป็นจังหวะของ GnRH ในเด็กก่อนวัยรุ่น นอกจากนี้ dopamine, epinephrine, norepinephrine, กระตุ้นการหลั่ง GnRH ในขณะที่ Opioid ยับยั้งการหลั่ง GnRH ผู้ที่ขาด GnRH เช่นในพวก idiopathic hypogonadotropic hypogonadism, Kallmann syndrome หรือ hypothalamic amenorrhea การหลั่ง GnRH สามารถถูกยับยั้งแบบย้อนกลับ (Feedback inhibition) ด้วย LH, FSH, Androgen และ Estrogen โดยมีกลไกการทำงานโดย GnRH สามารถจับ G protein-couple receptors ที่อยู่บนผิวเมมเบรนของโกนาโดโทรปของต่อมใต้สมองส่วนหน้า ออกฤทธิ์ผ่านทาง Calcium-phosphoinositol mechanism กระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าให้ผลิตโกนาโดโทรฟิน (ก่อนวัยรุ่น GnRH กระตุ้นการหลั่ง FSH เป็นหลัก แต่หลังจากวัยรุ่นจึงกระตุ้นหลั่ง LH เป็นหลัก) ทำให้มีการกระตุ้นไปยังอัณฑะหรือรังไข่เพื่อผลิตฮอร์โมนเพศเทสโทสเตอโรน เอสโตรเจน และโพรเจสเทอโรน ซึ่งหากผลิตฮอร์โมนเหล่านี้มากเกินไปจะมีกระตุ้นย้อนกลับให้มีการผลิต GnRH ลดลง และยับยั้งการหลั่ง FSH และ LH ในทางอ้อม (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549; สุภาพร วรรณศิริ, 2559; Tsai, 2018; Neely & Crossen, 2014)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ฮอร์โมนเพศฟอลลิเคิลสติมูเลติงฮอร์โมนฮอร์โมน (Follicle-stimulating hormone: FSH)

สังเคราะห์และหลั่งจากเซลล์โกนาโดโทรป (Gonadotroph cell) ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของฟอลลิเคิลในรังไข่ (Ovarian follicles) และออกฤทธิ์ร่วมกับลูทีไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone) กระตุ้นฟอลลิเคิลในรังไข่ให้เจริญเติบโตให้สังเคราะห์และหลั่งฮอร์โมนเอสโตรเจน โดย FSH จะกระตุ้นการทำงานขอเอนไซม์อะโรมาเทส (Aromatase) เพื่อเปลี่ยนแอนโดรเจน (Androgen) เป็นเอสโตรเจน (Estrogen) ส่วนในเพศชาย FSH มีความจำเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาซีมินิเฟอรัสอีพิเทอเลียม (seminiferous epithelium) และกระตุ้นการเจริญของอสุจิ โดยเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มระดับ FSH จะมีผลต่อการกระตุ้นเซลล์เซอร์โทลี (Sertoli cell) และกระตุ้นการพัฒนาตัวกั้นอัณฑะกับเลือด (Blood-testis barrier) ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของนิวเคลียสและไซโทพลาสซึม การทำงานของไมโทคอนเดรีย รวมถึงปริมาณเอนไซม์และความเข้มข้นของสารภายในเซลล์เซอร์โทลี ทั้งนี้ FSH จะออกฤทธิ์โดยจับกับตัวรับที่เยื่อหุ้มของเซลล์เซอร์โทลีให้หลั่งสารที่จำเป็นต่อการสร้างอสุจิให้สามารถสังเคราะห์อสุจิได้ปริมาณมาก ในเพศหญิงจะกระตุ้นให้มีพัฒนาของ granulosa cells ทำให้ถุงไข่เจริญเติบโต และเพิ่มการสร้าง LH receptor บน granulosa และ theca cells (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549; สุภาพร วรรณศิริ, 2559; Das & Kumar, 2018)

3.3 ฮอร์โมนเพศลูทีไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone: LH)

ในเพศชาย LH กระตุ้นให้มีการสร้างเทสโทสเตอโรนจากเซลล์ไลดิกโดยจะจับกับตัวรับชนิดที่สามารถจับกับโปรตีนที่เยื่อหุ้มเซลล์ไลย์ดิก (Leydig cell) กระตุ้นอะดีโนเลตไซเคลส (Adenylate cyclase) ทำให้ไซคลิกเอเอ็มพี (cAMP) ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะกระตุ้นการขนส่งคอเลสเตอรอลไปยังไมโทคอนเครียและกระตุ้นการสังเคราะห์เอนไซม์ที่จำเป็นต่อการเปลี่ยนคอเลสเตอรอลไปเป็นเทสโทสเตอโรนและผ่านเข้าสู่กระแสเลือดไปกระตุ้นยังระบบต่างๆ รวมถึงในกระบวนการสร้างอสุจิด้วย ส่วนในเพศหญิง LH เป็นตัวการสำคัญในการควบคุมการสร้างฮอร์โมนในรังไข่จะทำหน้าที่กระตุ้นเซลล์ทีคา (Theca cell) ให้สังเคราะห์และหลั่งแอนโดรเจนในช่วงฟอลลิคูลาร์ช่วงต้น (Early follicular phase) ต่อมาในช่วงฟอลลิคูลาร์ช่วงปลาย (Late follicular phase) จะกระตุ้นเซลล์แกรนูโลซา (Granulosa cell) ให้มีการสังเคราะห์โพรเจสเตอโรน (Progesterone) ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเสริมฤทธิ์เอสโตรเจนให้มีฤทธิ์ป้อนกลับในเชิงบวกกระตุ้นการหลั่ง LH เพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากกระตุ้นการตกไข่แล้ว LH ยังทำหน้าที่เปลี่ยนฟอลลิเคิลหลังไข่ตกไปเป็นคอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัสลูเทียมและกระตุ้นคอร์ปัสลูเทียมให้หลั่งโพสเจสเตอโรนและเอสโตรเจนในระลูเทียลด้วย (Luteal phase) (Weghofer et al., 2007; สุภาพร วรรณศิริ, 2559)

3.4 ฮอร์โมนเพศเซ็กซ์ฮอร์โมนไบน์ดิงโกลบูลินหรือเอสเอชบีจี (Sex hormone-binding globulin: SHBG)

เป็นไกลโคโปรตีน (glycoprotein) จำพวกเบต้าโกลบูลิน (β-globulin) มีคุณสมบัติในการทำปฏิกิริยาเฉพาะกับฮอร์โมนเพศกลุ่ม 17เบตาไฮดรอกซี่สเตียรอยด์ (17β-hydroxysteroids) ได้แก่ 17เบตาเอสทราไดออล (17β-estradiol) มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของระบบสืบพันธุ์ของเพศหญิง ส่วนเทสโทสเตอโรน (testosterone), 5 แอลฟาดีเอชที (5α-dihydrotestosterone: DHT) มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญของระบบสืบพันธุ์เพศชาย ฮอร์โมนเหล่านี้ในระบบไหลเวียนในร่างกายจะจับกันกับ SHBG และโปรตีนอื่นๆในน้ำเลือด เหลืออยู่ในรูปอิสระประมาณ 1-2 % การที่ SHBG จับกับฮอร์โมนเหล่านี้จะเป็นตัวพาฮอร์โมนไปยังอวัยวะเป้าหมายแล้วยังช่วยป้องกันไม่ให้ฮอร์โมนถูกทำลายด้วยเอนไซม์และกระบวนการเมแทบอลิซึมในระบบไหลเวียนและในตับ นอกจากนี้ SHBG ยังช่วยป้องกันไม่ให้ฮอร์โมนถูกขับออกทางไตด้วย ซึ่งในเพศชายพบว่าเทสโทสเตอโรนในเลือดประมาณร้อยละ 2 อยู่ในรูปฮอร์โมนอิสระ ประมาณร้อยละ 38 จับแบบหลวมๆ กับอัลบูมิน (Albumin) อีกร้อยละ 60 จับแน่นกับเบตาโกลบูลินเรียกว่าเซ็กซ์ฮอร์โมนไบน์ดิงโกลบูลินหรือเอสเอชบีจี (Sex hormone-binding globulin: SHBG) หรือมีชื่อเรียกอื่นได้แก่เซ็กส์สเตอรอยด์ไบน์ดิงโกลบูลิน (Testosterone-binding globulin: TeBG) เฉพาะเทสโทสเตอโรนอิสระเท่านั้นที่สามารถออกฤทธิ์ได้ นอกจากนี้เทสโทสเตอโรนบางส่วนจะแยกตัวออกจากอัลบูมินและไปออกฤทธิ์ที่เซลล์เป้าหมายได้ ดังนั้นปริมาณเทสโทสเตอโรนที่ออกฤทธิ์ได้ (Bioavailable testosterone) จึงมีมากกว่าปริมาณเทสโทสเตอโรนอิสระ เนื่องจากเทสโทสเตอโรนจับกับเอสเอชบีจีเป็นส่วนใหญ่ เอสเอชบีจีจึงเป็นเหมือนแหล่งเก็บสะสมเทสโทสเตอโรนและทำให้การกำจัดเทสโทสเตอโรนออกจากร่างกายช้าลง เอสเอชบีจีเป็นไกลโคโปรตีนสังเคราะห์จากเซลล์ตับ (Hepatocytes) ระดับเอสเอชบีจีในเลือดถูกควบคุมจากหลายปัจจัย เช่น ฮอร์โมน ยา และโรค ปัจจัยที่ทำให้เอสเอชบีจีเพิ่มขึ้น ได้แก่เอสโทรเจน ทามอซิเฟน (Tomoxifen) เฟไนโทอิน (Phenytoin) ภาวะไทรอยด์ฮอร์โมนในเลือดสูงและโรคตับแข็ง (Cirrhosis) ปัจจัยที่ทำให้เอสเอชบีจีในเลือดลดลง ได้แก่ ฮอร์โมนเพศชายกลูโคคอร์ทอคอยด์ โกรทฮอร์โมน ภาวะไทรอยด์ฮอร์โมนในเลือดต่ำและโรคอ้วน เอสเอชบีจีจับได้ทั้งเอสทราไดออลและเทสโทสเตอโรนแต่ชอบจับกับเทสโทสเตอโรนมากว่า ระดับเอสเอชบีจีในเพศหญิงสูงกว่าเพศชาย ในผู้หญิงการที่เอสเอชบีจีชอบจับกับเทสโทสเตอโรน ถือเป็นสิ่งที่ดีเพราะจะทำให้เอสโทรเจนอิสระ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ออกฤทธิ์ได้เป็นปกติ และช่วยป้องกันไม่ให้มีเทสโทสเตอโรนอิสระมากเกินไป เนื่องจากฮอร์โมนเพศชายลดการสังเคราะห์เอสเอชบีจีจึงทำให้ระดับเอสเอชบีจีในผู้ชายน้อยกว่าผู้หญิง มีผลทำให้เทสโทสเตอโรนในรูปที่จับกับเอสเอชบีจีลดลงส่งผลให้เทสโทสเตอโรนอิสระออกฤทธิ์ได้มากขึ้น เทสโทสเตอโรนในเลือดส่วนใหญ่จับกับเอสเอชบีจีขณะที่เทสโทสเตอโรนในอัณฑะจับกับแอนโดรเจนไบน์ดิงโปรตีนหรือเอบีพี (Androgen-binding protein: ABP) ซึ่งเป็นโปรตีนที่สังเคราะห์จากเซลล์เซอร์โทลีโครงสร้างของเอบีพีคล้ายกับเอสเอชบีจี (Sheikh & Beg, 2020)

3.5 ฮอร์โมนเพศเทสโทสเตอโรน (Testosterone)

ต่อมบ่งเพศในเพศชาย ได้แก่ อัณฑะ (testes) อัณฑะทำหน้าที่สังเคราะห์และหลั่งฮอร์โมนเพศ (Steroidogenesis) รวมทั้งการสร้างเซลล์อสุจิ (Spermatogenesis) กลุ่มฮอร์โมนเพศชายเรียกโดยรวมว่าแอนโดรเจน แอนโดรเจนหมายถึงฮอร์โมนที่มีฤทธิ์ทำให้มีความเป็นผู้ชาย (Masculinizing effects) ประกอบด้วยฮอร์โมนหลายชนิด เช่น เทสโทสเตอโรน ไดไฮโดรเทสโทสเตอโรน (Dihydrotestosterone) และแอนโดรสทีนโดโอน (Androstenedione) จากเซลล์ไลดิกภายใต้การควบคุมของ LH เทสทอสเตอโรนส่วนน้อยสร้างจากต่อมหมวกไตชั้นนอก เทสโทสเตอโรนเป็นฮอร์โมนชนิดสเตอรอยด์ประกอบด้วย คาร์บอน 19 ตัวและมี OH อยู่ที่ตำแหน่งที่ 17 สร้างจากโคเลสเตอรอล (cholesterol) บางส่วนของเทสโทสเตอโรนจะถูกเปลี่ยนเป็นไดไฮโดรเทสโทสเตอโรนโดยอาศัย 5α-reductase อัณฑะสร้างเทสโทสเตอโรนประมาณ 7000 ไมโครกรัม/วัน เข้าสู่กระแสเลือด ขณะที่หลั่ง ไดไฮโดรเทสโทสเตอโรนซึ่งออกฤทธิ์แรงกว่า เทสโทสเตอโรนเพียง 69 ไมโครกรัม/วัน การหลั่งเทสโทสเตอโรนจะมีระดับสูงสุดในตอนเช้าช่วง 4.00-8.00 นาฬิกา และต่ำสุดในเวลาเย็น 16.00-20.00 นาฬิกา ก่อนเข้าสู่วัยรุ่น (prepuberty) ระดับเทสโทสเตอโรนต่ำสุด จะเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่วัยรุ่นและสูงสุดเมื่ออายุประมาณ 20-35 ปี ในเลือดผู้ชายมีเทสโทสเตอโรนประมาณ 525 นาโนกรัม/เดซิลิตร และระดับจะลดลงเมื่อเข้าสู่วัยชรา ส่วนผู้หญิงมีระดับประมาณ 30 นาโนกรัม/เดซิลิตร เทสโทสเตอโรนละลายน้ำได้น้อย ดังนั้นในเลือดจึงมีเทสโทสเตอโรนในรูปอิสระเพียงร้อยละ 2 ส่วนใหญ่ร้อยละ 68 จับกับอัลบูมิน อย่างหลวมๆ เหลืออีกร้อยละ 30 จับค่อนข้างแน่นกับโกลบูลินจำเพาะ (testosterone estrogen-binding globulin, TeBG) เทสโทสเตอโรนซึ่งจับกับ TeBG จึงไม่ถูกทำลายหรือถูกดูดเข้าสู่เนื้อเยื่อ อย่างไรก็ตามฮอร์โมนที่ออกฤทธิ์ได้แก่เทสโทสเตอโรนในรูปอิสระและพวกที่จับกับอัลบูมิน เทสโทสเตอโรนมีครึ่งอายุ (half-life) เพียง 15 นาที และจะถูกเปลี่ยนเป็นเมแทบอไลต์ตัวอื่นๆได้ LH กระตุ้นการสร้างเทสโทสเตอโรนโดยจับกับตัวรับสัญญาณ (LH receptor) ของเซลล์ไลติกในอัณฑะ เมื่อ LH จับกับตัวรับสัญญาณจะกระตุ้น G protein เป็นผลให้การทำงานของอะดินิเลสไซเคลส (adenylate cyclase) จากนั้น cAMP จับกับโปรตีนไคเนส (protein kinase

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A) และเร่งให้โปรตีนบางชนิดรับฟอสเฟตจาก ATP ได้ และเป็นผลให้มีการสร้างเทสโทสเตอโรน การตอบสนองของเซลล์ไลติกต่อ LH เปลี่ยนแปลงได้ เช่น growth hormone (GH), insulin like growth factor (IGF-1) ช่วย LH ในการเพิ่มการสร้างเทสโทสเตอโรน ในขณะที่ activin, GnRH, oxytocin ให้ผลตรงข้าม เทสโทสเตอโรนจึงเป็นฮอร์โมนเพศชายที่สำคัญที่สุดและมีฤทธิ์มากมาย เช่น มีฤทธิ์กระตุ้นการเจริญเติบโตและการทำงานของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ของเพศชาย อีกทั้งยังมีผลต่อการรักษาสภาพของลักษณะเฉพาะเพศขั้นปฐมภูมิและขั้นทุติยภูมิ (Primary และ secondary sex characteristics) รวมทั้งมีผลต่อระบบอื่นๆ เช่น ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก เป็นต้น (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549)

ฤทธิ์ของเทสโทสเตอโรน

ทั้งเทสโทสเตอโรนและไดไฮโดรเทสโทสเตอโรนโรน ออกฤทธิ์โดยผ่านขั้นตอนต่างๆ เหมือนกับฮอร์โมนชนิดสเตอรอยด์อื่นๆ เมื่อเทสโทสเตอโรนในเลือดผ่านเข้าสู่เซลล์ของอวัยวะเป้าหมายเทสโทสเตอโรนอาจจะจับกับตัวรับสัญญาณแอนโดรเจน (androgen receptor) ซึ่งอยู่ในไซโทรพลาสซึมทันที หรือถูกเปลี่ยนเป็นไดไฮโดรเทสโทสเตอโรนซึ่งจับกับแอนโดรเจนได้ดีกว่าเทสโทสเตอโรนถึง 12 เท่า หลังจากขนส่งเข้าไปในนิวเคลียสแล้วจับกับตัวรับสัญญาณที่ 2 ซึ่งอยู่ในโครมาทิน (chromatin) ในที่สุดมีการสร้าง mRNA และโปรตีนที่จำเป็นต่อการพัฒนาและเจริญเติบโตของอวัยวะเป้าหมาย แม้รูปแบบการออกฤทธิ์ของเทสโทสเตอโรนจะมีหลายวิธีแต่ผลที่เกิดขึ้นโดยรวมถือว่าเป็นฤทธิ์ของเทสโทสเตอโรน ฤทธิ์ของเทสโทสเตอโรน (สุภาพร วรรณศิริ, 2559) มีดังนี้

1. กระตุ้นการพัฒนาของอวัยวะเพศภายในและภายนอก เซลล์เซอร์โทลีของทารกเพศชายในครรภ์อายุประมาณ 8 สัปดาห์จะสังเคราะห์แอนติมัลเลอเรียนฮอร์โมน (Anti mullerian hormone: AMH) หรือมัลเลอเรียนอินฮิบิติงซับสแตนซ์ (Mullerian inhibiting substance: MIS) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีผลทำให้พารามีโซเนฟริก (Paramesonephric) หรือท่อมัลเลอเรียน (Mullerian ducts) สลาย ส่วนเทสโทสเตอโรนที่สังเคราะห์จากเซลล์ไลดิกจะกระตุ้นการเจริญของมีโซเนฟริก (Mesonephric) หรือท่อวุล์ฟเฟียน (Wolffian ducts) ไปเป็นอวัยวะเพศภายใน ได้แก่ ท่อพักอสุจิ (Epididymis) ท่อเก็บอสุจิ (Vas deferens) ถุงน้ำหล่อเลี้ยงอสุจิ (Seminal vesicles) และท่อฉีดอสุจิ (Ejaculatory ducts) ส่วนดีเอชทีจะกระตุ้นการพัฒนาของต่อมลูกหมาก (Prostate gland) องคชาต (Penis) ท่อปัสสาวะส่วนองคชาต (Penile urethra) และถุงอัณฑะ (Scrotum)

2. กระตุ้นให้อัณฑะเคลื่อนลงไปอยู่ในถุงอัณฑะ การเคลื่อนลงของอัณฑะถูกกระตุ้นโดยเทสโทสเตอโรนและไอจีเอฟ III (Insulin-like growth factor III) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าไลดิกอิน

ซูไลค์ฮอร์โมน (Leydig insulin-like hormone) ซึ่งเป็นเพปไทด์ฮอร์โมนกลุ่มเดียวกับไอจีเอฟ ภาวะอัณฑะไม่เคลื่อนลงถุงอัณฑะ (Cryptorchidism) เป็นความผิดปกติแต่กำเนิดที่พบบ่อย หากไม่ได้รับการแก้ไขจะทำให้เกิดปัญหาในภายหลัง นอกจากจะมีปัญหามีบุตรยาก (Infertility) ยังมีโอกาสเกิดเนื้องอกของอัณฑะได้

3. ผลต่อรูปแบบการหลั่งฮอร์โมนให้มีลักษณะของเพศชาย เทสโทสเตอโรนมีผลต่อการสร้างรูปแบบการหลั่งจีเอ็นอาร์เอชในไฮโพทาลามัสที่กำลังพัฒนา การควบคุมการหลั่งเอฟเอสเอชและแอลเอช พฤติกรรมทางเพศและความต้องการทางเพศให้มีลักษณะของเพศชาย การหลั่งเอฟเอสเอชและแอลเอชมีลักษณะขึ้นลงเป็นจังหวะคงที่ซึ่งจะหลั่งประมาณ 8-14 ครั้ง/วัน ต่างจากการหลั่งเอฟเอสเอชและแอลเอชในเพศหญิงซึ่งมีลักษณะขึ้นลงเป็นจังหวะที่ไม่คงที่โดยเปลี่ยนแปลงไปตามรอบประจำเดือน

4. ผลต่อโครงสร้างและการทำงานของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มเทสโทสเตอโรนจะกระตุ้นการเจริญเติบโตเต็มที่ ทั้งโครงสร้างและการทำงานของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ ทำให้อวัยวะเพศภายในและอวัยวะเพศภายนอกสมบูรณ์เต็มที่รวมทั้งกระตุ้นการหลั่งสารคัดหลั่งจากถุงน้ำหล่อเลี้ยงอสุจิ ต่อมลูกหมากและต่อมบัลโบยูรีทรัล (Bulbourethral glands) กระตุ้นการเจริญขององคชาต ทำให้ถุงอัณฑะสีเข้มและมีรอยย่น

5. มีความสำคัญและจำเป็นต่อกระบนการสร้างเชื้ออสุจิ (spermatogenesis) เทสโทสเตอโรนจากเซลล์ไลดิกสามารถซึมผ่านเข้าไปในท่อเซมินิเฟอรัสได้ ความเข้มข้นของเทสโทสเตอโรนในท่อเซมินิเฟอรัสสูงกว่าในพลาสมาประมาณ 100 เท่า เทสโทสเตอโรนร่วมกับเอฟเอสเอชกระตุ้นการทำงานของเซลล์เซอร์โทลี ทำให้เซลล์เซอร์โทลีสังเคราะห์และหลั่งสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างอสุจิ ดังนั้น เทสโทสเตอโรนจึงออกฤทธิ์ควบคุมการสร้างอสุจิทางอ้อมผ่านการทำงานของเซลล์เซอร์โทลี

6. ผลต่อขนและผม ขนในร่างกายแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามความไวในการตอบสนองต่อเทสโทสเตอโรน ได้แก่ ขนที่เจริญโดยไม่เกี่ยวข้องกับเพศ (Nonsexual) ไม่ตอบสนองต่อเทสโทสเตอโรน ได้แก่ ขนคิ้ว ขนที่เจริญทั้งสองเพศได้แก่ ขนรักแร้ ซึ่งการเจริญของขนบริเวณนี้อาศัยเทสโทสเตอโรนระดับต่ำ ขนที่เจริญโดยเกี่ยวข้องกับเพศได้แก่ ขนที่ใบหน้า ขนที่หน้าอก ขนที่อวัยวะเพศ การเจริญของขนบริเวณนี้อาศัยเทสโทสเตอโรนระดับสูง เทสโทสเตอโรนจะทำให้การเจริญของขนมีลักษณะเฉพาะ ได้แก่ ไรผม (hairline) ร่นต่ำลง ผมร่วง หากมีปัจจัยทางพันธุกรรมจะส่งผลให้เกิดศีรษะล้านได้ นอกจากนี้ เทสโทสเตอโรนทำให้มีหนวดเครา มีขนที่หน้าอก ท้องและหลัง รูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การกระจายของขนที่อวัยวะเพศของเพศชายมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมหัวตั้ง (Upper pubic triangle)

7. ผลต่อผิวหนัง เทสโทสเตอโรนทำให้ผิวหนังทั่วร่างกายหนาตัวเพิ่มขึ้น เนื้อเยื่อใต้ผิวหนังแข็งแรงและทนทานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังกระตุ้นการเจริญของต่อมไขมัน (Sebaceous glands) และกระตุ้นการหลั่งไขมัน (Sebum) จากต่อมไขมันที่ใบหน้าออกมามาก หลังด้านบนและหน้าอกต่อมไขมันบริเวณดังกล่าวตอบสนองต่อเทสโทสเตอโรนมากขึ้นเมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มเป็นสาเหตุให้เกิดสิว (Acne vulgaris) ได้

8. กระตุ้นการเจริญของกล่องเสียง (Larynx) ทำให้กล่องเสียงโต เส้นเสียง (Vocal cords) หนาทำให้เสียงห้าว ในเบื้องต้นเสียงจะแตก (Cracking voice) และเมื่อเติบโตเต็มที่เสียงจะเปลี่ยนไปเป็นเสียงทุ้มต่ำ

9. กระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน เทสโทสเตอโรนเป็นฮอร์โมนกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน (Protein anabolic hormone) ทำให้กล้ามเนื้อขนาดใหญ่ขึ้น (Hypertrophy) จำนวนเซลล์กล้ามเนื้อมากขึ้น ฮอร์โมนเพศชายสังเคราะห์จึงถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการเพิ่มกล้ามเนื้อให้นักกีฬาบางประเภท ฮอร์โมนเพศชายสังเคราะห์นอกจากจะมีฤทธิ์เพิ่มการสังเคราะห์โปรตีน (Anabolic steroids) ยังมีฤทธิ์กระตุ้นลักษณะความเป็นชาย (Androgen activity) อยู่ด้วย ปัจจุบันยังไม่สามารถแยกเฉพาะฤทธิ์กระตุ้นสารการสร้างโปรตีนได้ ดังนั้นกี่ที่ร่างกายได้รับฮอร์โมนชายสงเคราะห์ในปริมาณมากก่อให้เกิดผลเสียตามมามากมาย เช่นเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นไรคหัวใจและหลอดเลือด เพราะฮอร์โมนเพศชายลดเอชดีแอลและเพิ่มแอลดีแอล เทสโทสเตอโรนมีผลยับยั้งการหลั่งจีเอ็นอาร์เอช เอฟเอสเอชและแอลเอชส่งผลให้อัณฑะทำงานลดลงทำให้การสร้างเซลล์อสุจิและการสร้างฮอร์โมนเพศชายลดลง อาจเกิดปัญหามีบุตรยาก หากนำไปใช้ในนักกีฬาหญิงอาจทำให้มีลักษณะเปลี่ยนเป็นแบบผู้ชาย เช่น มีขนที่ใบหน้า เสียงทุ่มต่ำและขาดประจำเดือนได้

10. กระตุ้นการคั่งของสารต่างๆ ผลการกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนร่วมกับการออกฤทธิ์ที่ไตส่งผลให้เกิดการคั่งของไนโตรเจน โซเดียม ฟอสเฟต โพแทสเซียม แคลเซียม และซัลเฟต

11. ผลต่ออัตราการเกิดเมแทบอลิซึม การฉีดเทสโทสเตอโรนในขนาดสูงเข้าสู่ร่างกายทำให้อัตราการเกิดเมแทบอลิซึมขณะพัก (Basal metabolic rate) เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 15 หรือแม้กระทั่งเทสโทสเตอโรน ในระดับปกติขณะอยู่ในวัยหนุ่มและวัยผู้ใหญ่ตอนต้นก็มีผลทำให้เมแทบอลิซึมสูงขึ้นเท่านั้น ซึ่งอาจเป็นผลโดยอ้อมเพราะเทสโทสเตอโรนมีผลเพิ่มการสร้างโปรตีนโดยเฉพาะที่เป็นเอนไซม์ ส่งผลให้การทำงานของเซลล์เพิ่มขึ้นในที่สุด นอกจากนี้เทสโทสเตอโรนยังมีผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต่อเมแทบอลิซึมของไขมัน ทำให้แอลดีแอลเพิ่มขึ้นและลดเอชดีแอลและมักจะทำให้เกิดโรคหัวใจในผู้ชายที่พบมากกว่าผู้หญิงก่อนหมดประจำเดือน

12. ผลต่อการเจริญเติบโต เทสโทสเตอโรนกระตุ้นการหลั่งโกรทฮอร์โมนและออกฤทธิ์ร่วมกับโกรทฮอร์โมนกระตุ้นการสังเคราะห์ทรานสฟอร์มิงโกรทแฟคเตอร์ (transforming growth factor) ในออสทีโอบลาสต์ ส่งผลให้กระดูกยาวขึ้น ความสูงเพิ่มขึ้นเกิดจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้เทสโทสเตอโรนยังกระตุ้นให้มีการแบ่งตัวที่เอพิไฟเซียลเพลท (epiphysial plate) ทำให้กระดูกยาวขึ้น เด็กชายวัยรุ่นจึงสูง และทำให้หยุดสูงโดยกระตุ้นการปิดเอพิไฟเซียลเพลทระดับเทสโทสเตอโรนที่เพิ่มสูงขึ้นในร่างกายโดยธรรมชาติขณะอยู่ในวัยหนุ่ม หรือจากการฉีดเข้าร่างกายติดต่อกันเป็นเวลานานมีผลทำให้กระดูกหนาตัวมากขึ้น เทสโทสเตอโรนยังมีผลต่อลักษณะกระดูกเชิงกรานของผู้ชายทำให้มีรูปร่างคล้ายกรวย (Funnel-like shape) โดยมีลักษณะช่องออก (Pelvic outlet) แคบและยาว นอกจากนี้ยังทำให้กระดูกเชิงกรานมีความแข็งแรงทนต่อการรับน้ำหนัก (Load outlet) ในผู้ชายที่ขาดเทสโทสเตอโรนการเจริญของกระดูกเชิงกรานจะเหมือนผู้หญิงด้วยคุณสมบัติที่ทำให้กระดูกมีขนาดและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น เทสโทสเตอโรนจึงมักจะถูกนำมารักษาภาวะกระดูกพรุนในชายสูงอายุ

13. ผลต่อรูปร่าง เทสโทสเตอโรนทำให้รูปร่างผู้ชายคล้ายสามเหลี่ยมหัวกลับ มีไหล่กว้าง สะโพกเล็ก ตรงข้ามกับผู้หญิงที่มีรูปร่างคล้ายลูกแพร์มีไหล่แคบ สะโพกผาย

14. ผลต่อพฤติกรรมทางเพศ เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มเทสโทสเตอโรนจะทำให้เกิดความสนใจด้านเพศ มีความรู้สึกทางเพศ และมีบทบาทสำคัญในการคงความต้องการทางเพศในวัยผู้ใหญ่ ผลของเทสโทสเตอโรนที่มีต่อพฤติกรรมทางสังคมอื่นๆ เช่น พฤติกรรมก้าวร้าวพบเฉพาะในสัตว์เพศผู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

15. ผลต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง เทสโทสเตอโรนกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนอิริโทรพอยอิติน (Erythropoietin) จากไตและทำให้เซลล์ต้นตอ (Stem cells) ในไขกระดูกเพิ่มขึ้น การสร้างเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าฮีมาโทคริต (Hematocrit) ในผู้ชายสูงกว่าผู้หญิง

3.6 ฮอร์โมนเพศเอสโทรเจน (Estrogen)

ต่อมบ่งเพศของเพศหญิง ได้แก่ รังไข่ (Ovaries) รังไข่ทำหน้าที่สังเคราะห์และหลั่งฮอร์โมนเพศรวมทั้งสร้างเซลล์ไข่ (Ovum) เอสโทรเจนเป็นฮอร์โมนชนิดสเตอรอยด์ซึ่งมีคาร์บอน 18 ตัว ฮอร์โมนที่สำคัญในกลุ่มนี้คือเอสทราไดออล (17β estradiol) เอสโทรน (estrone) และเอสทริออล (estriol) เอสทราไดออลออกฤทธิ์ได้แรงกว่าฮอร์โมนอีกสองชนิด ส่วนใหญ่สร้างมาเซลล์แกรนูลโลซาของถุงไข่และคอร์ปัสลูเทียม ส่วนน้อยมาจากต่อมหมวกไตชั้นนอก ในระหว่างการตั้งครรภ์สร้างมาก

จากรก ในช่วงต้นๆของระยะฟอลิคูลาร์ เอสทราได้ออลและเอสโทรนถูกสร้างและหลั่งในปริมาณเท่าๆ กัน ประมาณ 170 ไมโครกรัม/วัน ขณะที่ถุงไข่เด่น (dominant follicle) เอสทราไดออลจะเพิ่มขึ้นเป็น 400-800 ไมโครกรัม/วัน เอสโทรเจนที่อยู่ในเลือดจะจับกับตัวพาโดย 60% จับกับโปรตีนอัลบูมิน (albumin) 38% จับกับโกลบูลิน (testosterone estrogen binding globulin, TeBG) เหลือเพียงส่วนน้อย (2-3%) เอสโทรเจนอยู่ในรูปอิสระ ส่วนที่ออกฤทธิ์คือพวกที่อยู่อิสระและพวกที่เกาะกับโปรตีนอัลบูมินอย่างหลวมๆ เมเทโบไลต์ของเอสโทรเจนถูกขับทิ้งทางน้ำดีและปัสสาวะโดยจับกับซัลเฟตและกรดกลูคูโรนิก (glucuronic acid) (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549; สุภาพร วรรณศิริ, 2559)

ฤทธิ์ของเอสโทรเจน

ฮอร์โมนเอสโทรเจน นอกจะจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและกำหนดลักษณะทางเพศหญิงแล้ว ยังส่งผลต่อการทำงานของร่างกายอื่นๆ ด้วยดังนี้ (สุภาพร วรรณศิริ, 2559)

1. ผลต่อการเจริญของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ กระตุ้นให้มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของเซลล์ของระบบสืบพันธ์ ทำให้มีการเจริญเติบโตของอวัยวะเพศภายใน เช่น รังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก ปากมดลูก ช่องคลอด อวัยวะเพศภายนอกและเต้านม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลต่อการสะสมไขมันบริเวณเนินหัวหน่าว (Mon pubis) และแคมนอก (Labia majora)

2. ผลต่อเต้านม เอสโทรเจนกระตุ้นการเจริญของเนื้อเยื่อสโทรมา (Stromal tissues) ท่อน้ำนมและการสะสมไขมันในเต้านม ช่วยรักษาสภาพของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เนื้อเยื่อไขมันและการคงรูปร่าง (Turgor) ของเต้านม อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของเต้านมในระยะตั้งครรภ์เพื่อให้สามารถสร้างและหลั่งน้ำนมได้ต้องอาศัยฮอร์โมนชนิดอื่นร่วมด้วย เช่น โพสเจสเทอโรน โพรแลกทินและโกรทฮอร์โมน เป็นต้น

3. ผลต่อกระดูก เอสโทรเจนกระตุ้นการสังเคราะห์ไซโทไคน์ที่เรียกว่าออสทีโอโพรทีกีริน (Osteoprotegerin) หรือเรียกอีกชื่อว่าออสทีโอคลาสโทจินิซีสอินฮิบิทอรีแฟคเตอร์ (Osteocastogenesis inhibitory factor) ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเซลล์ออสทีโอคลาสต์ส่งผลให้การสลายกระดูกลดลง ในวัยสาวเอสโทรเจนมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของกระดูกทำให้ตัวสูงขึ้นมากในช่วงวัยแรกรุ่น และทำให้เอพิไฟซิสปิดหลังวัยแรกรุ่น และช่วยป้องกันโรคกระดูกพรุน (osteoporosis)

4. ผลต่อการสะสมโปรตีน เอสโทรเจนทำให้โปรตีนรวมในร่างกาย (Total body protein) เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย พบว่าเทสโทสเตอโรนมีผลทำให้การสะสมโปรตีนมากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. ผลต่อเมแทบอลิซึมและการสะสมไขมัน เอสโทรเจนทำให้อัตราการเกิดเมแทบอลิซึมของร่างกายเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ผลที่เกิดจากเอสโทรเจนคิดเป็นหนึ่งในสามของผลที่เกิดจากเทสโทสเตอโรน นอกจากนี้เอสโทรเจนยังทำให้มีการสะสมไขมันในเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (Subcutaneous tissues) เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ไขมันในร่างกายเพศหญิงมีมากกว่าเพศชาย ไขมันในเพศหญิงมักสะสมที่เต้านม เนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง สะโพกและต้นขา

6. ผลต่อการเจริญของขน เอสโทรเจนมีผลต่อการเจริญของขนเพียงเล็กน้อยการเจริญของขนรักแร้และขนที่อวัยวะเพศเกิดจากอิทธิพลของแอนโดรเจนจากต่อมหมวกไต

7. ผลต่อผิวหนัง เอสโทรเจนมีผลต่อการพัฒนาโครงสร้างของผิวหนังทำให้ผิวหนังนุ่มเรียบเนียนและมีหลอดเลือดมาเลี้ยงมาก นอกจากนี้ยังกระตุ้นต่อมไขมันให้สร้างสารคัดหลั่งแบบใสพร้อมกับลดการสร้างสารคัดหลั่งแบบเหนียว จึงช่วยลดการเกิดสิว

8. ผลต่อสมดุลอิเล็กโทรไลต์ เอสโทรเจนมีผลทำให้หลอดไตดูดกลับโซเดียมและน้ำทำให้เกิดการสะสมน้ำ (water retention) ในร่างกาย ผลในข้อนี้มีเพียงเล็กน้อยแต่จะเห็นผลชัดเจนในระหว่างตั้งครรภ์ซึ่งเป็นช่วงที่เอสโทรเจนเพิ่มขึ้นมาก

9. ผลต่อตับ เอสโทรเจนกระตุ้นตับให้สังเคราะห์ไทรอกซินไบน์ดิงโกลบูลินหรือทีบีจี เอสเอชบีจีและทรานส์คอร์ทิน ทำให้โปรตีนในพลาสมาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ เอสโทรเจนยังกระตุ้นตับให้สังเคราะห์ปัจจัยการแข็งตัวของเลือดที่ขึ้นกับวิตามินเค (Vitamin K-dependent clotting factors) ได้แก่เฟคเตอร์ Ⅱ, Ⅴ Ⅱ, Ⅸ, Ⅹ เพิ่มขึ้น ในผู้หญิงที่ได้รับเอสโทรเจนปริมาณมากมีความเสี่ยงต่อการเกิดลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือด (Thromboembolic disorder)

10. ผลต่อเมเทบอลิซึมของไขมัน เอสโทรเจนทำให้ระดับเอชดีแอลเพิ่มขึ้น ระดับแอลดีแอลลดลง ระดับคอเลสเตอรอลลดลงเล็กน้อย ระดับไทรกลีเซอร์ไรด์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากขบวนการ LDL-oxidation ลดลง นอกจากนี้เอสโทรเจนยังมีฤทธิ์ยับยั้งการสะสมไขมันที่ผนังหลอดเลือดแดง (Atherogenesis)

11. ผลต่อความต้องการทางเพศ เอสโทรเจนมีผลทำสัตว์เพศเมียมีพฤติกรรมที่แสดงถึงการพร้อมรับการผสมพันธุ์ (Estrous behavior) และทำให้ผู้หญิงมีความต้องการทางเพศเพิ่มขึ้นเช่นกันแต่อาจเกิดขึ้นหลังจากแอนโดรเจนเปลี่ยนรูปไปเป็นเอสโทรเจน

12. ผลต่อโพรแลกทิน เอสโทรเจนที่เพิ่มมากขึ้นขณะตั้งครรภ์กระตุ้นการสังเคราะห์และการหลั่งโพรแลกทินโดยผ่าน 3 กลไก คือ เอสโทรเจนออกฤทธิ์กระตุ้นการแสดงออกของจีนโพรแลกทิน (PRL gene expression) ในเซลล์แลกโทโทรพโดยตรง เอสโทรเจนออกฤทธิ์ยับยั้งเซลล์

ประสาทที่สังเคราะห์โดพามีน (Dopamine neurons) รวมทั้งลดจำนวนตัวรับโดพามีนที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์แลกโทโทรพ และเอสโทรเจนออกฤทธิ์ทำให้จำนวนเซลล์แลกโทโทรพเพิ่มขึ้นมีผลให้ต่อมใต้สมองของหญิงตั้งครรภ์โตขึ้นเกือบเท่าตัวและจะลดขนาดลงได้เกือบปกติหลังจากหยุดให้นมลูก

13. ผลต่อการสร้างน้ำนม ระดับเอสโทรเจนและโพสเจสเทอโรนที่เพิ่มขึ้นปริมาณมากระหว่างตั้งครรภ์ยับยั้งฤทธิ์สร้างน้ำนมของโพรแลกทิน (Prolactin) ส่งผลให้ระหว่างตั้งครรภ์ยังไม่มีการสร้างน้ำนม การสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นหลังคลอด หลังคลอดรกระดับเอสโทเจนลดลง ทำให้โพรแลกทินออกฤทธิ์สร้างน้ำนมได้

14. ผลต่อการพัฒนาลักษณะทางเพศทุติยภูมิ (Secondary sex characteristics) เอสโทรเจนมีผลต่อการพัฒนาลักษณะทางเพศทุติยภูมิเมื่อเข้าสู่วัยสาวทำให้มีรูปร่างลักษณะเฉพาะของเพศหญิง เช่น ไหล่แคบ สะโพกผายมีไขมันสะสมที่หน้าอก สะโพกและต้นขา เป็นต้น

15. ผลต่อการสังเคราะห์และการหลั่งฮอร์โมนของไฮโพทาลามัสและฮอร์โมนของต่อมใต้สมองส่วนหน้า เอสโทรเจนมีฤทธิ์ควบคุมป้อนกลับเชิงลบยับยั้งการสังเคราะห์และการหลั่งฮอร์โมนของต่อมใต้สมองส่วนหน้า

16. ผลต่อหลอดเลือด มีฤทธิ์ทำให้หลอดเลือดคลายตัว (vasorelaxation) เนื่องจากมีผลต่อการสร้างและหลั่งสารหลายชนิดจากเซลล์เยื่อบุ โดยกระตุ้นการสร้างสารที่ทำให้หลอดเลือดคลายตัว ได้แก่ nitric oxide, endothelium-derived hyperpolarizing factors นอกจากนั้นยับยั้งการสร้างสารที่ทำให้หลอดเลือดหดตัว (vasoconstriction) ได้แก่ thromboxane A2 เป็นปัจจัยหนึ่งในการลดโอกาสเกิดโรคหลอดเลือดแข็ง (atherosclerosis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.7 ความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศในเลือด

เพศชายและเพศหญิงต่างก็มีชนิดของฮอร์โมนเพศเหมือนกันทั้งสองเพศ ไม่ว่าจะเป็นฮอร์โมนเพศชายหรือฮอร์โมนเพศหญิงแต่จะมีปริมาณความเข้มข้นของระดับฮอร์โมนแตกต่างกันไปตามแต่ละเพศ โดยเฉพาะเพศหญิงจะมีความเข้มข้นของระดับฮอร์โมนเพศเปลี่ยนไปตามรอบเดือนด้วย ดังแสดงตามตารางที่6

ตารางที่ 6 ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเพศในกระเลือด

Sex Steroid Hormone	Subjects	Reference Values
Estradiol	Men	<37-210 pmol/L
	Women	

Sex Steroid Hormone	Subjects	Reference Values
	Follicular	<37-360 pmol/L
	Midcycle	625-2830 pmol/L
	Luteal	699-1250 pmol/L
	Postmenopausal	<37-140 pmol/L
Estrone	Men	<37-210 pmol/L
	Women	
	Follicular	110-400 pmol/L
	Luteal	310-660 pmol/L
	Postmenopausal	22-230 pmol/L
Estrone sulfonate	Men	600-2500 pmol/L
	Women	
	Follicular	700-3600 pmol/L
	Luteal	1100-7300 pmol/L
	Postmenopausal	130-1200 pmol/L
Progesterone	Men	<0.3-1.3 nmol/L
	Women	
	Follicular	0.3-3.0 nmol/L
	Luteal	19.0-45.0 nmol/L
Testosterone	Men	6.9-34.7 nmol/L
	Women	0.7-2.8 nmol/L
Androstenedione	Men	2.8-7.3 nmol/L
	Women	3.1-12.2 nmol/L
Dehydroepiandrosterone	Men / Women	5.5-24.3 nmol/L
Dehydroepiandrosterone sulfonate	Men / Women	2.5-10.4 nmol/L
Ditydrotestosterone	Men	1.03-3.10 nmol/L
	Women	0.07-0.86 nmol/L

แหล่งที่มา : Yen, Jaffe & Barbieri, 1999

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. สมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติงานประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่เกิดความอ่อนล้า และยังมีพลังกายเหลือพอสำหรับใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อความสนุกสนานในยามว่าง และใช้ป้องกันการบาดเจ็บต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่คาดคิด (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) สามารถแบ่งออกได้ 2 ประภท ดังนี้ (Powers et al., 2009)

4.1 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health related fitness)

เป็นสมรรถภาพที่มีความเกี่ยวข้องกับการปฏบัติกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน ให้สามารถดำเนินชีวิตในทุกๆ ด้านได้อย่างดีที่สุด สามารถแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1.1 องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเนื้อเยื่อไขมันและเนื้อเยื่อชนิดปราศจากไขมัน รวมถึงสัดส่วนของร่างกายด้วย

1.2 ความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต (Cardiorespiratory endurance) หรือบางครั้งอาจเรียกว่า สมรรถภาพทางแอโรบิก (Aerobic fitness) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่นำออกซิเจนมาใช้สร้างพลังงานในการออกกำลังกายที่มีระยะเวลายาวนาน

1.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) คือ ความสามารถขอกล้ามเนื้อในการพยายามออกแรง

1.4 ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงพยายาม ที่กระทำซ้ำๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ความอ่อนตัว (Flexibility) คือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้อย่างอิสระเต็มตลอดช่วงระยะการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติของข้อต่อนั้น

4.2 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill related fitness)

เป็นสมรรถภาพทางกายที่มีไว้เพื่อการปฏิบัติงานทางกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรืออาจเรียกว่า สมรรถภาพทางกลไล (Motor fitness) สามารถแบ่งได้เป็น 6 ด้าน ดังนี้

2.1 ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) คือ ความสามารถของร่างกายในการเปลี่ยนแปลงทิศทางในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว

2.2 การทรงตัว (Balance) คือ ความสามารถของร่างกายในการรักษาสมดุลขณะที่มีการเคลื่อนที่ และไม่เคลื่อนที่

2.3 การทำงานอย่างสัมพันธ์กันของร่างกาย (Coordination) คือ ความสามารถในการใช้ประสาทรับรู้กับส่วนต่างๆ ของร่างกายในการ) ปฏิบัติงานทางกลไกได้อย่างาบรื่นและถูกต้อง

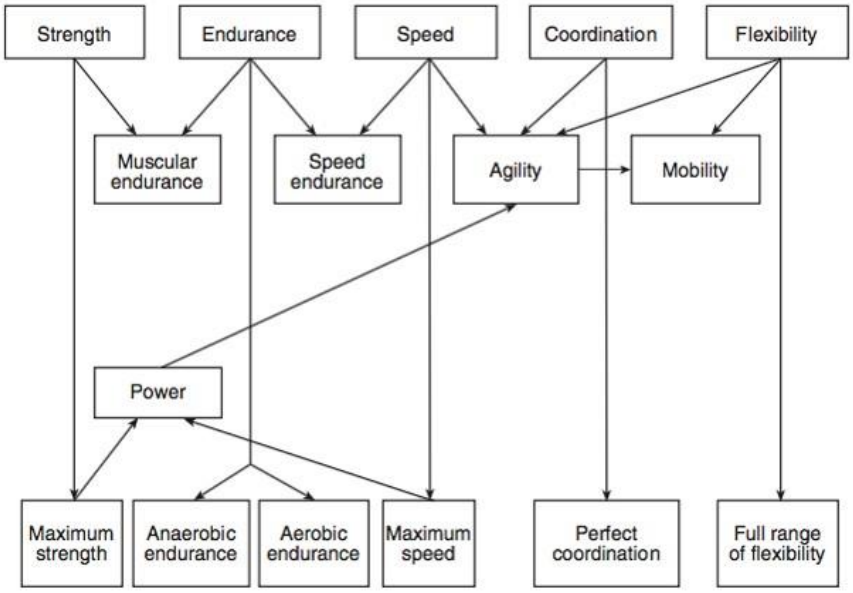
2.4 พลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) คือ ความสามารถในการถ่ายโอนแรงกระทำของกล้ามเนื้อด้วยความรวดเร็ว

2.5 เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) คือ ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นจนเริ่มตอบสนองต่อการกระตุ้นนั้นๆ

2.6 ความเร็ว (Speed) คือ ความสามารถในการปฏิบัติงานด้วยเวลาสั้น

4.3 ความสามารถทางชีวกลไก (Biomotor ability)

ความสามารถของร่างกาย หรือ นักกีฬาจะแสดงออกทักษะจะต้องประกอบด้วยสมรรถภาพพื้นฐานในการเคลื่อนไหวเพื่อแสดงศักยภาพทางทักษะได้อย่างสูงสุด ได้แก่ ความแข็งแรง ความอดทน ความเร็ว การทำงานประสานสัมพันธ์กัน พลัง ความคล่องแคล่วว่องไว รวมถึงการยืดหยุ่นเคลื่อนไหวข้อต่อ ทุกความสามรถและกลไกทักษะล้วนมีความสัมพันธ์กันและส่งผลต่อกัน ให้ร่างกายสามารถแสดงออกได้อย่างเต็มที่ในการออกกำลังกายและโดยเฉพาะการแข่งขันกีฬา ดังแสดงตามรูปที่ 1



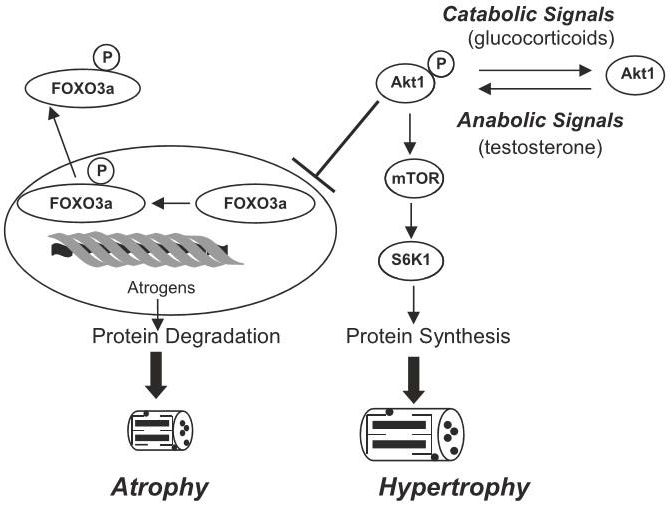
รูปที่ 1ความสามารถทางชีวกลไก (Biomotor ability)

แหล่งที่มา : Bompa & Carrera, 2005

5. อิทธิพลของฮอร์โมนเพศ

5.1 ฮอร์โมนเพศที่มีต่อสรีรวิทยาและสมรรถภาพทางกาย

กลุ่มฮอร์โมนเพศชายหรือแอนโดรเจน (Androgen) โดยเฉพาะเทสโทสเตอโรนซึ่งเป็นฮอร์โมนในกลุ่มสเตียรอยด์ที่ส่วนใหญ่ผลิตจากเซลล์เลย์ดิก (Leydig cell) ที่อยู่ในอันฑะนอกจากจะทำหน้าที่ควบคุมลักษณะการแสดงออกทางเพศชายแล้วยังส่งผลต่อการทำงานของร่างกายด้วย โดยเฉพาะการกระตุ้นการสร้างเซลล์กล้ามเนื้อให้มีการเพิ่มขนาด (Hypertrophy) โดยเทสโทสเตอโรนจะทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นโปรตีนชนิด Akt1 ผ่านการส่งสัญญาณในรูปของ Anabolic signals ให้มีการกระตุ้นการสร้าง mammalian Target of Rapamicin (mTOR) ซึ่งเป็นโปรตีนภายในเซลล์ทำหน้าที่ 3 ประการ คือ ควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์ ควบคุมการสร้างเส้นเลือดที่มาเลี้ยงและควบคุมการกินอาหารและการใช้พลังงานของเซลล์ จากนั้น mTOR จะทำหน้าที่กระตุ้นโปรตีน S6K1, Growth hormone และ Insulin-like growth factor (IGF-1) เพื่อกระตุ้นในการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์ต่อไป (West & Phillips, 2010; Herbst & Bhasin, 2004) ดังรูปที่ 2

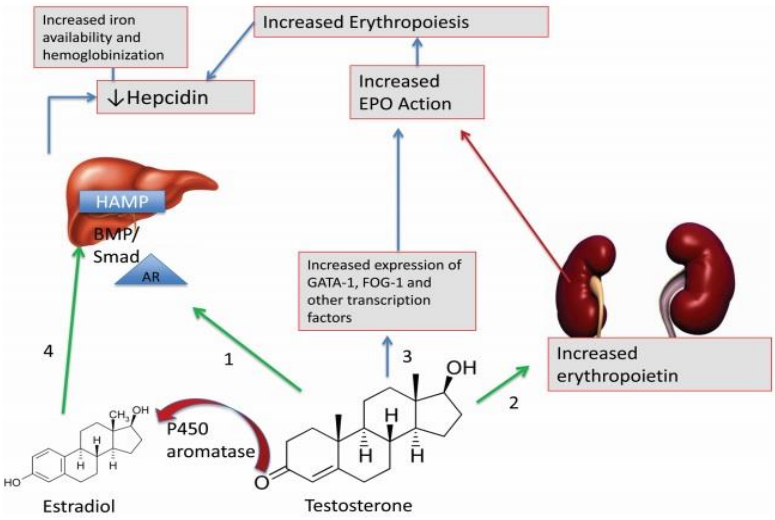


รูปที่ 2 กลไกทางสรีรวิทยาของเทสโทสเตอโรนในการสังเคราะห์โปรตีน
แหล่งที่มา : Wu et al., 2014

จากกลไกทางสรีรวิทยาดังกล่าวทำให้มีการกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้มวลกล้ามเนื้อ และขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งเป็นเหตุให้สมรรถภาพทางกายด้านที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อดีขึ้นด้วย โดยเฉพาะ ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) (Hooper et al., 2017) ทั้งนี้จากการศึกษาวิจัยของ Hirschberg และคณะ (2018) ที่

ทำการศึกษาผลของหญิงที่ได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนผ่านผิวหนังด้วยครีมเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนมีมวลร่างกายปราศจากไขมันสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งงานวิจัยของ Wu และคณะ (2014) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนด้วยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในกลุ่มของชายที่ทำการผ่าตัดเอ็นไขว้หน้า (anterior cruciate ligament: ACL) พบว่ากลุ่มที่ได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนหลังผ่าตัด มีการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและสมรรถภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ซึ่งผลของการวิจัยทั้งสองได้อภิปรายอ้างถึงกลไกทางสรีรวิทยาของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนที่ช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อผ่านการกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนในระดับเซลล์ตามกลไกที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

นอกจากเทสโทสเตอโรนจะส่งผลที่ดีต่อสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับด้านกล้ามเนื้อแล้ว ยังส่งผลต่อสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจอีกด้วย เนื่องจากกลไกทางสรีรวิทยาของเทสโทสเตอโรนจะมีผลกระตุ้นการสังเคราะห์เม็ดเลือดแดง (Erythropoiesis) ให้สูงขึ้น โดยเทสโทสเตอโรนจะทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นการสร้าง Erythropoietin (EPO) ที่ไต ซึ่ง EPO ทำหน้ากระตุ้นไขกระดูกให้สร้างเม็ดเลือดแดงที่มีส่วนสำคัญในการเพิ่มระดับฮีโมโกลบิน ซึ่งฮีโมโกลบินนี้ช่วยในการลำเลียงออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย อีกทั้งช่วยกระตุ้นการสร้างโปรตีน GATA-1 และ FOG-1 เพื่อเสริมการทำงานของ EPO จึงทำให้มีการสร้างเม็ดเลือดแดงได้ปริมาณมากขึ้น และยังมีการเปลี่ยนรูปโครงสร้างด้วยกระบวนการ Aromatase เป็น Estradiol ที่ตับ ช่วยควบคุมปริมาณ Hepcidin ให้ลดลงเนื่องจาก Hepcdin ทำหน้าที่ดูดกลับเหล็กออกจากกระแสเลือด หากปริมาณ Hepcidin มีมากก็จะทำให้เม็ดเลือดมีปริมาณเหล็กน้อยลงและขนส่งออกซิเจนน้อยลงด้วย นอกจากนี้เทสโทสเตอโรนยังช่วยเพิ่มปริมาณเหล็กในกระแสเลือดในรูปของ Transferrin ซึ่งเป็นอนุพันธ์เหล็กที่เกาะกับฮีม (Heme) ในฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง ซึ่งจะทำให้เม็ดเลือดแดงขนส่งออกซิเจนได้ดีขึ้น ตามกลไกดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กลไกทางสรีรวิทยาของเทสโทสเตอโรนในการสังเคราะห์เม็ดเลือดแดง
แหล่งที่มา : Bachman et al., 2014

ซึ่งผลของการเพิ่มขึ้นของเม็ดเลือดแดง และฮีโมโกลบิน ทำให้ร่างกายสามารถขนส่งออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ดีขึ้น เป็นผลให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนของร่างกายดีขึ้นด้วย ซึ่งกลไกทางสรีรวิทยาดังกล่าวเกิดขึ้นจากผลของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Cervi & Balitsky, 2017) ได้สอดคล้องกับการวิจัยศึกษาของ Hirschberg และคณะ (2018) ที่ทำการศึกษาผลของหญิงที่ได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนผ่านผิวหนังด้วยครีมเป็นเวลา 10 สัปดาห์พบว่า กลุ่มที่ได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนสามารถวิ่งจนกระทั่งหมดแรง (Time to exhaustion) ด้วยระยะที่มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งงานวิจัยของ Thomsen และคณะ (2007) ที่ทำการศึกษาผลของการเสริม Erythropoietin (EPO) ให้แก่ชายสุขภาพดี เป็นเวลา 11 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่มีการเสริม EPO มีการเพิ่มขึ้นของฮีโมโกลบิน และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (Maximum oxygen consumption: VO_2max) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม EPO ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับอิทธิพลของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนที่มีต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง โดยส่งผลต่อสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ (Cardiorespiratory fitness)

ในส่วนของกลุ่มฮอร์โมนเพศหญิงหรือเอสโตรเจน (Estrogen) ถึงแม้อาจจะไม่ได้มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อหรือสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ แต่มีผลต่อสมรรถภาพด้านความอ่อนตัว (Flexibility) เนื่องจากกลไกทางสรีรวิทยาของเอสโตรเจนจะกระตุ้นกระบวนการ Enzymatic cross link ผ่าน lysyl oxidase (LOX) ให้มีการเพิ่มขึ้นของ collagen

content of connective tissue ทำให้เอ็นยึดกล้ามเนื้อ (Tendon) และเอ็นยึดกระดูก (Ligament) มีความยืดหยุ่นได้ดี ช่วยลดความตึงตัว (Stiffness) ทำให้ช่วยเพิ่มการทำงานของเอ็นและข้อต่อได้ดีขึ้น ซึ่งส่งผลดีต่อสมรรถภาพด้านความยืดหยุ่นของเอ็นและข้อต่อ และลดการบาดเจ็บอันเกิดจากการเคลื่อนที่ หรือเคลื่อนไหวข้อต่อได้ (Chidi-Ogbolu & Baar, 2019)

ความแตกต่างระหว่างเพศทั้งเพศชาย เพศหญิงในวัยผู้ใหญ่ หรือแม้แต่เด็กชาย และเด็กหญิงล้วนมีความแตกต่างกันตามส่วนผสมทางพันธุกรรมที่เฉพาะเจาะจง ทำให้เกิดโครงสร้างทางกายภาพรวมถึงการตอบสนองและเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาแตกต่างกันออกไป ซึ่งเป็นผลของอิทธิพลจากการกำหนดด้วยฮอร์โมนเพศของร่างกายที่แตกต่างกัน

5.2 สรีรวิทยาและสมรรถภาพทางกายของเพศชายและเพศหญิง

นอกจากฮอร์โมนเพศจะควบคุมลักษณะทางเพศทุติยภูมิและลักษณะทางกายวิภาคแล้วยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายและความสามารถทางกายด้วย ดังแสดงตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความแตกต่างทางสรีรวิทยาและความสามารถทางกายระหว่างเพศ

ตัวแปรทางสรีรวิทยาสมรรถภาพทางกาย	เพศชาย	เพศหญิง
Slow-twitch fiber size (μm^2)	5,699	3,875
Fast-twitch fiber size (μm^2)	4,965	4,193
Vital capacity (mL)	4,800	3,200
Residual volume (mL)	1,200	1,000
Total lung capacity (mL)	6,000	4,200
Heart volume (mL)	785	560
Left ventricular mass (g)	189	115
Resting stroke volume (mL)	118	92
Maximal stroke volume (mL)	134	100
Maximal cardiac output ($L \cdot min^{-1}$)	24.1	18.5
VO_{2max} ($L \cdot min^{-1}$)	3.79	2.41
VO_{2max} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	55.4	42.4
VO_{2max} ($mL \cdot kg^{-1}LBM \cdot min^{-1}$)	63.1	55.1
Hemoglobin ($g \cdot dL^{-1}$)	15.3	13.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรทางสรีรวิทยาสมรรถภาพทางกาย	เพศชาย	เพศหญิง
Blood volume (L)	5.25	4.07
Resting $\Delta a - VO_2$ ($mL \cdot dL^{-1}$)	6.9	5.0
Maximal $\Delta a - VO_2$ ($mL \cdot dL^{-1}$)	17.0	14.3

แหล่งที่มา : Yen, Jaffe & Barbieri, 1999

กายวิภาคและสรีรวิทยาของร่างกายเป็นพื้นฐานหนึ่งของการแสดงออกความสามารถทางกายหรือสมรรถภาพ ความแตกต่างทางเพศนอกจากเกิดจากปัจจัยของพันธุกรรมแล้วยังเป็นผลจากฮอร์โมนเพศที่เป็นตัวกำหนดทำให้เกิดข้อได้เปรียบและเสียเปรียบระหว่างเพศด้วย

5.3 ขนาดร่างกายและองค์ประกอบของร่างกายของเพศชายและเพศหญิง

ช่วงวัยเด็กก่อนเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์อัตราการเจริญเติบโตของเด็กหญิงและเด็กชายจะมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวและส่วนสูงที่ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์อัตราการเจริญเติบโตของร่างกายโดยเฉพาะส่วนสูงจะมีการพัฒนาอย่างเด่นชัด ทั้งนี้เกิดจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศ โดยพบว่าเด็กหญิงจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ก่อนเด็กชายที่อายุเฉลี่ยประมาณ 8 ปี เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้วร่างกายจะมีการผลิตฮอร์โมนเอสโทรเจนจากรังไข่ ส่งผลให้มีการเก็บสะสมแร่ธาตุที่กระดูกเพิ่มสูงขึ้นมีมวลกระดูกมากขึ้น อีกทั้งเอสโทรเจนยังมีฤทธิ์ในการลดการสลายของมวลกระดูกด้วยเป็นเหตุให้ช่วงวัยรุ่นตอนต้นเด็กหญิงมีความสูงมากกว่าเด็กชายในวัยเดียวกัน โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของส่วนสูงสูงสุดช่วงอายุ 12.5 ปี และพัฒนาต่อไปได้จนถึงช่วงอายุประมาณ 19 ปี แต่เด็กชายส่วนใหญ่จะเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ช้ากว่าเด็กหญิงที่ช่วงอายุ 10 ปี และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของส่วนสูงสูงสุดช่วงอายุ 14.5 ปี และพัฒนาต่อไปได้จนถึงช่วงอายุประมาณ 22 ปี แต่ด้วยอิทธิพลของเทสโทสเตอโรนที่ผลิตจากอัณฑะมีฤทธิ์โดยตรงต่อการสะสมแร่ธาตุของกระดูก ทำให้เพศชายมีมวลกระดูกสูงกว่าเพศหญิง อีกทั้งผลของฮอร์โมนเอสโทรเจนในเพศหญิงทำให้กระดูกส่วน Epiphyseal เจริญเต็มที่และกระดูกยาวหยุดขยายตัวก่อนเพศชายซึ่งส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความสูงของเพศชายสูงกว่าเพศหญิง (Kenny, Wilmore & Costill, 2015) อีกทั้งลักษณะทางสัญฐานเบื้องต้นของร่างกายประกอบด้วยเซลล์และเนื้อเยื่อประกอบเป็นอวัยวะโดยแบ่งองค์ประกอบของร่างกายพื้นฐานได้เป็นส่วนของร่างกายที่เป็นไขมัน (Fat mass) และส่วนของร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Lean body mass) ซึ่งฮอร์โมนเพศมีส่วนสำคัญในการกำหนดสัดส่วนองค์ประกอบของร่างกายทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างเพศ (Kenny, Wilmore & Costill, 2015) โดยเทสโทสเตอโรนสามารถซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปจับกับโปรตีนตัวรับแอนโดรเจน (androgen-receptor proteins) ในไซโทพลาสซึมของเซลล์เป้าหมาย หลังจาก

นั้นแอนโดรเจนรีเซปเตอร์คอมเพล็ก (androgen-receptor complex) จะเคลื่อนเข้าไปจับกับดีเอ็นเอ (DNA) ในนิวเคลียส กระตุ้นการถอดรหัส (transcription) ของจีน การสังเคราะห์เอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) และการสังเคราะห์โปรตีนตามลำดับ (ตรีทิพย์ รัตนวรชัย, 2549) ทำให้เพศชายซึ่งมีปริมาณเทสโทสเตอโรนสูงกว่ามีปริมาณกล้ามเนื้อมากกว่าเพศหญิง โดยพบว่า ในช่วงอายุ 20 – 30 ปี เพศชายอาจมีปริมาณกล้ามเนื้อได้ถึง 40 – 45 % ของน้ำหนักตัว ส่วนเพศหญิงจะมีปริมาณ 30 – 35 % ของน้ำหนักตัว อีกทั้งพบว่าเอสโทรเจนยังส่งผลต่อการเพิ่มการสะสมไขมันของร่างกายทำให้เพศหญิงมีสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายสูงกว่าเพศชายด้วย (Kenny, Wilmore & Costill, 2015) จึงทำให้เพศชายมีขนาดร่างกายเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิง

5.4 ฮอร์โมนเพศที่มีต่ออารมณ์ ความเครียด และคุณภาพชีวิต

ฮอร์โมนเพศเป็นปัจจัยหนึ่งตามสภาวะของร่างที่เป็นตัวกำหนดอารมณ์และความรู้สึกของบุคคล เมื่อฮอร์โมนเพศถูกหลั่งออกมานอกจะทำคอยกำหนดลักษณะเพศสภาพ สรีรวิทยาแล้ว พบว่าส่วนหนึ่งเข้าไปมีบทบาทต่อการทำงานของสมองส่วน Amygdala ซึ่งเป็นส่วนของสมองที่ควบคุมอารมณ์และความรู้สึก เช่น ความเศร้า ความหดหู่ ความโดดเดี่ยว ความกลัว เป็นต้น ดังจะเห็นได้ชัดเจนจากการมีประจำเดือนของเพศหญิงเพราะในรอบหนึ่งเดือนเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับของฮอร์โมนเพศอยู่ตลอดเวลาทำให้มีอารมณ์ความรู้สึกเปลี่ยนไปตามรอบเดือนด้วย (Osorio et al., 2018; สุภาพร วรรณศิริ, 2559) นอกจากนี้ยังพบว่าในกลุ่มชายและหญิงเมื่อเข้าสู่วัยทองมีการเปลี่ยนแปลงระดับของฮอร์โมนเพศส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ความอ่อนวัยเป็นหนุ่มสาวที่ลดลง ความแข็งแรงและสมรรถภาพทางกายลดลง รวมถึงความต้องการเพศและสมรรถภาพทางเพศที่ลดลง เป็นต้น ปัจจัยของการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเพศเหล่านี้ทำให้เกิดความรู้หดหู่ การเห็นคุณค่าในตนเองลด เกิดความเครียดสะสม ซึ่งเป็นผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตที่ลดลง เพราะคุณภาพชีวิตที่ดีต้องประกอบด้วยมิติทั้ง 5 ด้านได้แก่ ร่างกาย จิตใจ สังคม สติปัญญาและจิตวิญญาณ หากด้านใดด้านหนึ่งบกพร่องไปก็จะส่งผลต่อการมีคุณภาพชีวิตที่ลดลง ทั้งนี้ยังพบว่ากลุ่มชายและหญิงที่เข้าสู่วัยทองหากได้รับฮอร์โมนบำบัดจะมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น เนื่องจากการชะลอความเสื่อมของร่างกายและสมรรถภาพทางกาย และอาการต่างๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนลดลง (Utian & Woods, 2013; Traish et al., 2011) ในทำนองเดียวกันกับคนข้ามเพศที่มีความไม่เป็นสุขต่อการมีเพศสภาพที่ไม่ตรงกับจิตใจทำให้เกิดความรู้ไม่เป็นตัวของตัวเอง ไม่เป็นที่ยอมรับ หดหู่ โดดเดี่ยว เครียด หรือแม้กระทั่งไม่พึงพอใจกับเพศสภาพทางกายก็เป็นเหตุให้เกิดโรคทางจิตใจและส่งผลกระทบต่อการมีคุณภาพชีวิตที่แย่ลง การได้รับฮฮร์โมนบัดบัดก็เป็นหนึ่งทางเลือกที่จะช่วยให้คนข้ามเพศก้าวสู่เพศสภาพที่ตนต้องการให้สามารถเห็นคุณค่าของตนเอง ยอมรับตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

และมีความสุขในการดำเนินชีวิต และมีคุณภาพชีวิตที่ดี (Schulman & Erickson-Schroth, 2017; Connolly et al., 2016; Winter et al., 2016)

6. การทำงานของหลอดเลือด

6.1 เซลล์บุผนังหลอดเลือด

เซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดหรือเอนโดทีเลียมเซลล์ (Endothelium cell) คือเซลล์ที่อยู่บริเวณชั้นในสุดของหลอดเลือด เป็นตัวกั้นการไหลเวียนของเลือดและเนื้อเยื่อ มีรูปร่างคล้ายภูเขา มีความหนา 0.2-0.4 μm มีลักษณะเป็นเซลล์ชั้นเดียวเรียงต่อกันเป็นแถว (Monolayer) อยู่บนเยื่อหุ้ม (Basement membrane) ด้านบนของเซลล์กล้ามเนื้อเรียบ ในสภาวะปกติเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดจะไม่มีการแบ่งตัว แต่จะสามารถแบ่งตัวเพื่อทดแทนเซลล์ที่หมดอายุหรือหลุดลอกออกไปได้ เซลล์ที่แบ่งตัวทดแทนจะเกิดการแบ่งตัวของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดข้างเคียง และเซลล์ชนิดอื่นๆ เช่น ไฟโบรบลาสต์ (Fibrablast) เซลล์กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle cell) และเซลล์เม็ดเลือดในระบบไหลเวียน (Circulating blood cell) เป็นต้น (ศุภชัย ไชยธีระพันธุ์ และ สมชาย เอี่ยมอ่อง, 2540)

6.2 หน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด (Alberts et al., 2002)

1. ทำหน้าที่เป็นเซลล์โครงสร้างหลักของหลอดเลือด (Blood vassel formation)

2. การทำหน้าที่ของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดในการเป็นตัวควบคุมการผ่านของสารต่างๆ หรือเป็นตัวกั้น (Barrier) ระหว่างเลือดกับเซลล์ ซึ่งเป็นตัวเลือกผ่านระหว่างโพรงของหลอดเลือดกับบริเวณรอบๆ เนื้อเยื่อ ควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ระหว่างเซลล์และเลือด และการขนส่งเม็ดเลือดขาวเข้าและออกกระแสเลือด รวมถึงการควบคุมสมดุลของสารอิเล็คโทรไลท์ (Electrolyte) ทั้งภายในและภายนอกหลอดเลือด โดยควบคุมการขนส่งน้ำและสารละลายต่างๆ

3. ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการเกิดลิ่มเลือด และการสลายตัวของลิ่มเลือด (Coagulation and fibrinolysis) ทั้งนี้ กระบวนการละลายเลือดที่แข็งตัวหรือลิ่มเลือด ทำให้เลือดคงสภาพเป็นของเหลวอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือด (Thrombosis and fibrinolysis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ทำหน้าที่ควบคุมการหด และการขยายตัวของหลอดเลือด (Regulation of vascular tone) โดยเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดจะรักษาสมดุลด้วยการควบคุมการสร้างสารกระตุ้นการหดตัวของหลอดเลือด ได้แก่ สารก่อการแข็งตัวของเลือด (Pro-thrombotic) สารก่อการอักเสบ (Pro-inflammatory) สารก่อการแข็งตัวของหลอดเลือด (Pro-atherogenic) อาทิเช่น ซีแลคติน (Selectins) อินเตอร์เซลลูลาร์ เอ็ดฮีชั่น โมเลกุล วัน (Intercellular adhesion molecule-1, ICAM-1) วาสคูลาร์ เซลล์ เอ็ดฮีชั่น โมเลกุล วัน (Vascular cell adhesion molecule-1; VCAM-1) อินเตอร์ลูคิน เอ็ท (Interleukin-8 ; IL-8) โมโนไซต์ เคโมเอ็ทแทรกแตนท์ โปรตีน วัน (Monocyte chemoattractant protein-1; MCP-1) เพลทเล็ท แอคติเวตติ้ง แฟคเตอร์ (Platelet-activating factor; PAF) เอ็นโดทีลิน วัน (Endothelin-1; ET-1) แองจิโอเท็นซิน ทู (Angiotensin Ⅱ; Ang Ⅱ) ทรอมบิน แอคทิเวทเทเบิล ไฟบริโนโลซิส อินฮิบิเตอร์ (Thrombin-activatable fibrinolysis inhibitor; TAFI) พลาสมิโนเจน เอคติเวทเตอร์ อินฮิบิเตอร์ วัน (Plasminogen activator inhibitor-1; PAI-1) วาสคูลาร์ เอ็นโดทีเรียล แฟคเตอร์ (Vascular endothelial growth factor; VEGF) ให้มีปริมาณที่พอเหมาะกับสารที่กระตุ้นการคลายตัวของหลอดเลือด ได้แก่ สารต้านการอักเสบ (Anti-inflammatory) สารต้านการแข็งตัวของเลือด (Anti-thrombotic) สารต้านการแข็งตัวของหลอดเลือด (Anti-atherogenic) ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide; NO) พลอสตาไซคลิน (Prostacyclin; PGI2) เอ็นโดทีเลียมดีรีฟไฮเปอร์โพลาร์ไรซ์ซิ่ง (Endpothelium-derived hyperpolarizing factor; EDHF) ทรอมโบโมดูลิน (Thrombomodulin) เป็นต้น

5. ทำหน้าที่สร้างหลอดเลือดขึ้นใหม่ (Neoangiogenesis)

6. เป็นเซลล์เป้าหมาย (Taeget cells) สำหรับการตอบสนองของฮอร์โมนต่างๆ

7. การต้านการอักเสบในหลอดเลือด (Inflammation)

8. ช่วยในการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (Immune system)

6.3 สารชีวเคมีในเลือดที่เกี่ยวข้องกับระบบหัวใจและหลอดเลือด

ไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide; NO) หรือเรียกว่า Endothelium-derived relaxing factor (EDRF) มีประสิทธิภาพสูงในการขยายหลอดเลือด ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยให้หลอดเลือดคลายตัวเช่นเดียวกันกับอะเซตทีลโคลีน (Acetylcholine) ไนตริกออกไซด์ มีบทบาทสำคัญในการทำงานของเซลล์ในร่างกาย เช่น ในระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาท ระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น ในระบบหลอดเลือด โดยมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมแรงตึงตัวของหลอดเลือดในขณะพัก ควบคุมความสมดุลในการสร้างสารที่ทำหน้าที่ในการหดตัวและคลายตัวอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ มีผลทำให้หลอด

Chulalongkorn University

เลือดแดง และหลอดเลือดดำส่วนกลางขยายตัว รวมถึงการส่งเสริมการไหลเวียนในหลอดเลือดขนาดเล็กด้วย การสร้างและการหลั่งไนตริกออกไซด์นี้จะถูกควบคุมด้วยระบบอัตโนวัติของหลอดเลือด และระบบประสาท ขึ้นอยู่กับความต้องการของเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ การควบคุมการไหลเวียนเลือดในสมอง (Cerebral Blood Flow Regulation) ขึ้นอยู่กับไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide; NO) โดยการสร้างไนตริกออกไซด์ที่น้อยลงจะส่งผลเสียหายต่อการควบคุมการไหลเวียนเลือดสู่สมอง (Kamper et al., 2004; N. Toda, 2012) เนื่องจากไนตริกออกไซด์เป็นอนุมูลอิสระกลุ่มไนโตรเจนที่ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) และสารที่ขยายหลอดเลือด (Vasodilator)โดยมีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างไนตริกออกไซด์ คือ ไนตริกออกไซด์ ซินเทส (Nitric oxide synthase) ซึ่งหากเป็นเอนไซม์ ไนตริกออกไซด์ ซินเทสที่สร้างในเซลล์ประสาทและ เซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดจะทำหน้าที่สร้าง ไนตริกออกไซด์เพื่อขยายหลอดเลือด และการสื่อประสาท (Neurotransmission) บทบาทของไนตริกออกไซด์ในหลอดเลือดจะช่วยต้านการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) ควบคุมความดันเลือด (Blood pressure regulation) (สมาคมเพื่อการวิจัยอนุมูลอิสระไทย, 2555)

1. การประเมินการตอบสนองของหลอดเลือด (Vascular reactivity)

เป็นการทดสอบการขยายตัวของหลอดเลือดเมื่อถูกปิดกั้นการไหลเวียนโดยใช้เครื่องอัลตราซาวนด์ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ไม่ต้องนำอุปกรณ์ใส่เข้าไปในร่างกาย (Noninvasive technique) โดยจะทำการทดสอบบริเวณหลอดเลือดแดงที่แขน (Brachial artery) โดยมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อกระบวนการตอบสนองของหลอดเลือดในผู้ที่ถูกวัด เช่น อุณหภูมิ อาหาร ยา การกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติก และการมีประจำเดือน ดังนั้นผู้ที่ถูกวัดควรอดอาหารก่อนอย่างน้อย 8-12 ชั่วโมง ก่อนการศึกษา ควรทำในห้องที่เงียบและมีการควบคุมอุณหภูมิ และให้ผู้ถูกวัดอยู่ในท่านอน ในการทดสอบใช้แถบผ้าพันของเครื่องวัดความดันโลหิตรัดบริเวณแขนท่อนล่างเพื่อป้องกันการปวดแขนขณะบีบแรงดัน ทำให้อัลตราซาวน์หลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งหลอดเลือดแดงที่ต้นแขนด้านใน (Brachial Artery) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดขณะพัก (Baseline) เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นบีบแรงดันในเครื่องวัดความดันโลหิตเท่ากับความดันซิสโตลิกเพิ่มอีก 50 มิลลิเมตรปรอท ค้างไว้ 5 นาที (Corretti et al., 2002) หลังจากปล่อยการปิดกั้นออกจะทำให้การเพิ่มการไหลของเลือดแดงที่แขนเหนี่ยวนำให้เกิดการไหลของเลือดที่มากขึ้น (Reactive hyperemia) เป็นผลให้เพิ่มการเกิดแรงเค้นเฉือน (Shear stress) ส่งผลให้หลอดเลือดขยายตัว สามารถคำนวณค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงการขยายตัวของหลอดเลือดหลังถูกปิดกั้นการไหลเวียน (Flow mediated dilation) จากสูตรต่อไปนี้

$$\%FMD=((D2-D1)/D1)\times100$$

เมื่อ D1 คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดก่อนการปิดกั้นการไหลของเลือด

D2 คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดภายหลังถูกปิดกั้นการไหลของเลือดในนาทีแรก

2. การวัดอัตราเร็วของเคลื่อนความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า (Brachial-ankle pulse wave velocity; baPWV)

ใช้ในการประเมินภาวการณ์แข็งของหลอดเลือดแดง (Arterial stiffness) ซึ่งเป็นการวัดความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการสูบฉีดเลือด (Transit time หรือ Brachial-ankle time delay) ที่หลอดเลือดบริเวณต้นแขน (Brachial artery) และหลอดเลือดบริเวณข้อเท้า (Posterior tibial artery) เพื่อตรวจวัดความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดง โดยใช้เครื่องวัดความแข็งของหลอดเลือด (Non-invassive vascular screening device) และคำนวณอัตราเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้าจากสูตรดังต่อไปนี้ (Sugawara et al., 2005)

$$baPWV(cm/sec)=L/Ta-Tb$$

เมื่อ L คือระยะทางระหว่างหลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งข้อพับแขน (Brachial artery) กับหลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งข้อเท้าใต้ตาตุ่ม (Posterior tibial artery) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

Ta คือ ค่าเฉลี่ยเวลาระหว่างคลื่นสัญญาณชีพจรของหลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งข้อพับแขน (Brachial artery) หน่วยเป็น วินาที

Tb คือ ค่าเฉลี่ยเวลาระหว่างคลื่อนสัญญาณชีพจรของหลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งข้อเท้าใต้ตาตุ่ม (Posterior tibial artery) หน่วยเป็น วินาที

3. การวัดความหนาของผนังหลอดเลือด (Carotid intima-media thickness: cIMT)

ทดสอบบริเวณหลอดเลือดแดงของลำคอด้านข้าง (Common carotid artery) โดยใช้เครื่องอัลตราซาวน์วัดขนาดของความหนาที่ผนังหลอดเลือดแดงที่คอชั้นใน ทั้งด้านใกล้และไกล (Near wall and far wall) (Meyer, Kundt, Lenschow, Schuff-Werner, & Kienast, 2006) เพื่อใช้ประเมินความเสื่อมสภาพของหลอดเลือดแดง และบอกถึงความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจปัจจุบันเริ่มนำมาใช้ในการตรวจโรคหัวใจในระยะแรก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. การวัดปริมาณการไหลของเลือด (Blood flow volume)

เป็นการวัดที่หลอดเลือดด้วยเครื่องอัลตร้าซาวด์ (Ultrasound machine) และหัวตรวจ (Transducers) ที่มีความถี่ 12-3 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz) โดยใชคลื่นเสียงความถี่สูงในการตรวจวินิจฉัยวิธีการทำโดยการวางหัวตรวจไว้ที่บริเวณต้องการ อาศัยหลักการของพัลส์เวฟ ดอปเลอร์ (Pulsewave Doppler) เพื่อศึกษาลักษณะการไหลเวียนและความเร็วของการไหลของเลือดในหลอดเลือดแดงและดำ โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ยของเลือดที่ไหลในหลอดเลือด (Time average mean velocity; TAMV) และคำนวณปริมาณการไหลของเลือดจากสูตรดังต่อไปนี้ (Hunt, Stodart, & Ferguson, 2016)

$$\text{Blood flow volume} = \text{TAMV} \times \pi \times (r)^{(2)} \times 60$$

เมื่อ TAMV = ความเร็วเฉลี่ยของเลือด มีหน่วยเป็นเซนติเมตรต่อวินาที (cm/s)

r = รัสมีของหลอดเลือด (Vassel radius) หน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)

และ 60 ใช้สำหรับแปลงหน่วยจากมิลลิลิตรต่อวินาที (ml/sec) เป็นมิลลิลิตรต่อนาที (ml/min)

5. การวัดอัตราแรงเฉือนของเลือด (Vascular shear rate)

เป็นการวัดอัตราแรงเฉือนการไหลของเลือดที่กระทำต่อผนังเลือด มีหน่วยเป็นต่อวินาที (S-1)

สามารถคำนวณอัตราแรงเฉือนของเลือดได้จากสูตรดังต่อไปนี้ (B. A. Parker, Ridout, & Proctor, 2006)

$$\text{Shear rate (S-1)} = 4 \times (\text{TAMV}/\text{diameter})$$

เมื่อ TAMV = ความเร็วเฉลี่ยของเลือด มีหน่วยเป็นเซนติเมตรต่อวินาที (cm/s)

Diameter = ขนาดของหลอดเลือด หน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)

6. การวัดอัตราแรงเค้นของเลือด (Shear stress)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็นการวัดอัตราแรงเค้นของเลือดที่กระทำต่อผนังหลอดเลือด มีหน่วยเป็น ดายน์ต่อตารางเซนติเมตร (dyn/cm2) สามารถคำนวณอัตราแรงเค้นของเลือดได้จากสูตรดังต่อไปนี้ (Dhindsa et al., 2008)

Shear stress = 8 × blood viscosity × TAMV/diameter

เมื่อ blood viscosity = ความหนืดของเลือด

ในที่นี้กำหนดที่ 0.0035 ดายน์ต่อตารางเซนติเมตร (dyn/cm2)

TAMV = ความเร็วเฉลี่ยของเลือด มีหน่วยเป็นเซนติเมตรต่อวินาที (cm/s)

Diameter = ขนาดของเลือด หน่วยเป็นเซนติเมตร (Cm)

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

ปิญาภรณ์ นามวงสา และกรแก้ว จันทภาษา (2564) ทำการศึกษาประสบการณ์ในการใช้ยาฮอร์โมนเพศของหญิงข้ามเพศในจังหวัดสกลนคร โดยทำการศึกษาเชิงคุณภาพที่เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เจาะลึกผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่เป็นหญิงข้ามเพศจำนวน 18 คน ที่เคยใช้และกำลังใช้ยาฮอร์โมนเพศเพื่อการข้ามเพศ การศึกษาเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2563 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 พบว่า เหตุผลสำคัญที่ทำให้ใช้ยาฮอร์โมนเพศคือ ความต้องการปรับเปลี่ยนร่างกายจากเพศชายไปสู่เรือนร่างสวยงามของเพศหญิง ซึ่งแต่ละคนมีประสบการณ์ในการใช้ยาฮอร์โมนเพศและมีรูปแบบในการเทคยาที่แตกต่างกันตามเงื่อนไขหรือตามข้อจำกัดของแต่ละคน ไม่มีสูตรสำเร็จหรือแบบแผนสำหรับการข้ามเพศไปสู่ความเป็นผู้หญิง ช่องทางที่ทำให้รู้จักและใช้ยาฮอร์โมนเพศ คือ การรับรู้ข้อมูลแบบออฟไลน์ที่เป็นการแนะนำบอกต่อแบบปากต่อปากจากเพื่อนหรือรุ่นพี่ และการรับรู้ข้อมูลแบบออนไลน์ นอกจากนี้ยังพบว่าอาการข้างเคียงจากการใช้ยาซึ่งเป็นนิยามทางการแพทย์ได้ถูกตีความเชื่อมโยงกับประสิทธิภาพของยาในการทำให้บรรลุถึงรูปร่างที่พึงปรารถนา ผู้ให้ข้อมูลนิยามอาการข้างเคียงดังกล่าวว่า ยากำลังทำงานหรือยากำลังออกฤทธิ์ ซึ่งสร้างความสุขความพึงพอใจให้ผู้ใช้มากกว่าจะมองว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือร่างกาย ในทางตรงกันข้ามหากอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดเรือนร่างที่ไม่พึงปรารถนา เช่น อ้วนขึ้นหรือเกิดผื่นแพ้ ก็พร้อมที่จะตีความอาการดังกล่าวในทางลบจนถึงขั้นทำให้ทนไม่ได้และตอบสนองโดยการหยุดใช้ยา ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การใช้ยาฮอร์โมนเพศของหญิงข้ามเพศเน้นที่การใช้ยาด้วยตนเองเป็นสำคัญ การมีประสบการณ์ในการใช้ยาฮอร์โมนเพศที่หลากหลาย และการนิยามอาการข้างเคียงที่เกิดจากการใช้ยาในมุมมองใหม่เป็นสิ่งที่

บุคลากรทางการแพทย์ควรทำความเข้าใจและควรให้คำแนะนำเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้ยาที่สอดรับกับบริบทของหญิงข้ามเพศต่อไป

เดโช แขน้ำแก้ว (2562) ทำการศึกษคุณภาพชีวิตของแรงงานพม่าชาย-หญิง-เพศที่สาม(ข้ามเพศ) ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ในมิติทางเพศภาวะ ใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ แรงงานพม่า จำนวน 350 คน ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตของแรงงานพม่าในจังหวัดนครศรีธรรมราชในมิติทางเพศภาวะ ในด้านอาหาร ด้านเครื่องนุ่งห่ม ด้านที่อยู่อาศัย ด้านสุขภาพ ด้านรายได้ และด้านความสัมพันธ์ในสังคม ได้แก่ เพศหญิงมีคุณภาพชีวิตสูงสุด อยู่ในระดับมาก (= 3.51, S.D. = 0.37) รองลงมา คือ เพศชาย อยู่ในระดับปานกลาง (= 3.39, S.D. = 0.38) และเพศที่สาม (ข้ามเพศ) มีคุณภาพชีวิตต่ำสุด คือ อยู่ในระดับปานกลาง (= 3.06, S.D. = 0.08)

7.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

แคทเธอรีน คอร์นี (Katherine Kornie, 2018) ได้เขียนบทความวิชาการเกี่ยวกับผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดในคนข้ามเพศที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและสมรรถภาพทางกาย โดยได้นำเสนอกรณีศึกษาของโจแอนนา ฮาร์เปอร์ (Joanna Harper) ผู้ที่เป็นหญิงข้ามเพศและนักกีฬามาราธอน ซึ่งได้รับอนุญาตให้ลงแข่งขันกับเพศหญิง แต่ต้องมีการตรวจและควบคุมระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนให้น้อยกว่า 10 นาโนโมลต่อลิตรเป็นเวลา 1 ปี ซึ่งฮาร์เปอร์ได้ใช้วิธีการข้ามเพศด้วยการรับฮอร์โมนบำบัดด้วยเอสโทรเจนร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชาย ส่งผลให้มีลักษณะความเป็นผู้หญิงมากยิ่งขึ้น แต่ด้วยอิทธิพลของเทสโทสเตอโรนที่ลดระดับลงของร่างกาย เธอได้ให้ข้อมูลว่าความสามารถหรือสมรรถภาพของเธอในการวิ่งลดระดับลงไปตามทิศทางเดียวกับเทสโทสเตอโรน ระยะเวลาในการวิ่งเพิ่มมากขึ้นจากเดิม โดยได้อธิบายถึงผลของเทสโทสเตอโรนที่มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพทางกายตามกลไกทางสรีรวิทยาว่า เทสโทสเตอโรนผลต่อการสังเคราะห์เม็ดเลือดแดงซึ่งทำหน้าที่ในการขนส่งออกซิเจนของร่างกาย เมื่อระดับเทสโทสเตอโรนลดลงจึงทำให้ระดับเม็ดเลือดลดลงด้วยเช่นกัน และทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนลดลงด้วย แต่เนื่องจากบทความนี้เป็นบทความวิชาการเพียงเดียวที่กล่าวถึงสมรรถภาพทางกายที่เปลี่ยนแปลงไปจากการใช้ฮอร์โมนบำบัดในคนข้ามเพศ จึงทำให้ยังขาดองค์ความรู้ของข้อมูลในคนข้ามเพศที่จะอธิบายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้

วิลสัน และคณะ (Wilson et al., 2009) ได้ศึกษาผลของการให้ฮอร์โมนบำบัดปริมาณสูงแก่หญิงข้ามเพศ เป็นเวลา 6 เดือนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีที่บ่งชี้ถึงการอักเสบ โดยทำการทดลองแบ่งรูปแบบการให้ฮอร์โมนเป็น 2 รูปแบบ คือ กลุ่มที่ 1 จำนวน 23 คน (ช่วงอายุ 36 ± 10ปี) ได้รับฮอร์โมนด้วยการรับประทาน oestrogen ปริมาณ 1.25 มิลลิกรัมต่อวัน ในเดือนที่ 1 – 4 และ

เพิ่มปริมาณเป็น 2.5 มิลลิกรัมต่อวัน ในเดือนที่ 5 – 6 ร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชายชนิด Finasteride หรือ Cyproterone และกลุ่มที่ 2 จำนวน 7 คน (ช่วงอายุ 47 ± 6ปี) ได้รับฮอร์โมนแบบแผ่นแปะผิวหนังชนิด Elleste Solo MX-40 ไมโครกรัมต่อ 24 ชั่วโมง หรือ Evorel-50 ไมโครกรัมต่อ 24 ชั่วโมง ร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชายชนิด Finasteride หรือ Cyproterone เช่นเดียวกับกลุ่มแรก โดยพบว่ากลุ่มที่ได้ฮอร์โมนบำบัดด้วยการรับประทานมีค่า Il-1 สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดแบบแผ่นแปะผิวหนังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสรุปได้ว่าฮอร์โมนบำบัดชนิดรับประทานส่งผลต่อความเสียหายของหลอดเลือดได้

วิตา และคณะ (Vita et al., 2018) ได้ศึกษาผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดในคนข้ามเพศ ที่เข้ารับการรักษาที่คลินิกต่อมไร้ท่อ ตั้งแต่ปี 2012 ถึงปี 2017 จำนวน 32 คน แบ่งเป็นหญิงข้ามเพศจำนวน 21 คน (4คน ได้รับการผ่าตัดแปลงเพศแล้วรับ Ethinylestradiol หรือ Estradiol valerate ปริมาณ 2-6 มิลลิกรัมต่อวันและอีก 17 คนรับฮอร์โมนเพศหญิงเช่นเดียวกับ 4 คนแรก แต่รับยาต้านฮอร์โมนเพศชายเพิ่มด้วยชนิด Cyproterone ปริมาณ 50-100 มิลลิกรัมต่อวัน) และชายข้ามเพศจำนวน 11 คน (ได้รับการฉีด Testosterone ทุก 2-4 สัปดาห์) พบว่า หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดมีค่า Systolic blood pressure, Total testosterone, Red blood cell count, Hemoglobin และ Hematocrit ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า 17β- estradiol และ sex hormone binding globulin เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเข้ารับฮอร์โมนบำบัด ส่วนชายข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัด มีค่า Fasting plasma glucose ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า Total testosterone, Red blood cell count, Hemoglobin, Hematocrit, Creatinine, γ-glutamyl transferare, Alkaline phosphatase และ Total bilirubin เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเข้ารับฮอร์โมนบำบัด

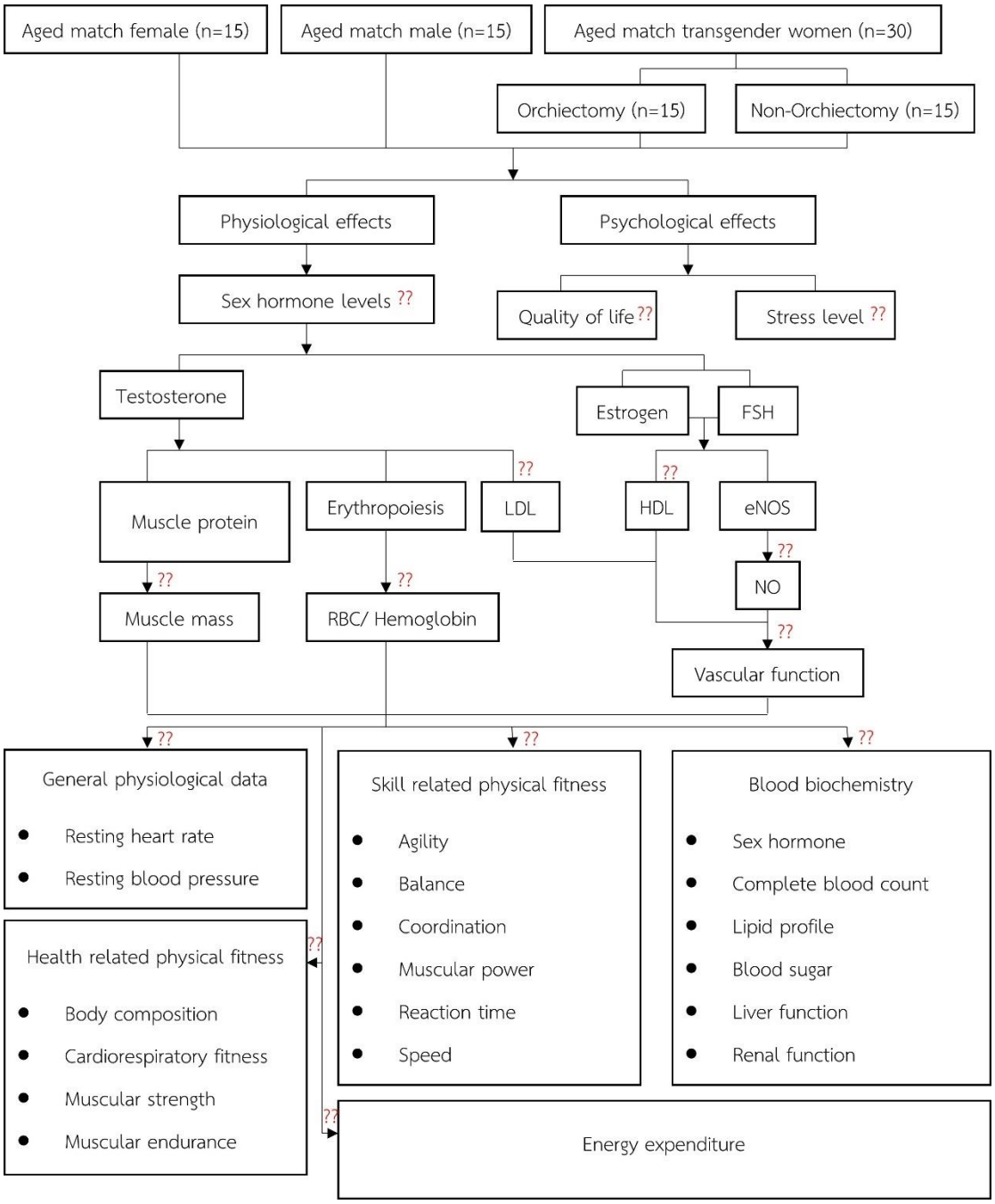
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โอสันเคนเนดี และคณะ (Olson-Kennedy et al., 2018) ได้ศึกษาผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดในคนข้ามเพศวัยรุ่น ช่วงอายุ 12-24 ปี ตั้งแต่ปี 2011 ถึงปี 2013 จำนวน 32 คน แบ่งเป็นหญิงข้ามเพศจำนวน 25 คน (ได้รับ estradiol ด้วยการรับประทานปริมาณ 1-6 มิลลิกรัมต่อวัน และเสริมด้วยรูปแบบฉีดเข้ากล้ามเนื้อปริมาณ 20-30 มิลลิกรัมทุกๆ 14 วัน ร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชายแบบรับประทาน Spironolactone ปริมาณ 100-200 มิลลิกรัมต่อวัน หรือ GnRH analog) และชายข้ามเพศจำนวน 34 คน (ได้รับการฉีด Cypionate ปริมาณ 12.5-75 มิลลิกรัมทุกสัปดาห์ หรือ GnRH analog) พบว่า หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดมีค่า Aspartate aminotransferase, Hemoglobin, Testosterone free และ Testosterone total ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า HDL, Potassium, Estradiol และ

Prolactin เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเข้ารับฮอร์โมนบำบัด ส่วนชายข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัด มีค่า HDL, Aspartate aminotransferase และ Estradiol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า Systolic blood pressure, Diastolic blood pressure, Triglycerides, Alanine aminotransferase, Potassium, Hemoglobin, Testosterone free และ Testosterone total เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเข้ารับฮอร์โมนบำบัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. กรอบแนวคิดของการวิจัย



รูปที่ 4 กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาตามขวาง (Cross-section study) โดยทำการศึกษาผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดระยะยาวที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย และการทำงานของหลอดเลือดของหญิงข้ามเพศ ทั้งหญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดแปลงเพศและหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดแปลงเพศ ร่วมกับการใช้ฮอร์โมนบำบัด เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายและเพศหญิงตามเพศกำเนิด ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

เพื่อยืนยันถึงกลไกทางสรีรวิทยาของระดับฮอร์โมนเพศที่เปลี่ยนแปลงต่อการควบคุมสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพระบบหัวใจและหายใจ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัว สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ ได้แก่ ความคล่องแคล่วว่องไว การทรงตัว การทำงานอย่างสัมพันธ์กันของร่างกาย พลังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ความเร็ว และสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก รวมถึงโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด สารชีวเคมีในเลือดที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกาย สรีรวิทยาทั่วไป การใช้พลังงาน คุณภาพชีวิต และระดับความเครียดในหญิงข้ามเพศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบสาเหตุ (Causal-Comparative Research) ด้วยรูปแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-section study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา อิทธิพลของฮอร์โมนบำบัดระยะยาวที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในหญิงข้ามเพศ ขั้นตอนการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในคน กลุ่มสหสถาบันชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ COA NO.175/2563 (ภาคผนวก ก) โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากร คือ หญิงข้ามเพศ เพศชายโดยกำเนิด และเพศหญิงโดยเพศกำเนิด ที่เป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่เป็นหญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัด เพศชายโดยกำเนิดและเพศหญิงโดยกำเนิด กลุ่มตัวอย่างทุกคนเป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย ช่วงอายุ 20 – 35 ปี การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการคำนวณทางสถิติโดยนำค่าเฉลี่ยของตัวแปรในการศึกษาก่อนหน้า (de Araújo et al., 2017) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล โดยใช้ตัวแปรด้านสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ ซึ่งเป็นตัวแปรสมรรถภาพทางกายที่ทำการศึกษาเช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยครั้งนี้มาใช้ในการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรมจี-พาวเวอร์ (G*Power) เวอร์ชั่น 3.1.9.2 ในการคำนวณ โดยค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) เท่ากับ 0.59 และกำหนดอำนาจการทดสอบ (Power of the test) ที่ 0.8 กำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จึงได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 9 คน (ภาคผนวก ข) จำนวน 4 กลุ่ม แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาตัวแปรจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มละ 15 คน ดังนั้นจึงใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้งสิ้น 60 คน ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มเพศชายโดยกำเนิดจำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มเพศหญิงโดยกำเนิดจำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ จำนวน 15 คน

กลุ่มที่ 1 เพศชายโดยกำเนิด

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. เป็นเพศชายโดยกำเนิดที่เป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย ช่วงอายุ 20 – 35 ปี

2. มีค่าเกณฑ์วินิจฉัยเพศสภาพไม่ตรงกับเพศโดยกำเนิดของตน ไม่เกิน 1 ข้อจาก 6 ข้อ (American Psychiatric Association, 2013) (ภาคผนวก ค)

3. มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5 – 24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (American College of Sports Medicine, 2013)

4. ไม่ใช้ยาต้านการอักเสบ และอาหารเสริมที่มีผลต่อฮอร์โมนเพศและสมรรถภาพทางกาย ก่อนเข้าร่วมการวิจัย 2 เดือน

5. ไม่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทกล้ามเนื้อและข้อต่อ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และไม่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1. ได้รับการบาดเจ็บทางร่างกายระหว่างเข้าร่วมการวิจัยที่ไม่สามารถทดสอบสมรรถภาพทางกาย และไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ในช่วงระหว่างดำเนินการทดสอบสมรรถภาพ

2. ไม่ประสงค์ร่วมการทดลองอีกต่อไป

กลุ่มที่ 2 เพศหญิงโดยกำเนิด

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. เป็นเพศหญิงโดยกำเนิดที่เป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย ช่วงอายุ 20 – 35 ปี

2. มีค่าเกณฑ์วินิจฉัยเพศสภาพไม่ตรงกับเพศโดยกำเนิดของตน ไม่เกิน 1 ข้อจาก 6 ข้อ (American Psychiatric Association, 2013) (ภาคผนวก ค)

3. มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5 – 24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (American College of Sports Medicine, 2013)

4. ไม่ใช้ยาต้านการอักเสบ และอาหารเสริมที่มีผลต่อฮอร์โมนเพศและสมรรถภาพทางกาย ก่อนเข้าร่วมการวิจัย 2 เดือน

5. ไม่อยู่ในภาวะตั้งครรภ์ และให้นมบุตร

6. ไม่ใช้ยาคุมกำเนิด หรือได้รับการรักษาด้วยฮอร์โมนเพศก่อนเข้าร่วมการวิจัย 2 เดือน

7. ไม่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทกล้ามเนื้อและข้อต่อ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และไม่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1. ได้รับการบาดเจ็บทางร่างกายระหว่างเข้าร่วมการวิจัยที่ไม่สามารถทดสอบสมรรถภาพทางกาย และไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ในช่วงระหว่างดำเนินการทดสอบสมรรถภาพ

2. ไม่ประสงค์ร่วมการทดลองอีกต่อไป

กลุ่มที่ 3 หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. เป็นหญิงข้ามเพศที่เป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย ช่วงอายุ 20 – 35 ปี

2. มีค่าเกณฑ์วินิจฉัยเพศสภาพไม่ตรงกับเพศโดยกำเนิดของตน อย่างน้อย 2 ข้อจาก 6 ข้อ (American Psychiatric Association, 2013) (ภาคผนวก ค)

3. มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5 – 24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (American College of Sports Medicine, 2013)

4. ไม่ผ่าตัดอัณฑะ (Non-orchiectomy) (Goldstein, Corneil & Greene, 2017)

5. ได้รับฮอร์โมนบำบัดด้วยฮอร์โมนเพศหญิง (Estrogen: ชนิด Oestradiol รูปแบบเม็ด ขนาด 2 – 4 มิลลิกรัมต่อวัน) ร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชาย (Anti-androgen: ชนิด Spironolactone รูปแบบเม็ด ขนาด 100 – 300 มิลลิกรัมต่อวัน หรือชนิด Cyproterone acetate รูปแบบเม็ด ขนาด 25 – 50 มิลลิกรัมต่อวัน หรือชนิด Finasteride รูปแบบเม็ด ขนาด 1 มิลลิกรัมต่อ

วัน หรือชนิด Progesterone รูปแบบเม็ด ขนาด 20 – 60 มิลลิกรัมต่อวัน) (den Heijer, Bakker & Gooren, 2017; Unger, 2016)

6. เข้ารับฮอร์โมนบำบัดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 เดือน (SoRelle et al., 2019)

7. มีระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในเลือดต่ำกว่า 10 $nmol{\cdot}L^{-1}$ (Dubon, Abbott & Carl, 2018)

8. ไม่ใช้ยาต้านการอักเสบ และอาหารเสริมที่มีผลต่อฮอร์โมนเพศและสมรรถภาพทางกาย ก่อนเข้าร่วมการวิจัย 2 เดือน

9. ไม่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทกล้ามเนื้อและข้อต่อ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และไม่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1. ได้รับการบาดเจ็บทางร่างกายระหว่างเข้าร่วมการวิจัยที่ไม่สามารถทดสอบสมรรถภาพทางกาย และไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ในช่วงระหว่างดำเนินการทดสอบสมรรถภาพ

2. ไม่ประสงค์ร่วมการทดลองอีกต่อไป

กลุ่มที่ 4 หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. เป็นหญิงข้ามเพศที่เป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย ช่วงอายุ 20 – 35 ปี

2. มีค่าเกณฑ์วินิจฉัยเพศสภาพไม่ตรงกับเพศโดยกำเนิดของตน อย่างน้อย 2 ข้อจาก 6 ข้อ (American Psychiatric Association, 2013) (ภาคผนวก ค)

3. มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5 – 24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (American College of Sports Medicine, 2013)

4. ผ่าตัดอัณฑะ (Orchiectomy) (Goldstein, Corneil & Greene, 2017) และหายดีเป็นสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้เป็นปกติ และ/หรือร่วมกับศัลยกรรมอวัยวะเพศ (Vaginoplasty) เสริมหน้าอก (Breast augmentation surgery) ไม่น้อยกว่า 3 เดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ได้รับฮอร์โมนบำบัดด้วยฮอร์โมนเพศหญิง (Estrogen: ชนิด Oestradiol รูปแบบเม็ด ขนาด 2 – 4 มิลลิกรัมต่อวัน) (den Heijer, Bakker & Gooren, 2017)

6. เข้ารับฮอร์โมนบำบัดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 เดือน (SoRelle et al., 2019

7. มีระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในเลือดต่ำกว่า 10 $nmol{\cdot}L^{-1}$ (Dubon, Abbott & Carl, 2018)

8. ไม่ใช้ยาต้านการอักเสบ และอาหารเสริมที่มีผลต่อฮอร์โมนเพศและสมรรถภาพทางกาย ก่อนเข้าร่วมการวิจัย 2 เดือน

9. ไม่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทกล้ามเนื้อและข้อต่อ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และไม่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

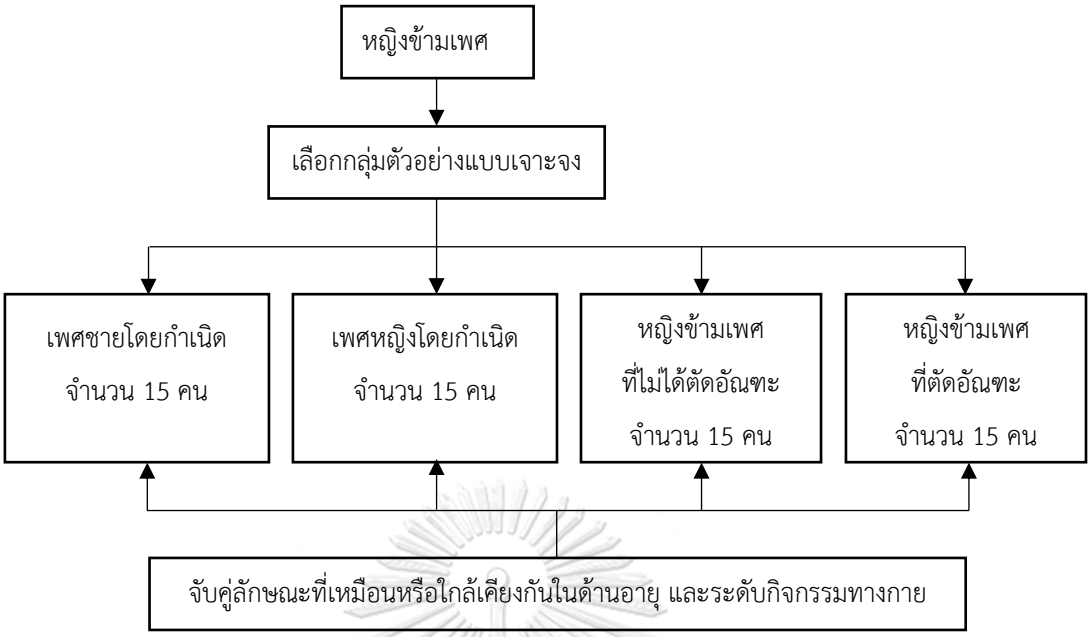
1. ได้รับการบาดเจ็บทางร่างกายระหว่างเข้าร่วมการวิจัยที่ไม่สามารถทดสอบสมรรถภาพทางกาย และไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ในช่วงระหว่างดำเนินการทดสอบสมรรถภาพ

2. ไม่ประสงค์ร่วมการทดลองอีกต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purpose sampling) แล้วเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่ม โดยการจับกลุ่มทดลองทีละคู่ (Matching paired) ให้มีลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันในเรื่อง อายุ และระดับกิจกรรมทางกาย เป็นต้น ที่เป็นหญิงข้ามเพศทั้งที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและตัดอัณฑะที่เข้ารับฮอร์โมนบำบัด รวมถึงเพศชายโดยกำเนิด และเพศหญิงโดยกำเนิด ที่เป็นคนไทยและพำนักอยู่ในประเทศไทย ช่วงอายุ 20 – 35 ปี และสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย โดยแบ่งกลุ่มทดลองย่อยออกเป็น 4 กลุ่ม จำนวนเท่าๆ กัน โดยผู้สมัครเข้าร่วมมีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้าและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 15 คน



รูปที่ 5 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

*หมายเหตุ ก่อนการจัดเข้ากลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะต้องข้ารับการสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ และการประเมินระดับกิจกรรมทางกายด้วยแบบสอบถาม Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ)

ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยประกาศประชาสัมพันธ์รับอาสาสมัคร เชิญชวน เข้าร่วมการวิจัยผ่านทางโซเชียลมีเดีย (Social media) คือ Facebook และ Line ของชมรม สมาคม หรือกลุ่มที่มีความเกี่ยวข้องในการให้บริการปรึกษาสุขภาพของหญิงข้ามเพศ ได้แก่ คลินิกแทนเจอรีน (Tangerine clinic) และสมาคมฟ้าสีรุ้งแห่งประเทศไทย (Rainbow Sky Association Of Thailand) โดยผู้ที่สนใจสามารถติดต่อเพื่อเข้าร่วมการวิจัยได้ตามที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยที่ระบุในเอกสารประชาสัมพันธ์ รวมถึงติดต่อเป็นการส่วนตัวและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นหญิงข้ามเพศตัดอัณฑะแล้วที่เข้ารับฮอร์โมนบำบัด รวมถึงหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะเพื่อเข้าร่วมการวิจัย ในกรณีของเพศชายโดยกำเนิด และเพศหญิงโดยกำเนิดทำการประกาศรับสมัครเช่นเดียวกับหญิงข้ามเพศไปยังกลุ่มคนที่สนใจผ่านทางโซเชียลมีเดีย (Social media) คือ Facebook และ Line หรือกลุ่มที่มีความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพ รวมถึงติดต่อเป็นการส่วนตัวเพื่อเข้าร่วมการวิจัย โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะติดต่อผู้เข้าร่วมกลุ่มหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะเป็นกลุ่มแรก และขอความร่วมมือให้ทำแบบสอบถามเพศสภาพไม่ตรงกับ

เพศโดยกำเนิดของตน (ภาคผนวก ค) แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ง) และแบบประเมินกิจกรรมทางกายสากล (Global Physical Activity Questionnaire-GPAQv2) (ภาคผนวก จ) ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ทำการประเมินด้วยตนเอง โดยทำการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม และอธิบายข้อคำถามให้กลุ่มตัวอย่างฟังอย่างกระจ่างแล้วค่อยตอบข้อคำถามจนกระทั่งครบข้อคำถามทุกชุด ซึ่งจะทราบอายุของ และระดับกิจกรรมทางกาย จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการหากลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ กลุ่มเพศชายโดยกำเนิด และกลุ่มเพศหญิงโดยกำเนิด โดยนำมาจับคู่ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

*ผู้สมัครเข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการพิจารณาตามลำดับการสมัครจนครบตามจำนวนของแต่ละกลุ่ม เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างครบตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย และเป็นไปตามวิธีการสุ่มคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยจะทำการประกาศแจ้งปิดรับอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยในทุกช่องทางที่ได้เคยประกาศรับสมัครไว้ และหากมีผู้สนใจเข้าร่วมการวิจัยเกินโควตาและไม่ได้ถูกคัดเลือกเข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยจะทำการขอบคุณด้วยการให้ข้อมูลแนวทางการดูแลสุขภาพ และการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้สนใจเข้าร่วมงานวิจัย

2. ผู้วิจัยดำเนินการขอความยินยอมจากผู้ที่สมัครใจ โดยจะได้รับคำชี้แจง และคำอธิบายจากผู้วิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ รายละเอียดของวิธีปฏิบัติตัวในการทดสอบ วิธีการเก็บข้อมูล ประโยชน์ที่จะได้รับจากตรวจวัดร่างกาย ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะตอบข้อสงสัยจนผู้ที่ได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยเข้าใจ และให้เวลาตัดสินใจโดยอิสระก่อนลงนามให้ความยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย ทั้งนี้เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมตกลงเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะทำการนัดหมายเพื่อเจาะเลือดและทดสอบตัวแปรต่างๆ ในการวิจัยในครั้งถัดไป

3. ผู้วิจัยแจ้งรายละเอียดการเตรียมตัวก่อนเข้ารับเจาะเลือดและทดสอบสมรรถภาพ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการเจาะเลือด

- ควรนอนหลับพักผ่อนอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนวันมาเจาะเลือด
- งดรับประทานอาหาร (ยกเว้นน้ำเปล่า) ก่อนเข้ารับการเจาะเลือดอย่างน้อย 12 ชั่วโมง
- ไม่ออกกำลังกายอย่างหนักก่อนวันเจาะเลือด

- ไม่ดื่มชา กาแฟ แอลกอฮอล์ และสูบบุหรี่ในวันก่อนเจาะเลือดจนกระทั่งเจาะเลือดเสร็จสิ้น

- ดื่มน้ำให้เพียงพอ

3.2 การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดสอบตัวแปรอื่นๆ ในการวิจัย

- ควรนอนหลับพักผ่อนอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนวันมาเจาะเลือด

- ไม่ออกกำลังกายอย่างหนักก่อนวันทดสอบสมรรถภาพทางกาย

- ไม่ดื่มชา กาแฟ แอลกอฮอล์ และสูบบุหรี่ในวันก่อนเจาะเลือดจนกระทั่งเจาะเลือดเสร็จสิ้น

- ดื่มน้ำให้เพียงพอ

- แต่งกายด้วยชุดออกกำลังกายที่สะดวกในการออกกำลังกายและสวมรองเท้าผ้าใบกีฬา

- กรณีมีความผิดปกติทางสายตาให้สวมใส่แว่นตาด้วย

4. กลุ่มตัวอย่างได้รับการนัดหมายทำการเจาะเลือด เพื่อวัดตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย โดยทำการเจาะเลือดจำนวน 1 ครั้ง ในช่วงเช้าเวลาประมาณ 08.00 น. (Shea, Wong & Chen, 2014) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศหญิงโดยกำเนิดจะทำการทดสอบในวันที่ 9 – 11 นับจากวันแรกของการมีประจำเดือน (Mid-follicular phase) (Gordon et al., 2018) โดยแจ้งให้งดรับประทานอาหารล่วงหน้าก่อนการเจาะเลือดเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมาถึงให้นั่งพัก 5-10 นาที แล้วให้กลุ่มตัวอย่างเก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 30 – 50 มิลลิลิตรใส่กระปุกเก็บตัวอย่าง เพื่อทำการตรวจวัดค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Urine specific gravity) ด้วยกระดาษทดสอบความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Urine test strips) เพื่อดูภาวะขาดน้ำก่อนเจาะเลือด โดยค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะจะต้องอยู่ในเกณฑ์ปกติระหว่าง 1.003 – 1.030 จึงทำการเจาะเลือดได้ (หากพบว่า มีค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะต่ำกว่าเกณฑ์หรือมีปริมาณน้ำมากก็จะให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพักเฉยๆ ครึ่งชั่วโมงจึงทำการตรวจวัดใหม่ แต่หากพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะอยู่สูงกว่าเกณฑ์หรืออยู่ภาวะขาดน้ำจะให้กลุ่มตัวอย่างดื่มน้ำเปล่าปริมาณ 250 - 500 มิลลิลิตร และนั่งพักเฉยๆ ครึ่งชั่วโมงแล้วเก็บตัวอย่างปัสสาวะอีกครั้ง เพื่อทำการตรวจวัดค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะใหม่ ทำการตรวจวัดจนกระทั่งอยู่ในเกณฑ์ปกติจึงเจาะเลือดได้)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากนั้นทำการเจาะเลือดโดยพยาบาลวิชาชีพหรือนักเทคนิคการแพทย์โดยเจาะเลือดกลุ่มตัวอย่างประมาณ 10 มิลลิลิตรหรือ 2 ช้อนชา โดยตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือดจะทำการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 ฮอร์โมนเพศ ได้แก่ เอสตราไดออล (Estradiol: E_2), เทสโทสเตอโรน (Testosterone), เซ็กซ์ฮอร์โมนไบน์ดิงโกลบูลิน (sex hormone-binding globulin: SHBG) , ฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน (Follicle stimulating hormone: FSH), ลูทีไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone: LH) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Electrochemiluminescence immunoassay และดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรน (Dehydroepiandrosterone: DHEAs) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Chemiluminescent enzyme immunoassay

4.2 ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete blood count: CBC) ได้แก่ White blood cell count, Red blood cell count, Hemoglobin และ Hematocrit (%) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Flow cytometry method

4.3 ระดับไขมันในเลือด (Lipid profile) ได้แก่ คอเลสเตอรอล (Cholesterol) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Enzymatic assay, เอชดีแอล (High density lipoprotein: HDL) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Accelerator selective detergent assay, แอลดีแอล (Low density lipoprotein: LDL) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Liquid selective detergent assay และไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ทำการทดสอบด้วยวิธี Glycerol phosphate oxidase

4.4 ระดับน้ำตาลในเลือด (Blood sugar) ได้แก่ ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting blood glucose: FBG) และค่าน้ำตาลสะสมในเลือด (Hemoglobin A1C: HbA1c) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Enzymatic assay

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5 การทำงานของตับ (Liver function tests: LFTs) ได้แก่ Aspartate transaminase (AST) และ Alanine transaminase (ALT) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี NADH without P-5'-P assay และ Alkaline phosphatase ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Para-nitrophenyl phosphate assay

4.6 การทำงานของไต (Renal function test) ได้แก่ Blood Urea Nitrogen (BUN) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Enzymatic urease และ Creatinine ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Enzymatic assay

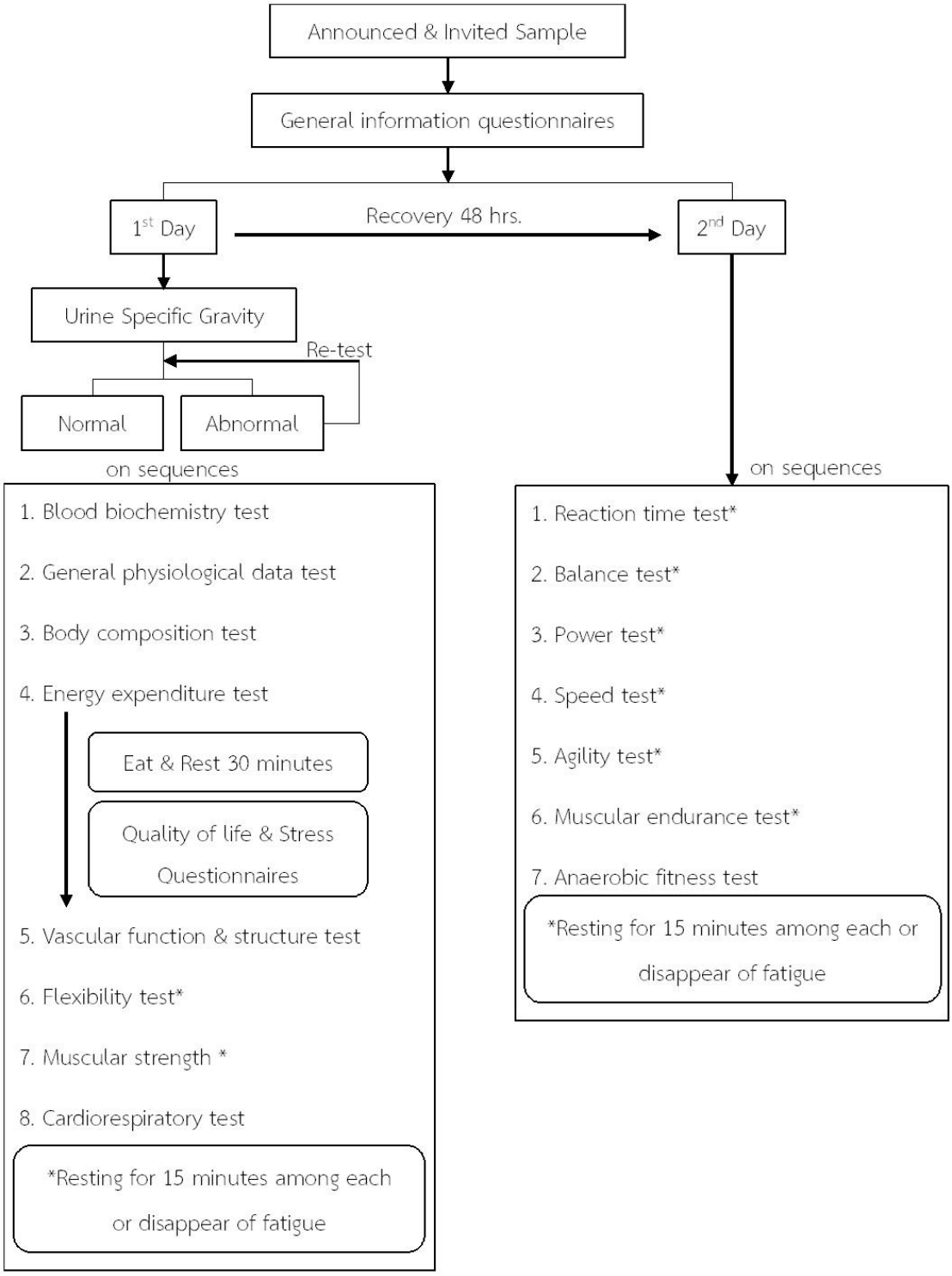
*หมายเหตุ ตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือดข้อ 1 – 6 จะถูกส่งตรวจวิเคราะห์ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ทันทีหลังเจาะเลือด

4.7 ตัวบ่งชี้การทำงานของหลอดเลือด (Vascular function indicator) ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ (Nitricoxide) จะถูกส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการตรวจสารชีวเคมี และทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Enzymatic assay ที่คณะแพทยศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยการจัดเก็บเลือดที่เจาะแล้วบรรจุใส่หลอดเก็บเลือด และจัดเก็บไว้ในถุงสิ่งส่งตรวจ (Specimen bag) แล้วบรรจุลงในกล่องโฟมที่ควบคุมอุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส โดยนำส่งทางรถยนต์ใช้เวลาในการเดินทาง 1-2 ชั่วโมง

5. หลังจากเจาะเลือดแล้ว ผู้วิจัยจะทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนโดยแบ่งออกเป็น 2 วัน ตามรายละเอียดดังรูปที่ 6 โดยในวันแรกจะทำการทดสอบตัวแปรด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน ด้านองค์ประกอบของร่างกาย ด้านการใช้พลังงานขณะพัก หลังจากนั้นจะให้กลุ่มตัวอย่างรับประทานอาหารเช้าและพักรอ 30 นาที (Thazhath et al., 2014) โดยระหว่างรอพักจะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามประเมินแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 15-69 ปี) (Physical activity Readiness Questionnaire; PAR-Q) (ภาคผนวก ฉ) แบบประเมินคุณภาพชีวิตขององคการอนามัยโลกชุดยอ ฉบับภาษาไทย (WHOQOL - BREF – THAI) (ภาคผนวก ช) และแบบวัดความเครียดสวนปรุง (ภาคผนวก ซ) ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ทำการประเมินด้วยตนเอง โดยทำการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามและอธิบายข้อคำถามให้กลุ่มตัวอย่างฟังอย่างกระจ่างแล้วค่อยตอบข้อคำถามจนกระทั่งครบข้อคำถามทุกชุด และทำการตัวแปรด้านทดสอบโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด ด้านความอ่อนตัว ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจตามลำดับ หลังจากนั้นจะให้กลุ่มตัวอย่างพักเพื่อหายจากความล้าเป็นเวลา 2 วัน และนัดทำการทดสอบตัวแปรที่เหลืออื่นๆ

6. ในการทดสอบวันที่ 2 ผู้วิจัยจะทำการวัดตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา ด้านการทรงตัว ด้านพลังของกล้ามเนื้อ ด้านความเร็ว ด้านความคล่องแคล่วว่องไว ด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ และด้านสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก ตามลำดับ โดยระหว่างการทดสอบแต่ละตัวแปรผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างพักประมาณ 15 นาที หรือจนกว่าจะรู้สึกหายเหนื่อยจึงทำการทดสอบในลำดับถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 6 ขั้นตอนการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยในวันทดสอบผู้วิจัยจะทำหน้าที่เป็นผู้เก็บข้อมูลหลัก และมีผู้ช่วยวิจัยที่เป็นนิสิตระดับปริญญาโท หรือนิสิตปริญญาเอก คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 1 คน

เพื่อช่วยจดบันทึกและติดตั้งอุปกรณ์ ซึ่งได้รับการฝึกฝนในการทดสอบตัวแปรด้านต่างๆ ดังกล่าวมาเป็นอย่างดีและมีมาตรฐาน โดยทำการเก็บข้อมูลตามวิธีการดังนี้

6.1 ตัวแปรด้านสรีรวิทยาทั่วไป (General physiological data) ได้แก่ อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (Resting Heart rate; RHR) มีหน่วยเป็น ครั้งต่อนาที และความดันโลหิต (Blood pressure: BP) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท โดยทำการทดสอบด้วย เครื่องวิเคราะห์ความดันโลหิตแบบดิจิตอลขณะพัก ยี่ห้อ จีอี ไดนาแมบ รุ่น แคร์สเคบ วี 100 (GE Dinamap, CARESCAPE V100) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างจะต้องนั่งพัก 5 นาที จึงเริ่มการทดสอบ เพื่อให้ร่างกายอยู่ในขณะพัก หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักร่างกาย (Body weight) มีหน่วยเป็น กิโลกรัมและวัดความสูง (Height) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร ด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย ยี่ห้อจาวอน รุ่นไอโอไอ 353 (Jawon medical, ioi 353, Korea) ก่อนเริ่มทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างจะต้องนำอุปกรณ์โลหะ ของใช้ส่วนตัว เช่น โทรศัพท์มือถือ กระเป๋าเงิน แหวน นาฬิกา เป็นต้น ออกจากตัวก่อนเสมอ โดยใช้เวลาทำการทดสอบตัวแปรนี้ประมาณคนละ 10 นาที

6.2 ตัวแปรด้านการใช้พลังงาน (Energy expenditure) ได้แก่

6.2.1การใช้พลังงานขณะพัก (Resting metabolic rate) วัดโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Breath by breath cardiopulmonary gas exchange system) โดยวิธีการคำนวณพลังงานทางอ้อมจากการหายใจ (Indirect calorimetry on spontaneous-breathing and ventilator-dependent) มีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี่ซึ่งจะคำนวณจากอัตราการใช้ออกซิเจน [oxygen consumption (VO_2)] อัตราการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide production: VCO_2) และอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊ส [respiratory exchange ratio (RER= VCO_2/ VO_2)] ขณะทำการวัดให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนอนพักเป็นเวลา 30 นาที ห้ามเคลื่อนไหวร่างกาย แต่ห้ามนอนหลับ พร้อมทั้งใส่หน้ากากคาโนปี (Canopy) เพื่อทำการวิเคราะห์แก๊ส (Gas analysis) จะได้ค่าตัวแปรการใช้พลังงานขณะพัก (Resting metabolic rate) (Crisp et al., 2012; Frayn, 1983)

6.2.2 การเผาผลาญไขมัน (Fat oxidation) มีหน่วยเป็น กรัม คำนวณปริมาณการเผาผลาญไขมันจากสูตร (Purge et al., 2014; Frayn, 1983)

Fat (gram) = $1.67 \times VO_2 - 1.67 \times VCO_2$

เมื่อ VO_2 คือ อัตราการใช้ออกซิเจน

VCO_2 คือ อัตราการใช้คาร์บอนไดออกไซด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2.3 การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate oxidation) มีหน่วยเป็น กรัม คำนวณปริมาณการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตจากสูตร (Purge et al., 2014; Frayn, 1983)

Carbohydrate (gram) = $4.55xVCO_2-3.21xVO_2$

เมื่อ VO_2 คือ อัตราการใช้ออกซิเจน

VCO_2 คือ อัตราการใช้คาร์บอนไดออกไซด์

6.3 ตัวแปรด้านสมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) ได้แก่

6.3.1 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related fitness) มีดังนี้

- ตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent fat) มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ มวลไขมัน (Body fat mass) มีหน่วยเป็น กิโลกรัม มวลร่างกายปราศจากไขมัน (Lean mass) มีหน่วยเป็น กิโลกรัม และความหนาแน่นของมวลกระดูก (Bone mineral content) มีหน่วยเป็น กิโลกรัม โดยเครื่องวัดความหนาแน่นของกระดูก (Dual Energy X-ray Absorptiometry: DXA) ยี่ห้อจีอีเฮลท์แคร์ รุ่นโพรดิจี-โปร (GE healthcare, Prodigy-Pro , USA) โดยจัดท่าทางการทดสอบให้อยู่ในท่านอนหงาย ลำตัวราบไปกับเบาะ บริเวณเส้นกึ่งกลางของเครื่อง ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 10 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก ด (Shepherd, Sommer & Heymsfield, 2017)

- ตัวแปรสมรรถภาพระบบหัวใจและหายใจ (Cardiorespiratory fitness) ได้แก่ ความสามารถสูงสุดการใช้ออกซิเจนของร่างกาย (VO_2max) มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ทำการทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system) ยี่ห้อวีแมกซ์ รุ่นเอ็นคอร์ 29 ซิสเต็ม (VMAX, Encore 29 system, USA) ด้วยการเดิน-วิ่งบนลู่กล (Treadmills) ยี่ห้อ แทรคมาสเตอร์ รุ่นทีเอ็มเอ็กซ์ 425 ซีพี (Trackmaster TMX 425 CP, USA) ด้วยวิธีการของ บรูซโปรโตคอล (Bruce Protocol) โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกายที่ความหนักเบาถึงปานกลางเป็นเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5 นาที ก่อนการทดสอบ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบให้คลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อเช่นเดียวกับก่อนการทดสอบ ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 40 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก ต (Strom et al.,2018)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ได้แก่ แรงเชิงมุมสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps peak torque) และกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings peak torque) มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร ทำการทดสอบด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Isokinetic machine) ยี่ห้อไบโอเด็กซ์ รุ่นไบโอเด็กซ์ มัลติ-จอยท์ซิสเต็ม-โปร (Biodex Multi-Joint System-Pro, Biodex, USA) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนั่งในท่าที่สบายและจำกัดการเคลื่อนไหวส่วนอื่นให้ขยับได้เพียงข้อต่อเข่าข้างที่จะทำการทดสอบ (ขาข้างที่ถนัด) ก่อนเริ่มทำการทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นกล้ามเนื้อด้วยการ ทำท่าเหยียดเข่า (Knee extension) และท่างอเข่า (Knee flexion) ด้วยโหมด concentric/concentric จำนวน 5 ครั้ง ด้วยความสามารถเกือบสูงสุด (Sub-maximum) ที่ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที จากนั้นพัก 1 นาที และเริ่มทำการทดสอบด้วยท่างอเข่าและเหยียดเข่า ด้วยความมารถสูงสุด (Maximum) ที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที และทำการออกแรงสูงสุดต่อเนื่อง 5 ครั้ง ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 15 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก ถ (Pincivero, Lephart & Karunakara, 1996)

- ตัวแปรความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยแรงเชิงมุมสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps peak torque) และกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings peak torque) มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร ทำการทดสอบด้วยเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Isokinetic machine) ยี่ห้อไบโอเด็กซ์ รุ่นไบโอเด็กซ์ มัลติ-จอยท์ซิสเต็ม-โปร (Biodex Multi-Joint System-Pro, Biodex, USA) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนั่งในท่าที่สบายและจำกัดการเคลื่อนไหวส่วนอื่นให้ขยับได้เพียงข้อต่อเข่าข้างที่จะทำการทดสอบ (ขาข้างที่ถนัด) ก่อนเริ่มทำการทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นกล้ามเนื้อด้วยการ ทำท่าเหยียดเข่า (Knee extension) และท่างอเข่า (Knee flexion) ด้วยโหมด concentric/concentric จำนวน 5 ครั้ง ด้วยความสามารถเกือบสูงสุด (Sub-maximum) ที่ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที จากนั้นพัก 1 นาที และเริ่มทำการทดสอบด้วยท่างอเข่าและเหยียดเข่า ด้วยความสามารถสูงสุด (Maximum) ที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที และทำการออกแรงสูงสุดต่อเนื่อง 30 ครั้ง ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 20 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก ท (Pincivero, Lephart & Karunakara, 1996)

- ตัวแปรความอ่อนตัว (Flexibility) ได้แก่ ระยะสูงสุดในท่างอตัว (Distance of sit and reach) มีหน่วยเป็น เซนติเมตร ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้งค่าบวก ค่าลบ และศูนย์ ทำการทดสอบด้วยกล่องวัดความอ่อนตัว (Sit and reach box) ยี่ห้อแกรนด์สปอร์ต (Grandsport, Thailand) ด้วยท่านั่งงอตัว (Sit and reach) โดยให้ผู้ทดสอบนั่งบนพื้นและเหยียดเข่าตึง เท้าทั้งสองข้างห่างกันประมาณช่วงไหล่ ก้มตัวไปข้างหน้าพร้อมกับเหยียดมือทั้งสองไปให้ไกลที่สุด ทำการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทดสอบ 2 ครั้ง บันทึกผลครั้งที่ดีที่สุด ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 5 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก น (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562)

6.3.2 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related fitness) มีดังนี้

- ตัวแปรความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ได้แก่ ระยะเวลาในการทดสอบทีเทส (Time of agility t test) มีหน่วยเป็น วินาที ทำการทดสอบด้วยวิธีทีเทส (T test) โดยตั้งสถานีทดสอบวางกรวยเป็นรูปตัวอักษร T โดยให้ผู้ทดสอบยืนพร้อมที่กรวยตำแหน่งเริ่มต้น เมื่อได้ยินสัญญาณให้วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดไปแตะกรวยที่จุด 1 หลังจากนั้นวิ่งสไลด์ข้างไปแตะกรวยที่ตำแหน่ง 2 ต่อจากนั้นให้วิ่งสไลด์ข้างไปแตะกรวยที่ตำแหน่ง 3 และวิ่งสไลด์ข้างกลับมาแตะกรวยที่ตำแหน่ง 1 อีกครั้งหนึ่ง สุดท้ายวิ่งถอยหลังกลับมาแตกกรวยที่ตำแหน่งเริ่มต้น ถือเป็นการสิ้นสุดการทดสอบ ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 5 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก บ (Raya et al., 2013)

- ตัวแปรการทรงตัว (Balance) ได้แก่ ค่าดัชนีการเคลื่อนจุดศูนย์กลางมวลออกจากฐานรองรับ (Sway index) มีหน่วยเป็น ดัชนีคะแนน ทำการทดสอบด้วยเครื่องวัดการทรงตัว (Postural sway detected machine) ยี่ห้อ Biodex รุ่น BioSway™ (Biodex, BioSway, USA) โดยทำการทดสอบด้วยวิธี Balance Error Scoring System (BESS) ให้กลุ่มตัวอย่างยืนทดสอบจำนวน 3 ท่า ได้แก่ ท่าเท้าสองข้างชิดติดกัน (Double leg position) ท่ายืนด้วยเท้าข้างเดียว (Single leg position) และท่ายืนต่อเท้า (Tandem leg position) โดยยืนบนพื้นแข็ง (Firm surface) และพื้นโฟม (Foam surface) โดยให้ยืนให้มั่นคงที่สุดให้ตำแหน่งเซนเซอร์อยู่กลางจอแสดงผล ใช้เวลาในการทดสอบท่าละ 20 วินาที ทั้งนี้ระหว่างการทดสอบแต่ละท่าจะต้องหลับตาขณะทำการทดสอบ ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 5 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก ป (Dewan et al., 2019)

- ตัวแปรเวลาปฏิกิริยา (Reaction time) ได้แก่ ระยะเวลาตอบสนองต่อสัญญาณไฟ มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที ทำการทดสอบด้วยเครื่อง FITLIGHT Trainer™ โดยให้ผู้ทดสอบใช้มือข้างถนัดตอบสนองสัญญาณไฟ จำนวน 60 ครั้ง ด้วยการใช้มือปัดผ่านด้านบนของสัญญาณไฟ ทำการทดสอบ 2 รอบ ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 10 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก ผ (Reigal et al., 2019)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ตัวแปรพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) ได้แก่ พลังของกล้ามเนื้อขาหรือรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ทำการทดสอบด้วยแท่นวัดแรง (Force platform) รุ่น FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System (FT 700 Power Cage, Fitness Technology, Australia) มีหน่วย คือ วัตต์ (Watt) โดยให้ผู้ทดสอบทำการกระโดดท่า Counter movement jump จำนวน 1 ครั้งต่อรอบ จำนวน 3 รอบ โดยมีระยะเวลาพักแต่ละรอบ 60 วินาที โดยใช้เวลาทำการทดสอบประมาณ 10 นาที รายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก ฝ (Hammami et al., 2018)

- ตัวแปรความเร็ว (Speed) ได้แก่ ระยะเวลาในการวิ่ง มีหน่วยเป็น วินาที ทำการทดสอบด้วยการวิ่งด้วยระยะทาง 40 เมตร โดยให้ผู้ทดสอบวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด และจับเวลาขณะทำการทดสอบ ในการทดสอบประมาณคนละ 5 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก พ (Healy et al., 2018)

- ตัวแปรสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก (Anaerobic fitness) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยพลัง (Average power) มีหน่วยเป็น วัตต์ ทำการทดสอบด้วยการปั่นจักรยานวัดงานด้วยวิธี Wingate test ทำการทดสอบด้วยจักรยานวัดงาน (Ergocycle) ยี่ห้อโมนาร์ค รุ่น 894อี (Monark, 894e, Sweden) โดยขณะทดสอบต้องปั่นความเร็วสูงสุด ระยะเวลา 30 วินาที ใช้เวลาในการทดสอบประมาณคนละ 5 นาที โดยรายละเอียดวิธีการทดสอบเป็นดัง ภาคผนวก ฟ (Hirschberg et al., 2019)

6.4 ตัวแปรด้านหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 60 นาที ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.4.1 โครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระดับมหภาค

- การวัดความหนาของผนังหลอดเลือด (Carotid intima-media thickness: clMT) ได้แก่ ความหนาของผนังหลอดเลือดแดง มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร ทำการทดสอบบริเวณหลอดเลือดแดงของลำคอด้านข้าง (Common carotid artery) โดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์ ยี่ห้อฟิลิป รุ่นอีพีไอคิว 5 จี (Philip, EPIQ 5G, USA) ในการวัดขนาดของความหนาที่ผนังหลอดเลือดแดงที่คอชั้นใน ทั้งด้านใกล้และไกล (Near wall and far wall) (Meyer, Kundt, Lenschow, Schuff-Werner, & Kienast, 2006) เพื่อใช้ประเมินความเสื่อมสภาพของหลอดเลือดแดง และบอกถึงความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจ ปัจจุบันเริ่มนำมาใช้ในการตรวจโรคหัวใจในระยะแรก

- การประเมินการตอบสนองของหลอดเลือด (Vascular reactivity) เป็นการทดสอบการขยายตัวของหลอดเลือดเมื่อถูกปิดกั้นการไหลเวียนโดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์ ยี่ห้อฟิลิป รุ่นอีพีไอคิว 5 จี (Philip, EPIQ 5G, USA) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ไม่ต้องนำอุปกรณ์ใส่เข้าไปในร่างกาย (Noninvasive technique) โดยจะทำการทดสอบบริเวณหลอดเลือดแดงที่แขน (Brachial artery) โดยมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อกระบวนการตอบสนองของหลอดเลือดในผู้ที่ถูกวัด เช่น อุณหภูมิ อาหาร ยา การกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติก และการมีประจำเดือน ดังนั้นผู้ที่ถูกวัดควรอดอาหารก่อนอย่างน้อย 8-12 ชั่วโมง ก่อนการศึกษา ควรทำในห้องที่เงียบและมีการควบคุมอุณหภูมิ และให้ผู้ถูกวัดอยู่ในท่านอน ในการทดสอบใช้แถบผ้าพันของเครื่องวัดความดันโลหิตรัดบริเวณแขนท่อนล่างเพื่อป้องกันการปวดแขนขณะบีบแรงดัน ทำให้อัลตราซาวน์หลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งหลอดเลือดแดงที่ต้นแขนด้านใน (Brachial Artery) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดขณะพัก (Baseline) เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นบีบแรงดันในเครื่องวัดความดันโลหิตเท่ากับความดันซิสโตลิกเพิ่มอีก 50 มิลลิเมตรปรอท ค้างไว้ 5 นาที (Corretti et al., 2002) หลังจากปล่อยการปิดกั้นออกจะทำให้การเพิ่มการไหลของเลือดแดงที่แขนเหนี่ยวนำให้เกิดการไหลของเลือดที่มากขึ้น (Reactive hyperemia) เป็นผลให้เพิ่มการเกิดแรงเค้นเฉือน (Shear stress) ส่งผลให้หลอดเลือดขยายตัว สามารถคำนวณค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงการขยายตัวของหลอดเลือดหลังถูกปิดกั้นการไหลเวียน (Flow mediated dilation) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\%FMD=((D2-D1)/D1)\times100$$

เมื่อ D1 คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดก่อนการปิดกั้นการไหลของเลือด

D2 คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดภายหลังถูกปิดกั้นการไหลของเลือดในนาทีแรก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การวัดอัตราเร็วของเคลื่อนความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า (Brachial-ankle pulse wave velocity; baPWV) ใช้ในการประเมินภาวการณ์แข็งของหลอดเลือดแดง (Arterial stiffness) ซึ่งเป็นการวัดความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการสูบฉีดเลือด (Transit time หรือ Brachial-ankle time delay) ที่หลอดเลือดบริเวณต้นแขน (Brachial artery) และหลอดเลือดบริเวณข้อเท้า (Posterior tibial artery) เพื่อตรวจวัดความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดง โดยใช้เครื่องวัดความแข็งของหลอดเลือด (Non-invassive vascular screening device) และคำนวณอัตราเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้าจากสูตรดังต่อไปนี้ (Sugawara et al., 2005)

baPWV(cm/sec)=L/Ta-Tb

เมื่อ L คือระยะทางระหว่างหลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งข้อพับแขน (Brachial artery) กับหลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งข้อเท้าใต้ตาตุ่ม (Posterior tibial artery) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

Ta คือ ค่าเฉลี่ยเวลาระหว่างคลื่นสัญญาณชีพจรของหลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งข้อพับแขน (Brachial artery) หน่วยเป็น วินาที

Tb คือ ค่าเฉลี่ยเวลาระหว่างคลื่อนสัญญาณชีพจรของหลอดเลือดแดงตรงตำแหน่งข้อเท้าใต้ตาตุ่ม (Posterior tibial artery) หน่วยเป็น วินาที

6.4.2 การทำงานของหลอดเลือดระดับจุลภาค (Microvascular function) ใช้การประเมินการไหลของเลือดที่บริเวณผิวหนัง โดยใช้เครื่องเลเซอร์ดอปเลอร์ (Laser Doppler flowmeter) (Iredahl, 2015) ทำการทดสอบโดยการตรวจวัดที่บริเวณนิ้วมือโดยการวัดผลของการไหลของหลอดเลือดชั้นผิวหนังขณะพัก การไหลของเลือดสูงสุดหลังการปิดกั้นการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง เวลาของอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด และการไหลของเลือดเมื่อถูกปิดกั้นการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบการไหลเวียนของเลือดชั้นผิวหนังด้วยวิธีโพสอกคลูซีฟ รีแอคทีฟ ไฮเปอร์รีเมีย (Post occlusive reactive hyperemia; PORH) (Tee et al., 2004) คำนวณได้จากสูตร

$$\% \text{ PORH} = \frac{\text{PORH}_{peak} - \text{Mean baseline perfusion flux}}{\text{Mean baseline perfusion flux}} \times 100$$

7. เก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบทั้งหมด และไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

มาตรการความปลอดภัยในการเก็บข้อมูลวิจัย

1. ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และกลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะเข้าปฏิบัติการทดสอบสมรรถภาพต้องได้รับการการคัดกรองอาการเจ็บป่วยเบื้องต้น โดยมีการตรวจวัดอุณหภูมิร่างกายด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิทางผิวหนัง หากมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 37.5 องศาเซลเซียส หรือมีอาการที่ไม่ปกติ เช่น ไอ จาม มีน้ำมูก มีเสมหะ เจ็บคอ ปวดเมื่อยตามตัวโดยไม่ทราบสาเหตุ หรือหายใจลำบาก และแนะนำให้บุคคลนั้นกลับบ้านเพื่อสังเกตอาการหรือพบแพทย์ และทำการงดการเก็บข้อมูลในวันนั้น และทำการนัดหมายใหม่เมื่อไม่มีอาการดังกล่าวแล้ว

2. ผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยจะต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ หน้ากากอนามัย แผ่นบังหน้า ถุงมือยาง เสมอตลอดระยะเวลาทำการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ ในส่วนกลุ่มตัวอย่างหากเป็นการทดสอบสมรรถภาพที่ไม่ได้มีการใส่อุปกรณ์บริเวณใบหน้าให้สวมหน้ากากอนามัยอยู่เสมอ

3. ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และกลุ่มตัวอย่างจะต้องล้างมือทำความสะอาดด้วยสบู่ หรือเจลแอลกอฮอล์สำหรับล้างมือก่อนและหลังสิ้นสุดในการทดสอบแต่ละสถานี

4. อุปกรณ์ทดสอบสมรรถภาพที่มีการใช้ซ้ำ เช่น หน้ากากวิเคราะห์แก๊ส หน้ากากคาโนปิปากคีบ เป็นต้น จะต้องทำการทำความสะอาดหลังจากใช้แล้วทันที โดยทำการเช็ดหรือแช่ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อสำหรับอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการที่ไม่เป็นอันตรายและเช็ดให้แห้ง ก่อนนำกลับมาใช้อีกครั้ง

5. ทำความสะอาดพื้นห้อง เครื่องใช้ เฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ของปฏิบัติการทดสอบสมรรถภาพก่อนและหลังสิ้นสุดการทดสอบในแต่ละวันทุกครั้ง

6. หลีกเลี่ยงการเปิดเครื่องปรับอากาศ เปลี่ยนเป็นการเปิดหน้าต่างและพัดลม ในสถานีทดสอบที่สามารถทำได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวิเคราะห์ความดันโลหิตแบบดิจิตอลขณะพัก ยี่ห้อ จีอี ไดนาแมบ รุ่น แคร์สเคบ วี 100 (GE Dinamap, CARESCAPE V100)

2. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย ยี่ห้อจาวอน รุ่นไอโอไอ 353 (Jawon medical, ioi 353, Korea)

Chulalongkorn University

3. เครื่องวัดความหนาแน่นของกระดูก ยี่ห้อจีอีเฮลท์แคร์ รุ่นโพรดิจี-โปร (GE healthcare, Prodigy-Pro, USA)

4. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจและนาฬิกา ยี่ห้อโพลาร์ รุ่นเอฟที7 (Polar, FT7, Finland)

5. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system) ยี่ห้อวีแมกซ์ รุ่นเอ็นคอร์ 29 ซิสเต(VMAX, Encore 29 system, USA)

6. ลู่กล (Treadmills) ยี่ห้อ แทรคมาสเตอร์ รุ่นทีเอ็มเอ็กซ์ 425 ซีพี (Trackmaster TMX 425 CP, USA)

7. จักรยานวัดงาน (Ergocycle) ยี่ห้อโมนาร์ค รุ่น 894อี (Monark, 894e, Sweden)

6. เครื่องอัลตราซาวด์ ยี่ห้อฟิลิป รุ่นอีพีไอคิว 5 จี (Philip, EPIQ 5G, USA)

7. เครื่องวัดความแข็งตัวของหลอดเลือดส่วนปลาย (Brachial-ankle pulse wave velocity; VP-1000 plus, omrom Healthcare, Kyoto, Japan)

8. เครื่องวัดการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ยี่ห้อเพอร์ริเมด รุ่นเพอร์ริฟลัค วิสเต็ม 5000 (Laser Doppler flowmeter, PeriFlux system 5000, Perimed, Sweden)

9. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ยี่ห้อไบโอเด็กซ์ รุ่นไบโอเด็กซ์ มัลติ-จอยท์ ซิสเต็ม-โปร (Biodex Multi-Joint System-Pro, Biodex, USA)

11. กล่องวัดความอ่อนตัว (Sit and reach box) ยี่ห้อแกรนด์สปอร์ต (Grandsport, Thailand)

12. เครื่องวัดการทรงตัว (Postural sway detected machine) ยี่ห้อ Biodex รุ่น BioSway™ (Biodex, BioSway, USA)

13. เครื่องวัดการตอบสนองต่อแสงด้วยความสัมพันธ์ของมือและตา ยี่ห้อฟิตไลท์ (FITLIGHT Sports Corp., Ontario, Canada)

14. แท่นวัดแรง (Force platform) ยี่ห้อ ฟิตเนสเทคโนโลยี รุ่น FT 700 Power Cage และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System (FT 700 Power Cage, Fitness Technology, Australia)

15. เครื่องตรวจจับเวลาและระยะทาง (Timing Systems) ยี่ห้อ Swift Performance รุ่น Speedlight

16. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Q&Q รุ่น MF01-J001L (Citizen, Q&Q, MF01-J001L, Japan)

17. กรวยพลาสติก (Plastic cone) ยี่ห้อแกรนด์สปอร์ต (Grandsport, Thailand)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากการทดลองของผู้เข้าร่วมการทดลองที่ทำการทดลอง โดยนำเสนอข้อมูลเป็นภาพรวม ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติจากโปรแกรม IBM SPSS Statistics 23

1. วิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลแบบปกติ ด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk Test และความแปรปรวนด้วยการทดสอบ Levene Test

1.1 หากข้อมูลแจกแจงแบบปกติจะทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่อเป็นตัวแทนของตัวแปรที่ศึกษา

1.2 หากข้อมูลไม่แจกแจงแบบปกติจะทำการวิเคราะห์ค่ามัธยฐาน (Median) และพิสัยควอร์ไทล์ (Interquartile range) เพื่อเป็นตัวแทนของตัวแปรที่ศึกษา

2. วิเคราะห์ความแตกต่างด้านกระบวนการข้ามเพศ ระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ ด้วยสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent T test)

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรที่ศึกษาระหว่างกลุ่มเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ ด้วยสถิติ ดังนี้

3.1 ข้อมูลแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม วิเคราะห์ความแตกต่าง ด้วยการทดสอบความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance measures: ANOVA) หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบรายคู่ (Post hoc) ด้วยวิธีของแอลเอสดี (LSD) ของตัวแปรที่ศึกษา

3.2 ข้อมูลแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม วิเคราะห์ความแตกต่าง ด้วยการทดสอบความแปรปรวนแบบเวลช์ (Welch’s one-way analysis of variance measures: Welch's ANOVA) หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบรายคู่ (Post hoc) ด้วยวิธีของเกมส์โฮเวล (Games Howell) ของตัวแปรที่ศึกษา

3.3 ข้อมูลไม่แจกแจงแบบปกติ วิเคราะห์ความแตกต่าง ด้วยการทดสอบความแปรปรวนของ Kruskal Wallis (Kruskal-Wallis Test) หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบรายคู่ (Post hoc) ด้วยวิธีของดันน์ (Dunn test) ของตัวแปรที่ศึกษา

วิธีการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้เข้าร่วมการวิจัยแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนโดยละเอียดของการดำเนินการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการเข้าร่วมงานวิจัย และแจ้งให้ทราบว่าการตอบรับหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยจะไม่ส่งใดๆต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้อมูลทุกอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัยถือเป็นความลับและนำไปใช้เพื่อการวิจัยในครั้งนี้เท่านั้น โดยนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม ทั้งนี้ระหว่างการดำเนินการวิจัยผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถถอนตัวหรือปฏิเสธการร่วมการวิจัยต่อได้ทุกเมื่อ เมื่อต้องการโดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อผู้เข้าร่วมการวิจัยและครอบครัว หากระหว่างการดำเนินการทดลองพบว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการบาดเจ็บต่อร่างกายอันเป็นผลมาจากการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหยุดและนั่งพัก เพื่อตรวจสอบอาการบาดเจ็บและปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากการบาดเจ็บนั้นมีความรุนแรงกว่าจะสามารถรักษาด้วยการปฐมพยาบาลเบื้องต้นได้ ผู้วิจัยจะนำผู้เข้าร่วมวิจัยไปพบแพทย์เพื่อทำการรักษาจนหายดีและดำเนินการจ่ายค่ารักษาพยาบาลให้ทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบสาเหตุ (Causal-Comparative Research)ด้วยรูปแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-section study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา อิทธิพลของฮอร์โมนบำบัดระยะยาวที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในหญิงข้ามเพศ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ แล้วจึงนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลด้านกระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และสรีรวิทยาพื้นฐานของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตอนที่ 3 ข้อมูลด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตอนที่ 4 ข้อมูลด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตอนที่ 5 ข้อมูลด้านสารชีวเคมีในเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ข้อมูลด้านกระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และสรีรวิทยาพื้นฐานของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านกระบวนการข้ามเพศระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

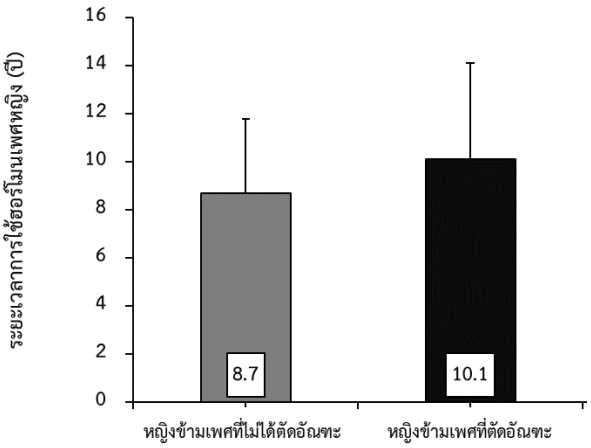
ตัวแปรด้านกระบวนการข้ามเพศ	หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย t	*p*-value
Estradiol: Estradiol valerate /17β-estradiol hemihydrate				
จำนวนผู้ใช้ฮอร์โมนบำบัด (คน)	15	15		
ระยะเวลาการใช้ฮอร์โมนบำบัด (ปี)	8.7 ± 3.1	10.1 ± 4.0	-1.027	0.31
Anti-androgen: Cyproterone acetate				
จำนวนผู้ใช้ฮอร์โมนบำบัด (คน)	15	0		
ระยะเวลาการใช้ฮอร์โมนบำบัด (ปี)	8.5 ± 2.7	0		
Orchiectomy				
จำนวนผู้ศัลยกรรมตัดอัณฑะ (คน)	0	15		
ระยะเวลาการตัดอัณฑะ (ปี)	0	4.9 ± 3.8		
Vaginoplasty				
จำนวนผู้ศัลยกรรมอวัยวะเพศหญิง (คน)	0	14		
ระยะเวลาการศัลยกรรมอวัยวะเพศหญิง (ปี)	0	4.0 ± 3.0		
Breast augmentation				
จำนวนผู้ศัลยกรรมเต้านม (คน)	10	12		
ระยะเวลาการศัลยกรรมเต้านม (ปี)	4.8 ± 2.3	7.5 ± 2.3‡	-2.706	0.01
Facial feminization				
จำนวนผู้ศัลยกรรมใบหน้า (คน)	9	13		
ระยะเวลาการศัลยกรรมใบหน้า (ปี)	7.2 ± 2.2	9.9 ± 2.8‡	-2.327	0.03

‡ $p < 0.05$ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

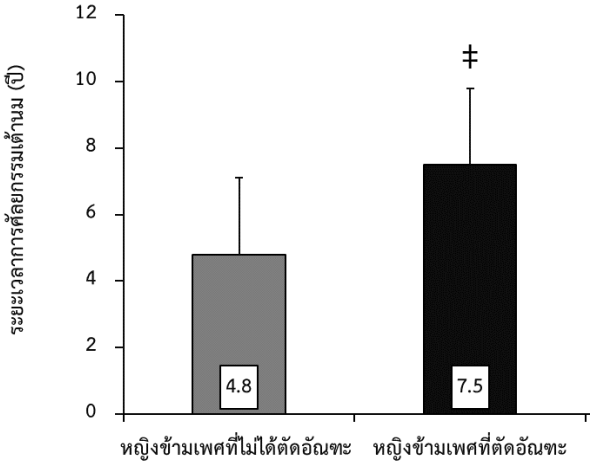
จากตารางที่ 8 และรูปที่ 7 – 9 แสดงข้อมูลด้านกระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า ระยะเวลาการศัลยกรรมเต้านม และระยะเวลาการศัลยกรรมใบหน้าของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ ระยะเวลาการใช้ฮอร์โมนเพศหญิง ระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



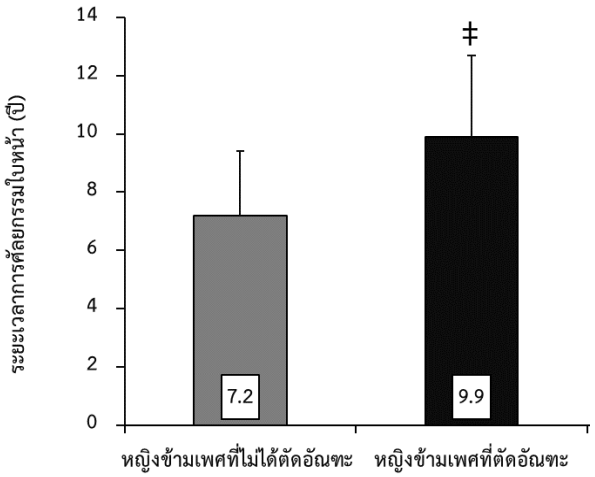
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการใช้ฮอร์โมนเพศหญิงระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการศัลยกรรมเต้านมระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

‡ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการศัลยกรรมใบหน้าระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

‡ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านสรีรวิทยาพื้นฐานระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

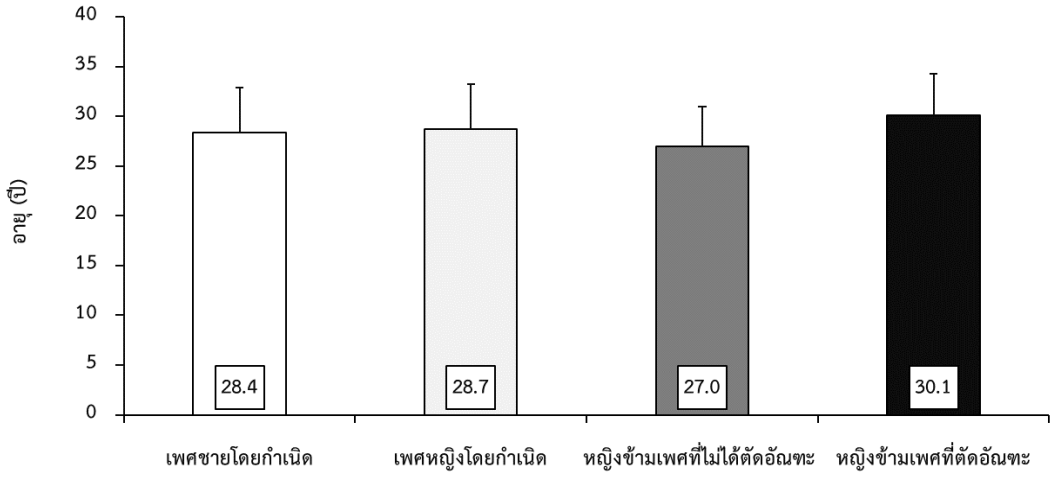
ตัวแปร ด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน	เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)	เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว		
					F test	Welch test	*p*-value
อายุ (ปี)	28.4 ± 4.5	28.7 ± 4.5	27.0 ±4.0	30.1 ±4.1	1.344		0.27
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	173 ± 5	160 ± 4*	168 ± 4*†	168 ± 2*†	30.413		0.00
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	67.6 ± 7.2	53.9 ± 4.8*	57.5 ± 5.2*	58.9 ± 4.2*	16.959		0.00
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	22.5 ± 1.6	21.0 ± 1.9	21.0 ± 2.0	20.8 ± 1.2	2.431		0.08
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	62 ± 8	67 ± 6	67 ± 3	66 ± 7		1.982	0.14
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	117 ± 9	101 ± 6*	109 ± 6*†	108 ± 6*†		10.448	0.00
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	65 ± 6	61 ± 4	65 ± 6	66 ± 3	2.068		0.12
ระดับความเครียด (คะแนน)	45.3 ± 9.4	35.7 ± 8.8	43.2 ± 9.9	43.3 ± 11.9	2.366		0.08
ระดับคุณภาพชีวิต (คะแนน)	91.1 ± 10.2	99.9 ± 14.1	94.5 ± 10.3	95.1 ± 11.3	1.460		0.24

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด, † $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด

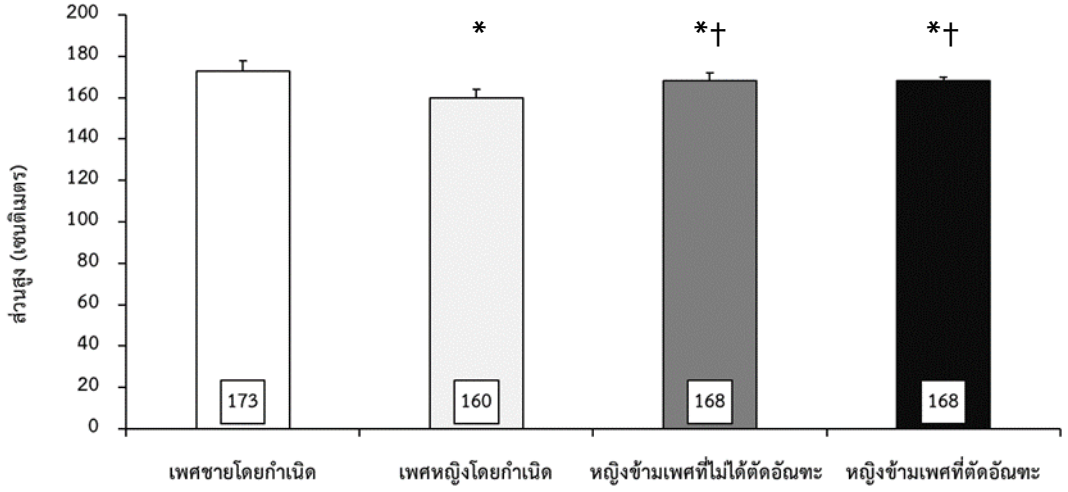
จากตารางที่ 9 และรูปที่ 10 – 18 แสดงข้อมูลด้านสรีรวิทยาพื้นฐานของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า ส่วนสูง น้ำหนัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ส่วนสูง และความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ อายุ ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ระดับความเครียด และระดับคุณภาพชีวิต ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



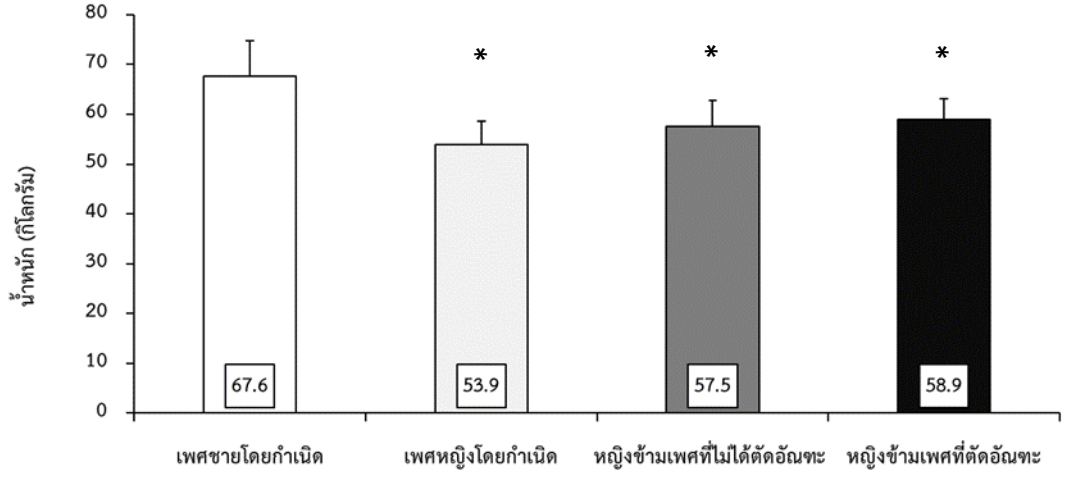
รูปที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอายุระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของส่วนสูงระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

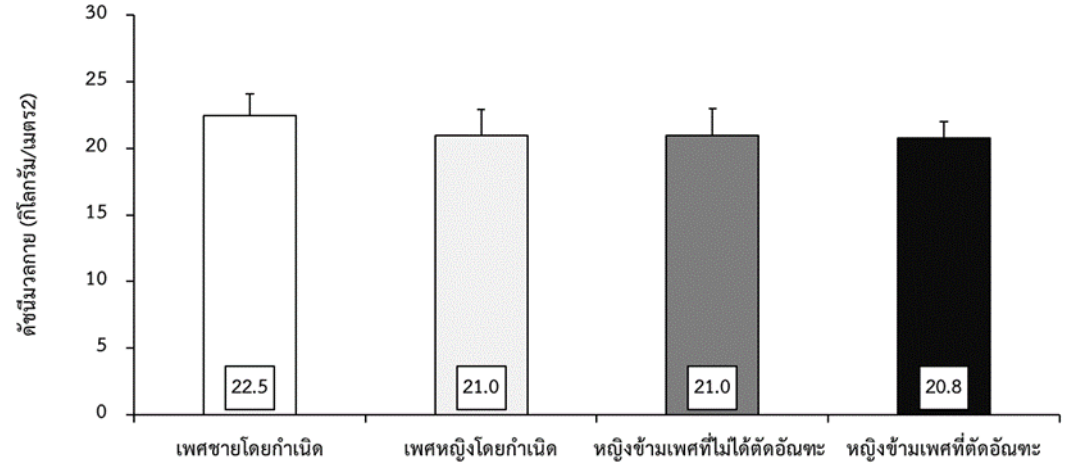
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

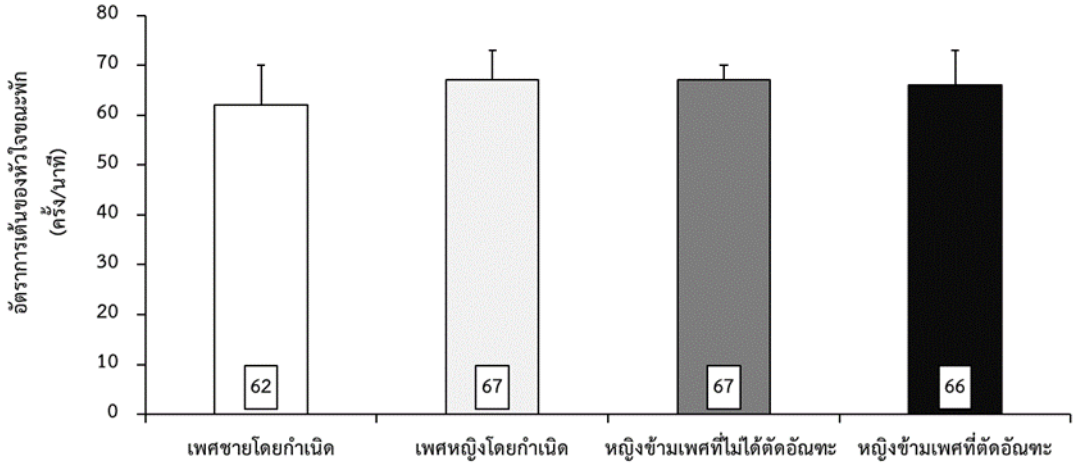


รูปที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

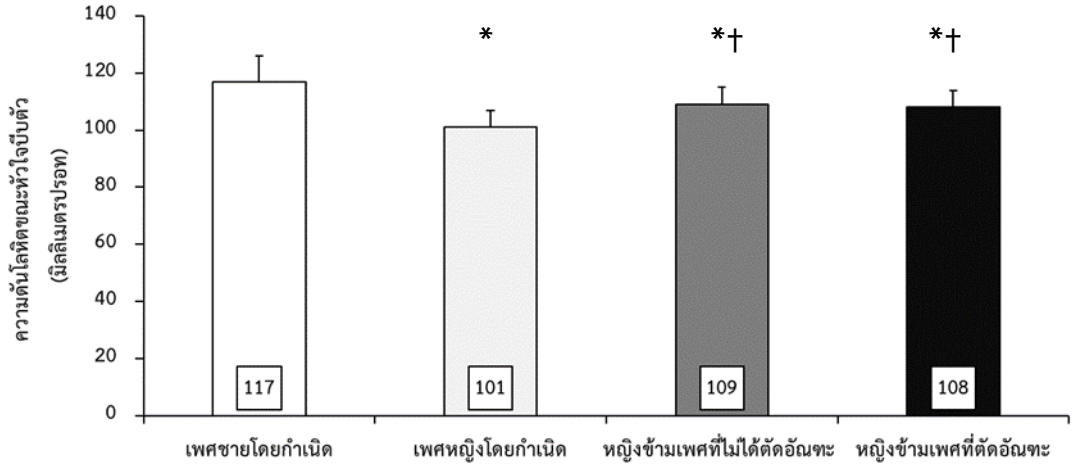
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



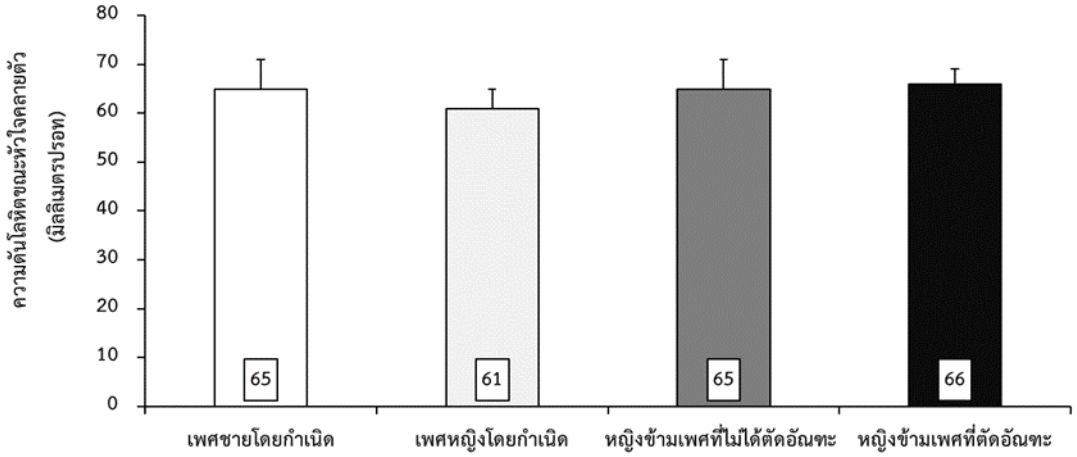
รูปที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



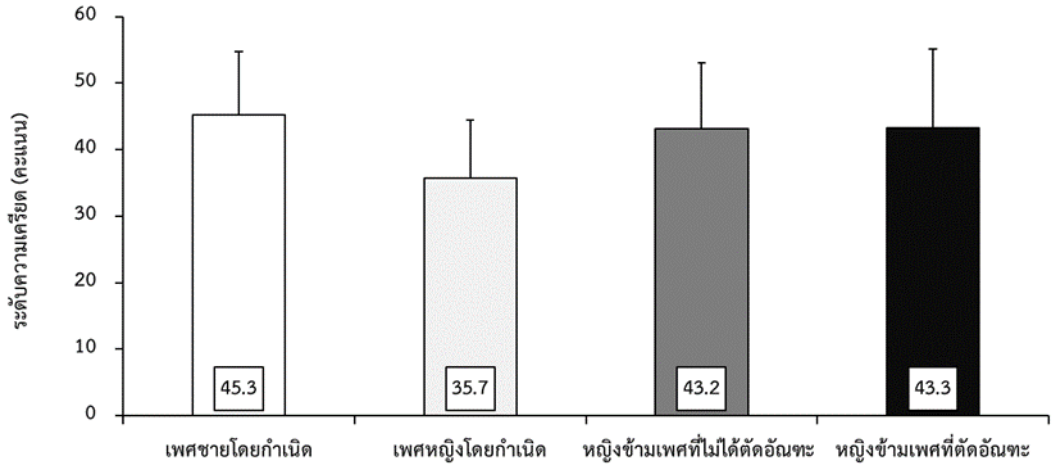
รูปที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

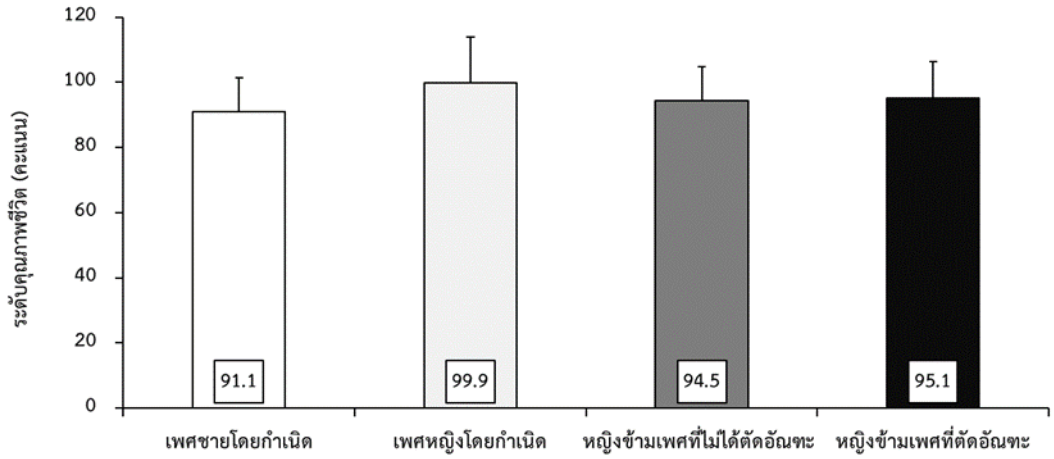
† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความเครียดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับคุณภาพชีวิตระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันและการใช้พลังงานขณะพัก ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันและการใช้พลังงานขณะพัก	**เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)**	**เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)**	**สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว**			**สถิติวิเคราะห์ของ kruskal-Wallis**	
					F test	Welch test	*p*-value	X^2	*p*-value
กิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวัน(เม็ต-นาที/สัปดาห์)	2563 ± 784	2193 ± 770	2169 ± 1062	2343 ± 1056	0.569		0.64		
การใช้พลังงานขณะพัก (กิโลแคลอรี/วัน)	1343 ± 80	1059 ± 81*	1198 ± 111*†	1207 ± 124*†	15.881		0.00		
#การเผาผลาญไขมันขณะพัก (กรัม)	0.095 (0.079 – 0.106)	0.075 (0.069 – 0.095)	0.095 (0.074 – 0.110)	0.090 (0.025 – 0.097)				6.044	0.11
#การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตขณะพัก (กรัม)	0.035 (0.018 – 0.070)	0.022 (0.012 – 0.040)	0.031 (0.028 – 0.057)	0.030 (0.024 – 0.107)				4.630	0.20

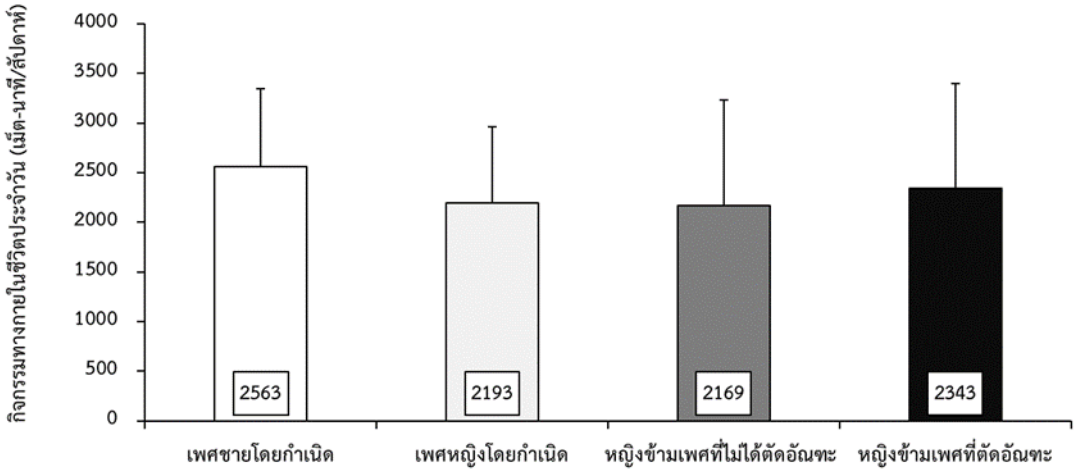
* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด, † $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด

#แสดงข้อมูลเป็นค่ามัธยฐาน (พิสัยควอร์ไทล์) Median (Interquartile range) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติแบบไม่มีพารามิเตอร์ด้วยวิธีของ Kruskal-Wallis

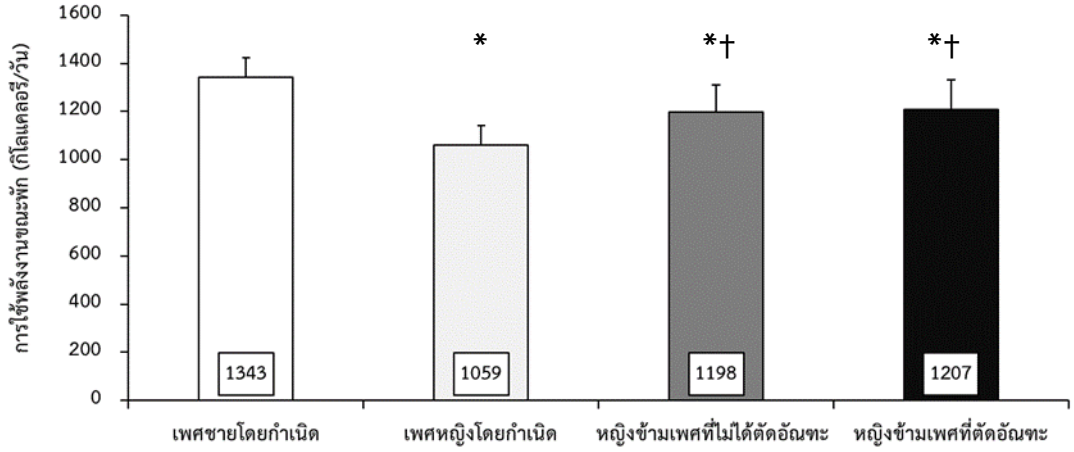
จากตารางที่ 10 และรูปที่ 19 – 22 แสดงข้อมูลด้านกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันและการใช้พลังงานขณะพักของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า การใช้พลังงานขณะพัก ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า การใช้พลังงานขณะพัก ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ กิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวัน การเผาผลาญไขมันขณะพัก และการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตขณะพัก ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



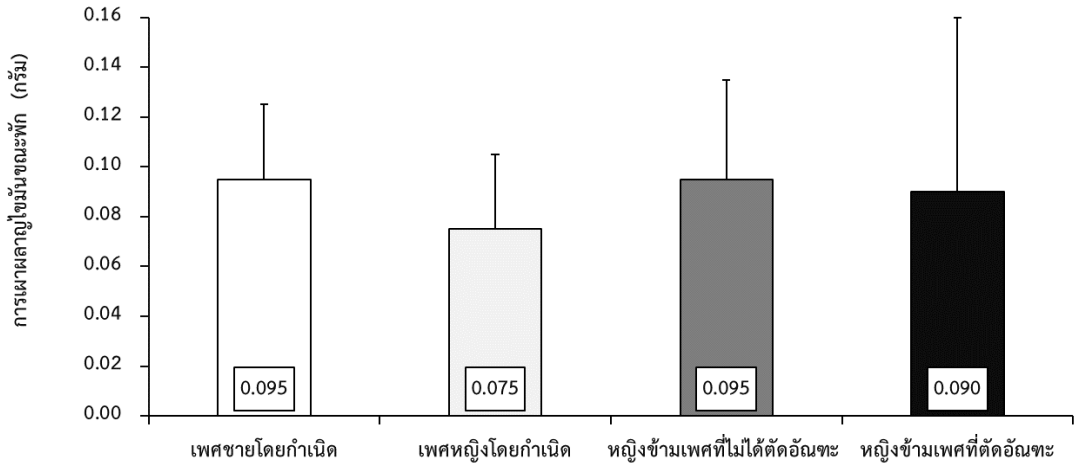
รูปที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวันระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



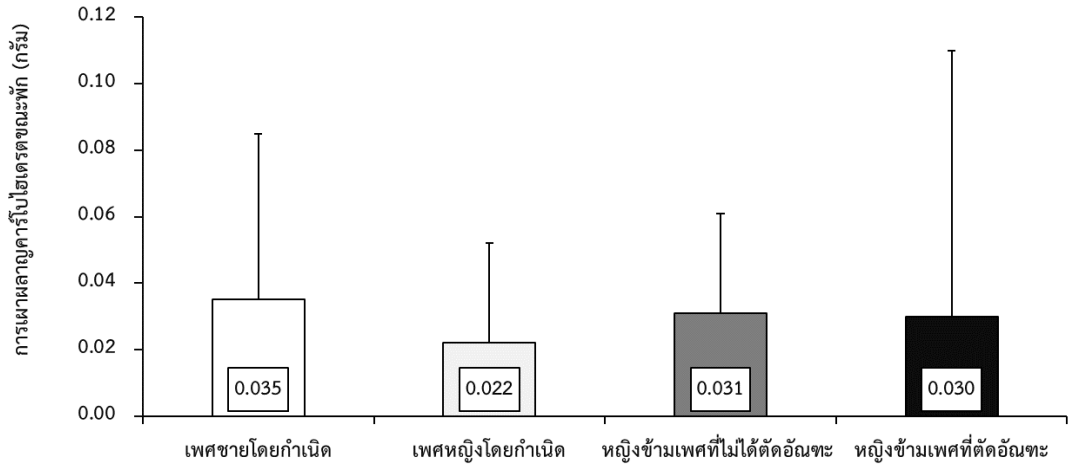
รูปที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 21 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของการเผาผลาญไขมันขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 22 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านองค์ประกอบของร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านองค์ประกอบของร่างกาย	เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)	เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว		
					F test	Welch test	*p*-value
มวลกล้ามเนื้อ							
ทั้งร่างกาย (กิโลกรัม)	49.4 ± 4.7	33.0 ± 1.8*	38.4 ± 4.0*†	40.2 ± 2.9*†		61.579	0.00
แขน (กิโลกรัม)	6.5 ± 1.0	3.1 ± 0.3*	4.1 ± 0.5*†	3.7 ± 0.4*†		54.463	0.00
ขา (กิโลกรัม)	17.5 ± 2.6	11.9 ± 1.4*	13.9 ± 1.8*†	14.0 ± 1.3*†		18.162	0.00
ลำตัว (กิโลกรัม)	22.0 ± 1.5	15.4 ± 1.5*	17.8 ± 2.5*†	18.4 ± 1.8*†	27.091		0.00
เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อทั้งร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	72.1 ± 5.1	63.3 ± 4.0*	64.8 ± 3.4*	65.9 ± 3.2*	14.082		0.00
มวลไขมัน							
ทั้งร่างกาย (กิโลกรัม)	16.6 ± 4.2	15.6 ± 2.9	14.9 ± 2.1	16.5 ± 3.9	0.754		0.53
ช่องท้อง (กรัม)	357 ± 217	151 ± 114*	207 ± 148	265 ± 141	4.509		0.01
เปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	24.1 ± 5.3	30.4 ± 4.9*	25.9 ± 3.3	27.7 ± 4.1	5.729		0.00

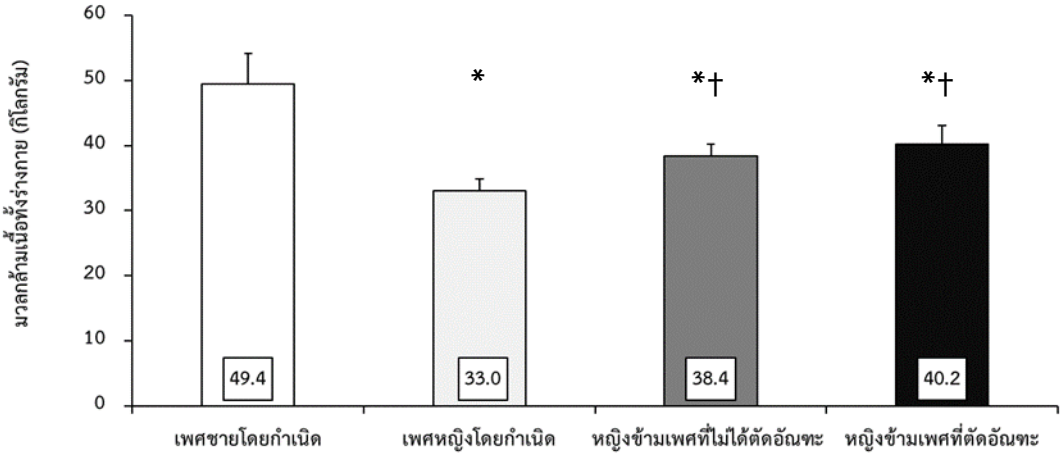
* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด, † $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด

จากตารางที่ 11 และรูปที่ 23 – 30 แสดงข้อมูลด้านองค์ประกอบของร่างกายของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า มวลกล้ามเนื้อในแต่ละส่วน ได้แก่ ทั้งร่างกาย แขน ขา ลำตัว และเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อทั้งร่างกาย ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า มวลกล้ามเนื้อในแต่ละส่วน ได้แก่ ทั้งร่างกาย แขน ขา และลำตัว ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ พบว่า มวลไขมันในช่องท้อง ของเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งร่างกาย ของเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ มวลไขมันทั้งร่างกาย ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

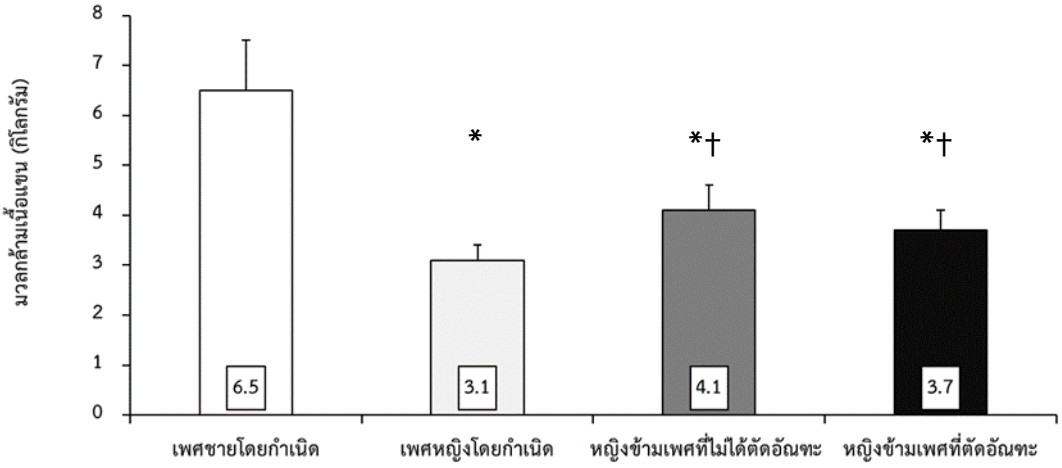
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกล้ามเนื้อทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

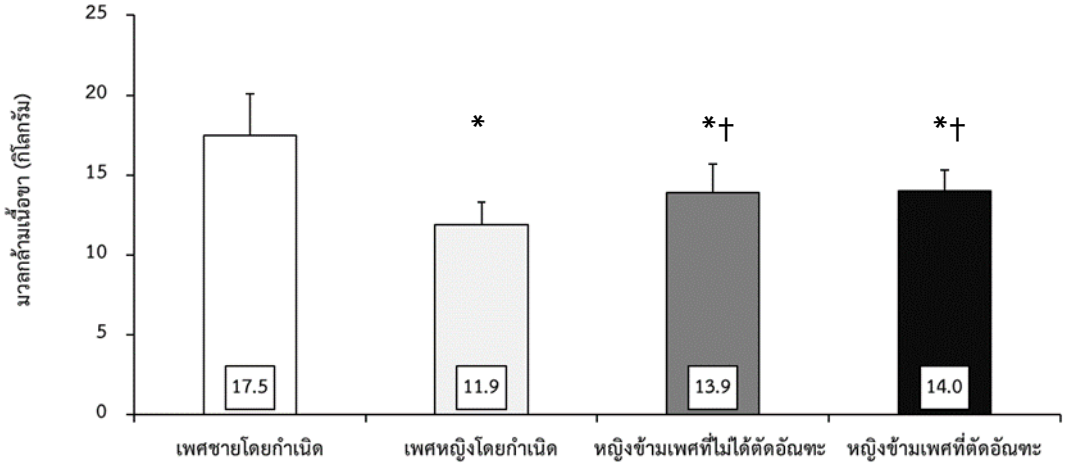
† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกล้ามเนื้อแขนระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

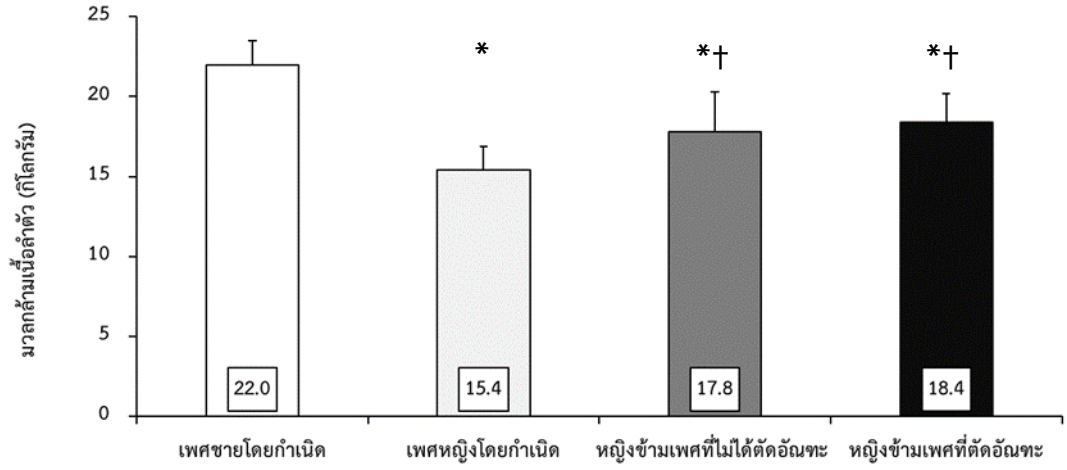
† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกล้ามเนื้อขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

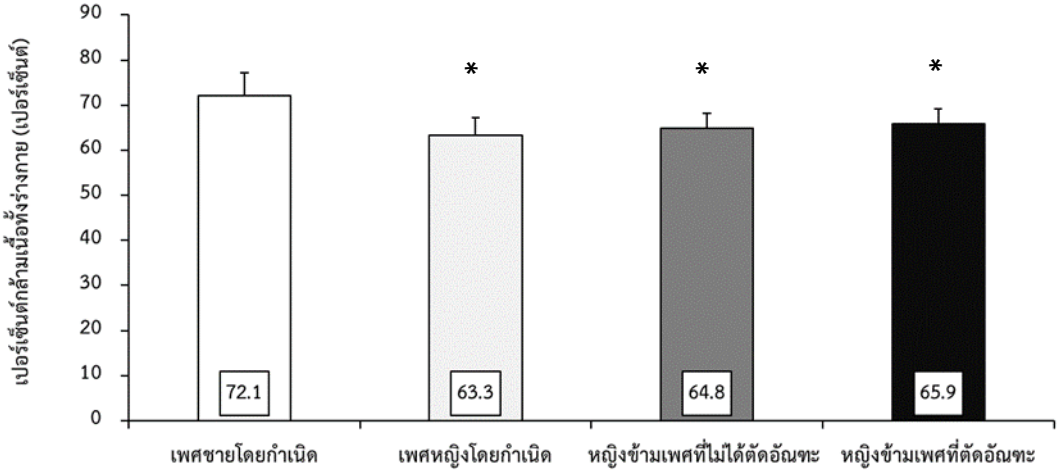
† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกล้ามเนื้อลำตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

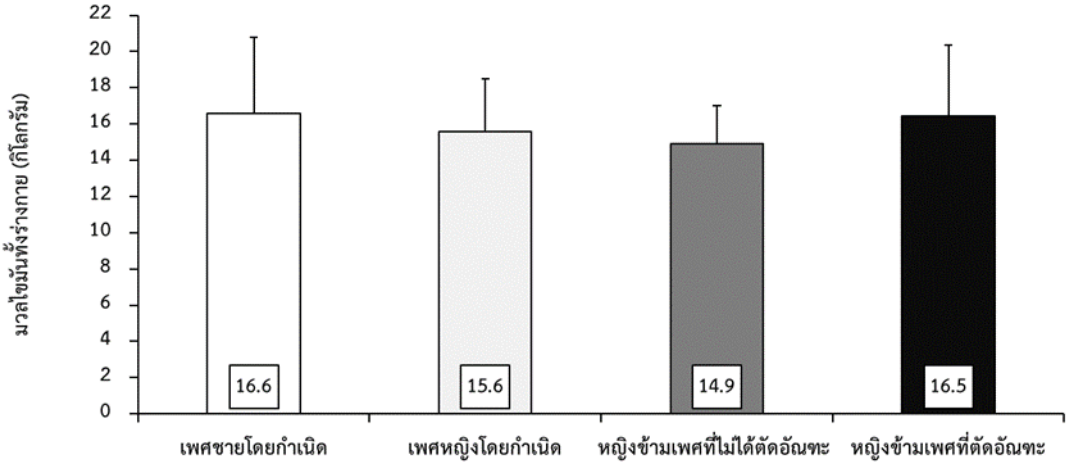
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

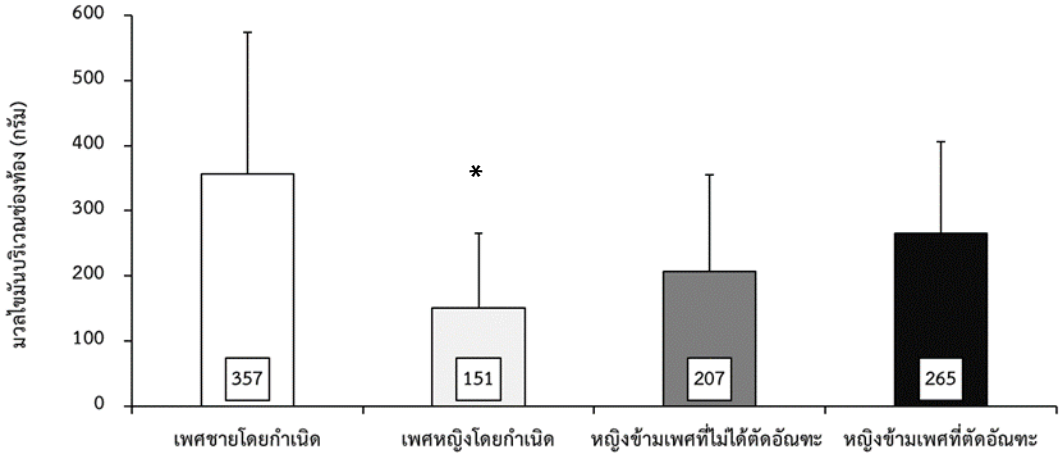


รูปที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

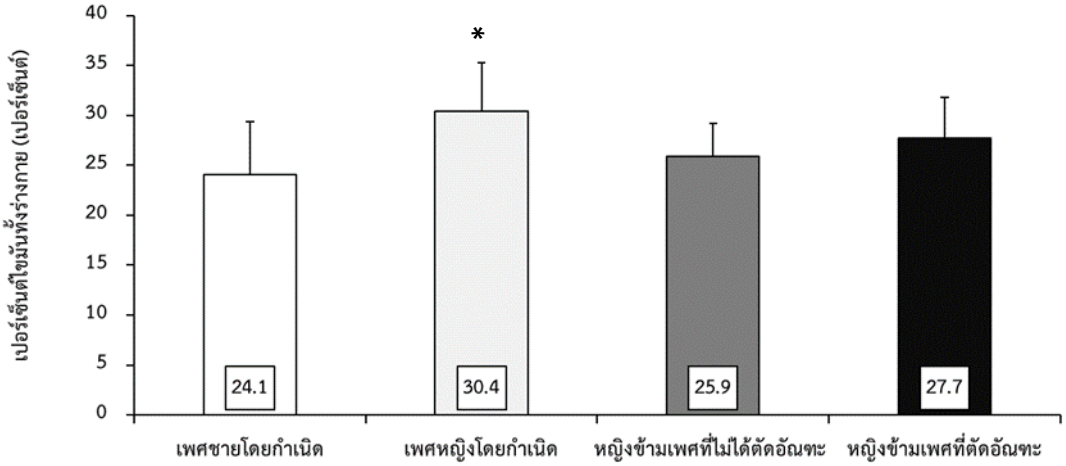


รูปที่ 28 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลไขมันทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 29 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลไขมันบริเวณช่องท้องระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 30 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านมวลกระดูกระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านมวลกระดูก	เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)	เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว		
					F test	Welch test	*p*-value
กระดูกทั้งร่างกาย							
พื้นที่กระดูก (ตารางเซนติเมตร)	2137 ± 137	1841 ± 101*	2164 ± 129†	2261 ± 133†	31.164		0.00
มวลกระดูก (กรัม)	2635 ± 281	2106 ± 254*	2588 ± 285†	2549 ± 262†	12.209		0.00
ความหนาแน่นของกระดูก (กรัม/ตารางเซนติเมตร)	1.23 ± 0.09	1.13 ± 0.10*	1.17 ± 0.10*	1.13 ± 0.07*	4.462		0.01
ค่าที	1.02 ± 0.80	0.56 ± 0.93	0.48 ± 0.86	0.09 ± 0.63*	3.356		0.03
กระดูกสันหลังส่วนล่าง							
พื้นที่กระดูก (ตารางเซนติเมตร)	57.4 ± 7.0	48.4 ± 4.1*	55.7 ± 4.0†	55.8 ± 4.9†	9.106		0.00
มวลกระดูก (กรัม)	66.6 ± 13.7	59.1 ± 9.9	65.4 ± 10.9	63.0 ± 10.0	1.311		0.28
ความหนาแน่นของกระดูก (กรัม/ตารางเซนติเมตร)	1.15 ± 0.14	1.22 ± 0.11	1.17 ± 0.15	1.12 ± 0.13	1.291		0.29
ค่าที	0.17 ± 1.19	0.92 ± 0.94	0.33 ± 1.22	-0.05 ± 1.05	1.943		0.13

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด, † $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านมวลกระดูกระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ (ต่อ)

ตัวแปร ด้านมวลกระดูก	เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)	เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว		
					F test	Welch test	*p*-value
คอของกระดูกต้นขา							
พื้นที่กระดูก (ตารางเซนติเมตร)	4.92 ± 0.33	4.52 ± 0.34*	5.07 ± 0.33†	5.14 ± 0.64†		8.015	0.00
มวลกระดูก (กรัม)	5.36 ± 0.85	4.43 ± 0.55*	5.09 ± 0.81	4.54 ± 0.52*	6.021		0.00
ความหนาแน่นของกระดูก (กรัม/ตารางเซนติเมตร)	1.09 ± 0.13	0.96 ± 0.09*	1.00 ± 0.13	0.89 ± 0.09*‡	8.036		0.00
ค่าที	1.03 ± 1.12	0.39 ± 0.65	0.33 ± 1.08	-0.64 ± 0.73*†‡	8.408		0.00
กระดูกแขนท่อนล่าง							
พื้นที่กระดูก (ตารางเซนติเมตร)	2.46 ± 0.22	2.22 ± 0.18*	2.48 ± 0.25†	2.56 ± 0.17†	7.337		0.00
มวลกระดูก (กรัม)	2.30 ± 0.19	1.85 ± 0.19*	2.02 ± 0.20*	2.16 ± 0.20†	13.848		0.00
ความหนาแน่นของกระดูก (กรัม/ตารางเซนติเมตร)	0.94 ± 0.05	0.84 ± 0.07*	0.83 ± 0.08*	0.84 ± 0.07*	8.061		0.00
ค่าที	-0.04 ± 0.41	-0.03 ± 0.74	-1.06 ± 0.51*†	-1.04 ± 0.67*†	13.986		0.00

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด, † $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด, ‡ $p < 0.05$ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะ

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

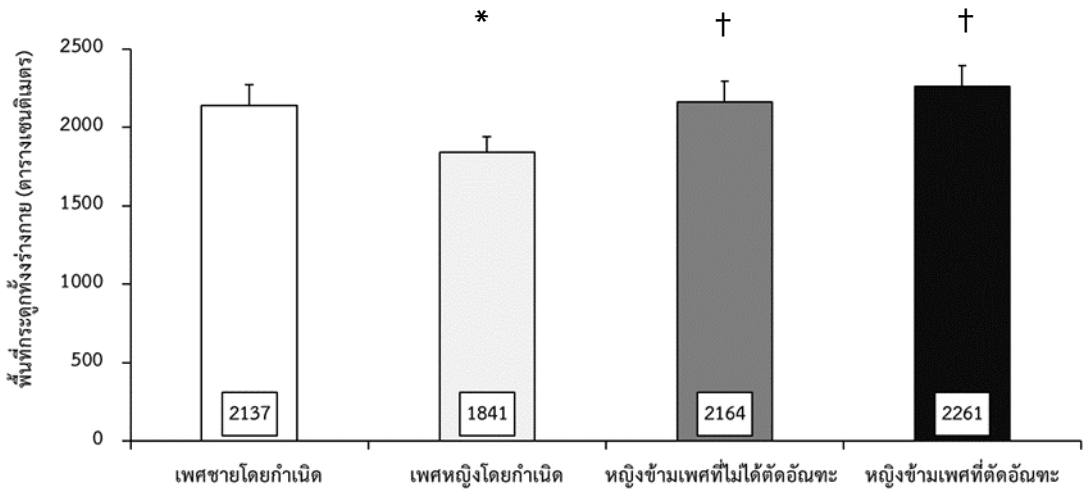
จากตารางที่ 12 และรูปที่ 31 – 38 แสดงข้อมูลด้านมวลกระดูกของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า พื้นที่กระดูกทั้งร่างกาย พื้นที่กระดูกสันหลังส่วนล่าง พื้นที่คอของกระดูกต้นขา และพื้นที่กระดูกแขนท่อนล่าง ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศชายโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในส่วนของมวลกระดูก พบว่า มวลกระดูกทั้งร่างกาย ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศชายโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ส่วนมวลกระดูกคอของกระดูกต้นขา ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และมวลกระดูกแขนท่อนล่างของเพศหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า มวลกระดูกแขนท่อนล่างของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของมวลกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างกลุ่ม

ในส่วนของความหนาแน่นของกระดูก พบว่า ความหนาแน่นของกระดูกทั้งร่างกาย และความหนาแน่นของกระดูกแขนท่อนล่างของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ส่วนความหนาแน่นของกระดูกคอของกระดูกต้นขา ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่า ความหนาแน่นของกระดูกคอของกระดูกต้นขา ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าน้อยกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของความหนาแน่นของกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

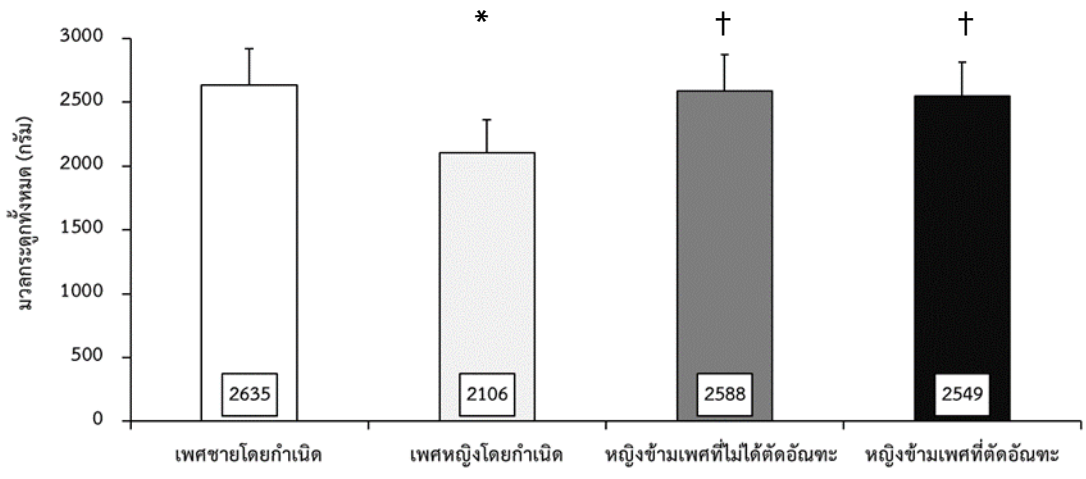
ในส่วนของค่าทีของกระดูก พบว่า ค่าทีของกระดูกทั้งร่างกายของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ส่วนค่าทีของกระดูกคอของกระดูกต้นขาของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าน้อยกว่า เพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด และหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และพบว่าค่าทีของกระดูกแขนท่อนล่างของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของค่าทีของกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างกลุ่ม



รูปที่ 31 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่กระดูกทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

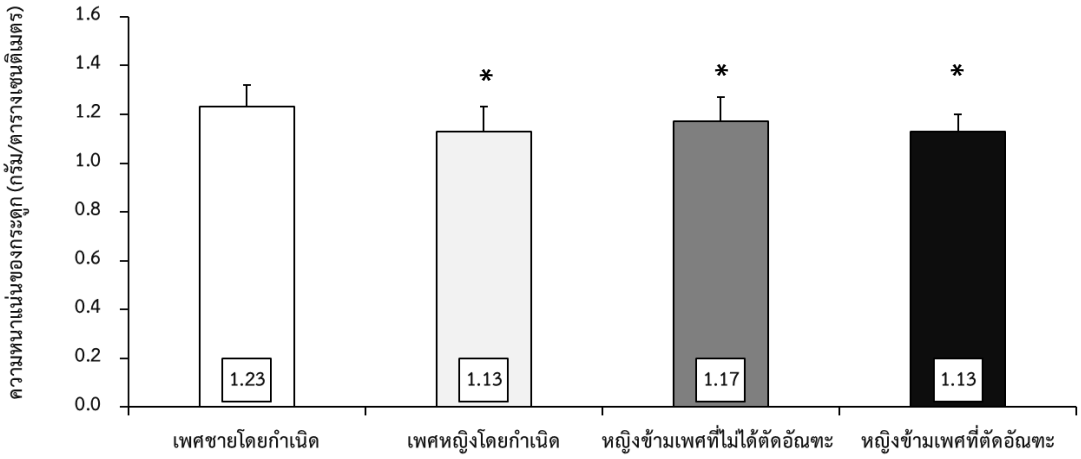
† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกระดูกทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

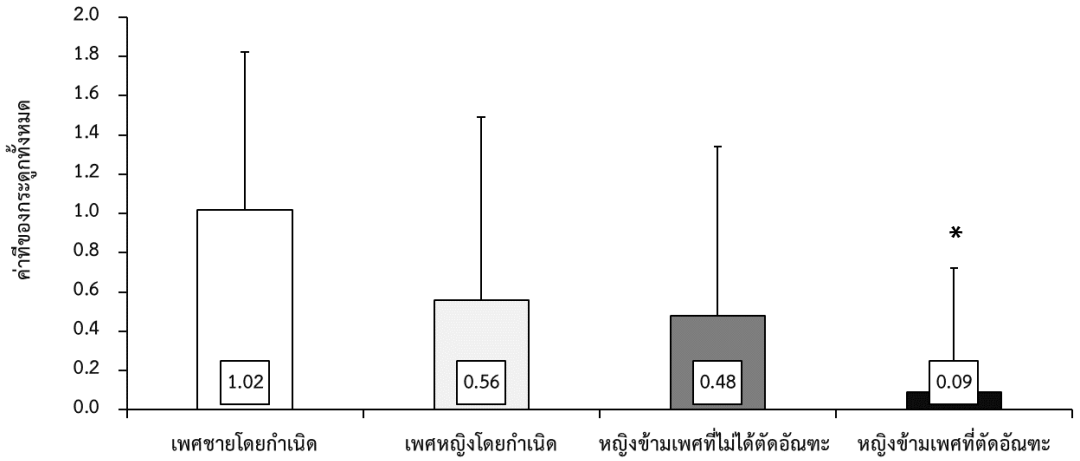
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



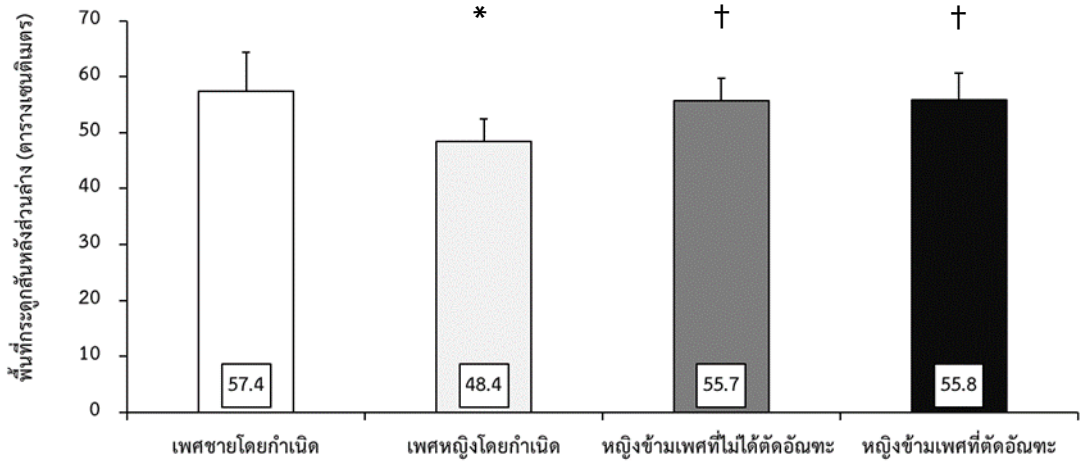
รูปที่ 33 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นกระดูกทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 34 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทีกระดูกทั้งร่างกายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

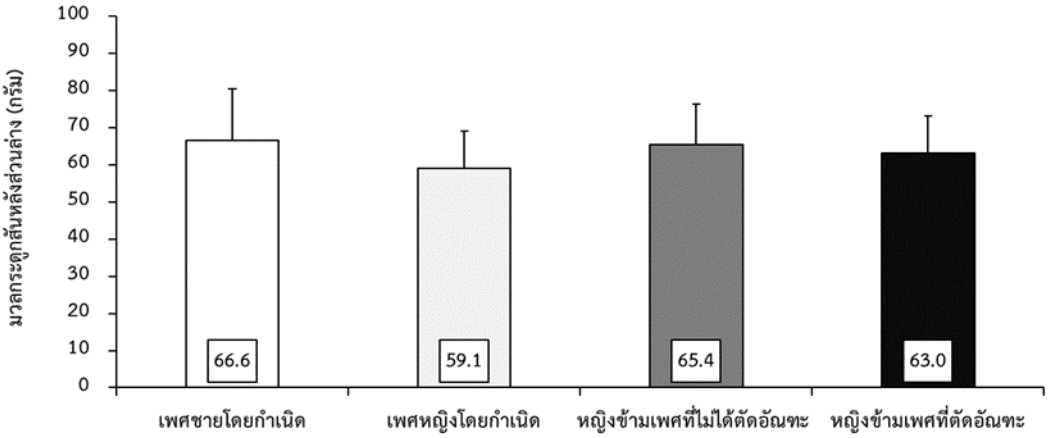
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



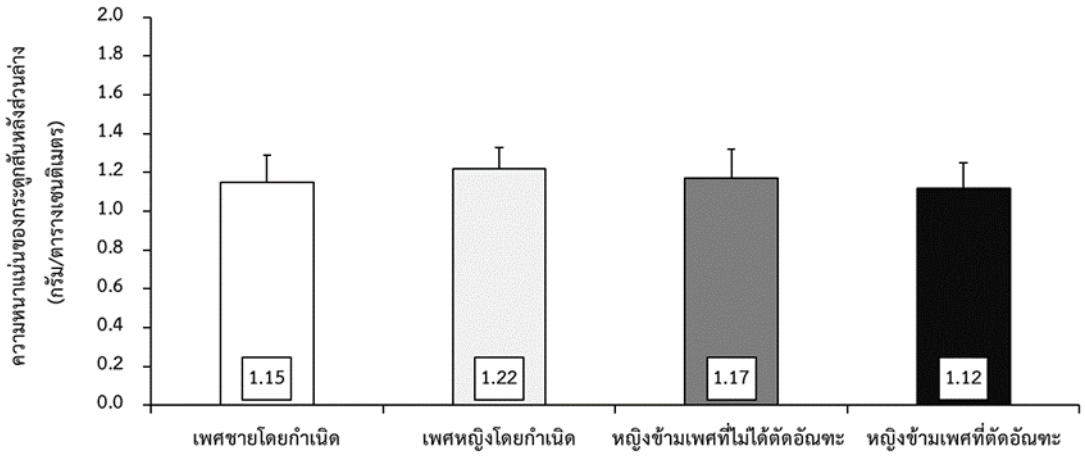
รูปที่ 35 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่กระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

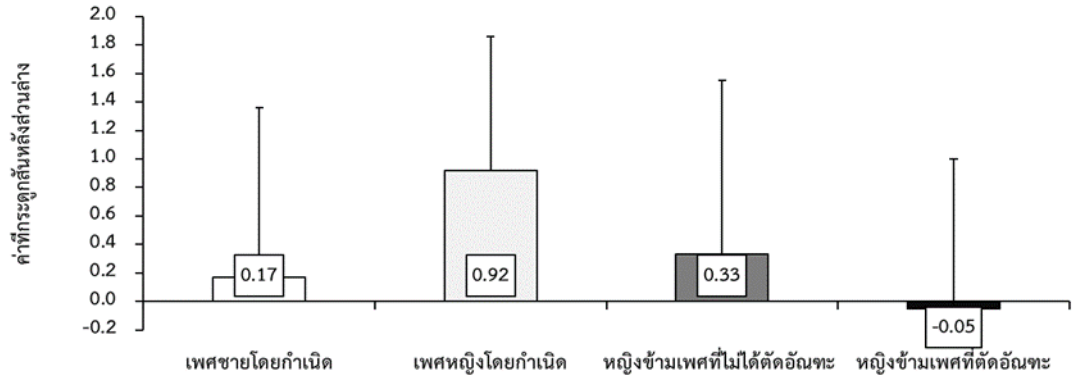
† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



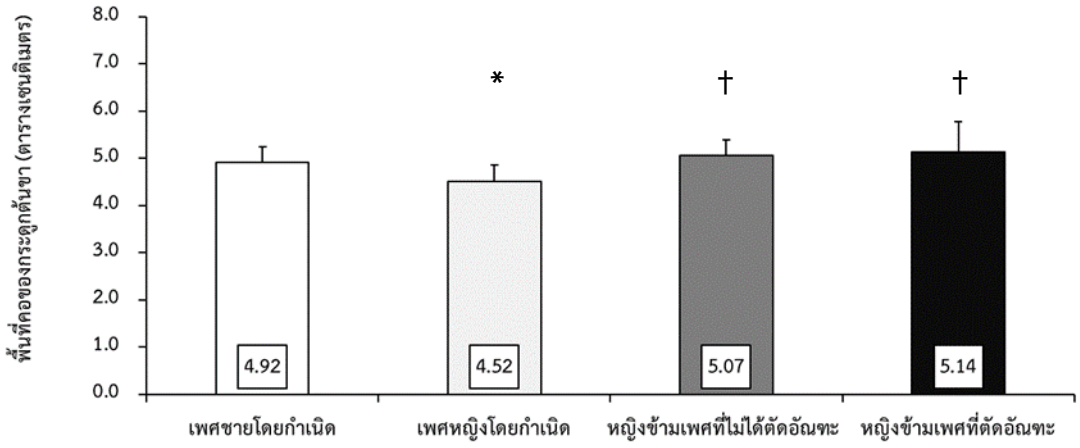
รูปที่ 36 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 37 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



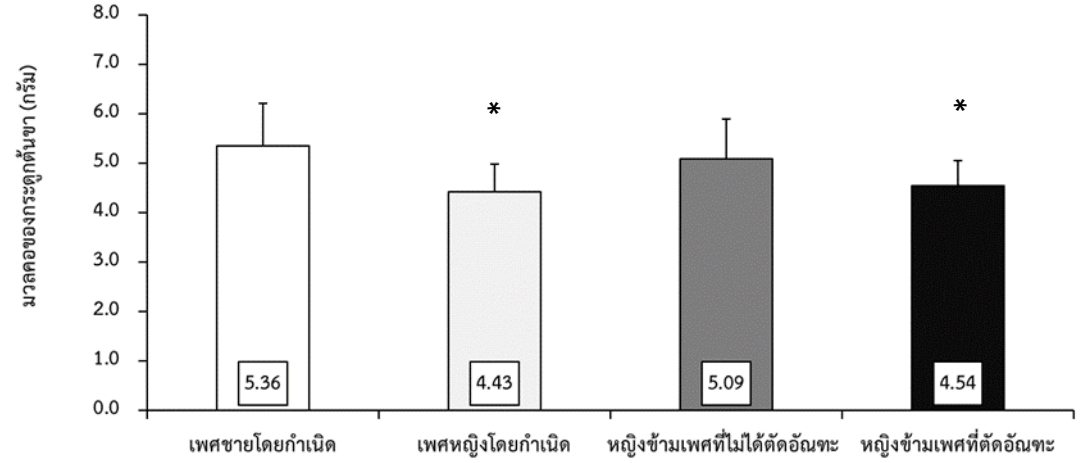
รูปที่ 38 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทีกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 39 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่คอของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

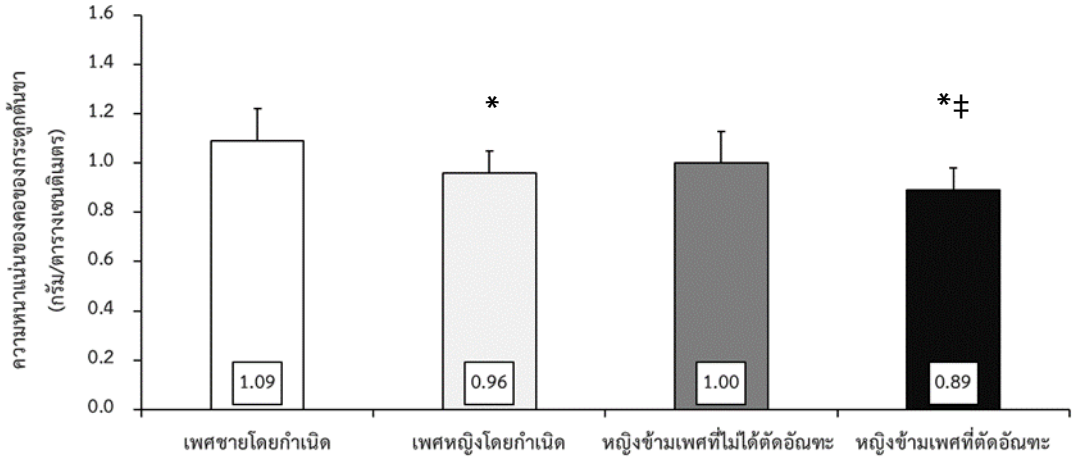
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 40 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลคอของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

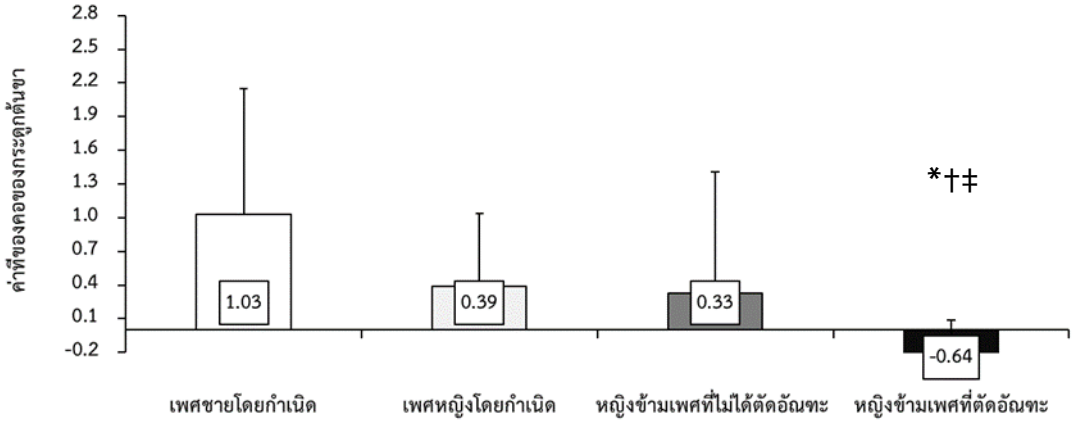
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 41 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของคอของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

‡ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

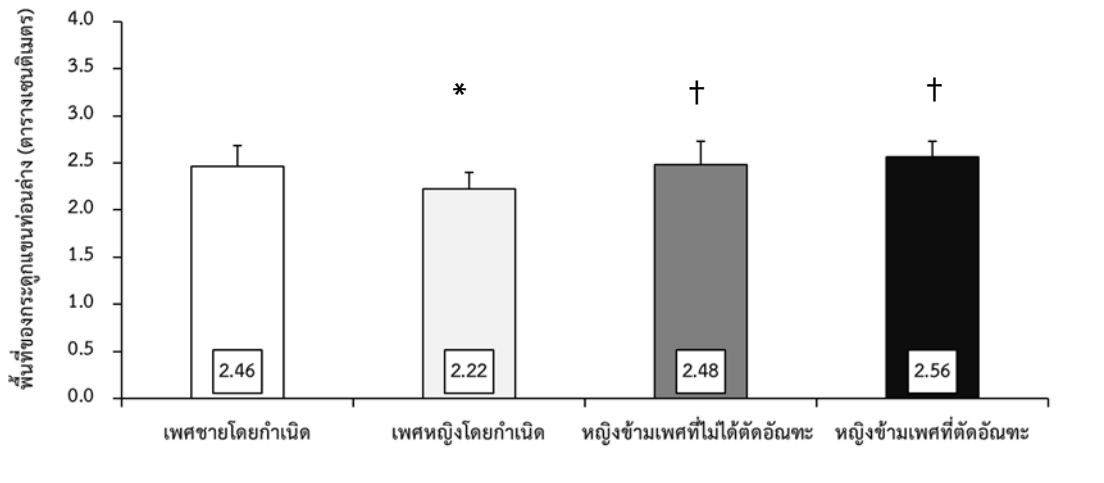


รูปที่ 42 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าทีของคอของกระดูกต้นขาระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

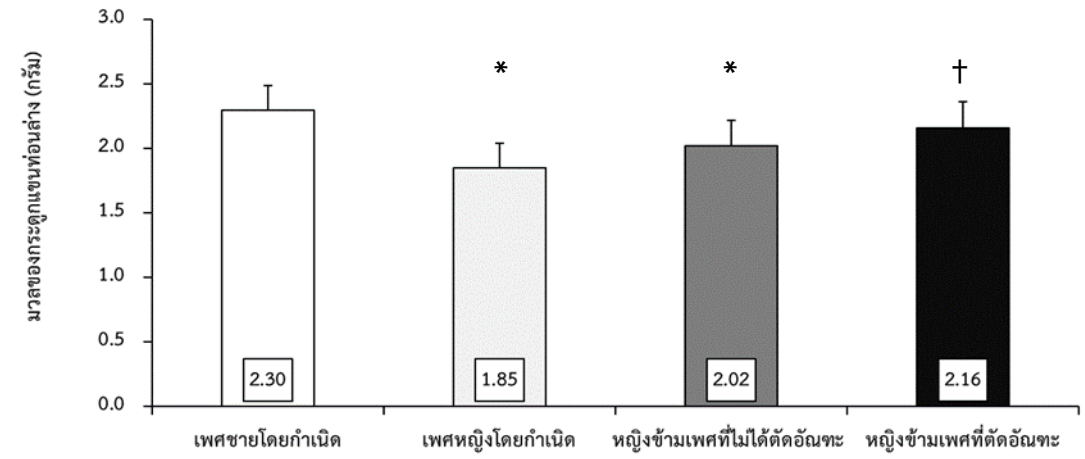
‡ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 43 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของกระดูกแขนท่อนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

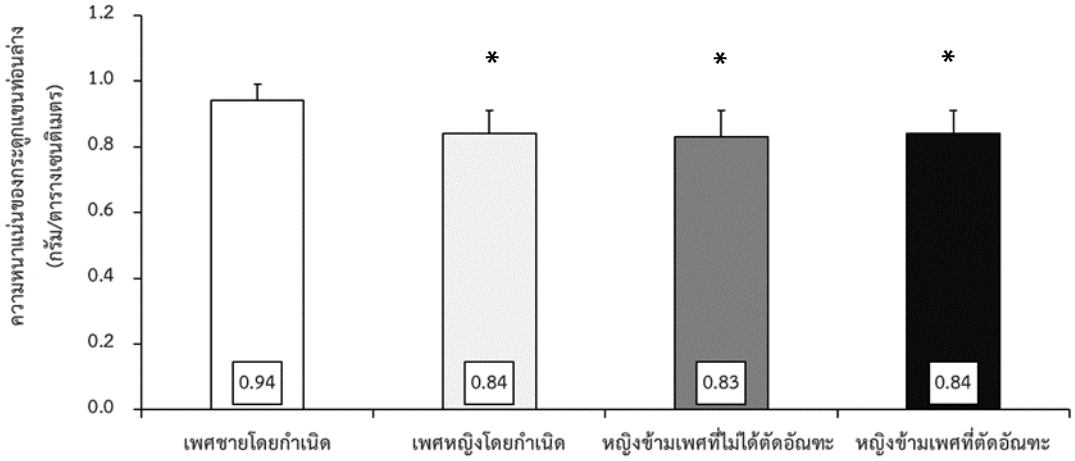
† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 44 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลกระดูกแขนท่อนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

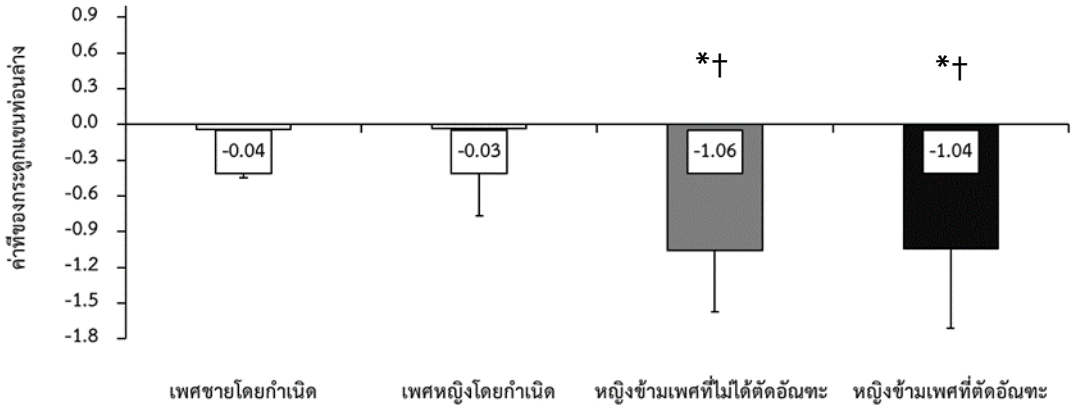
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 45 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของกระดูกแขนท่อนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 46 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าทีของกระดูกแขนท่อนล่างระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

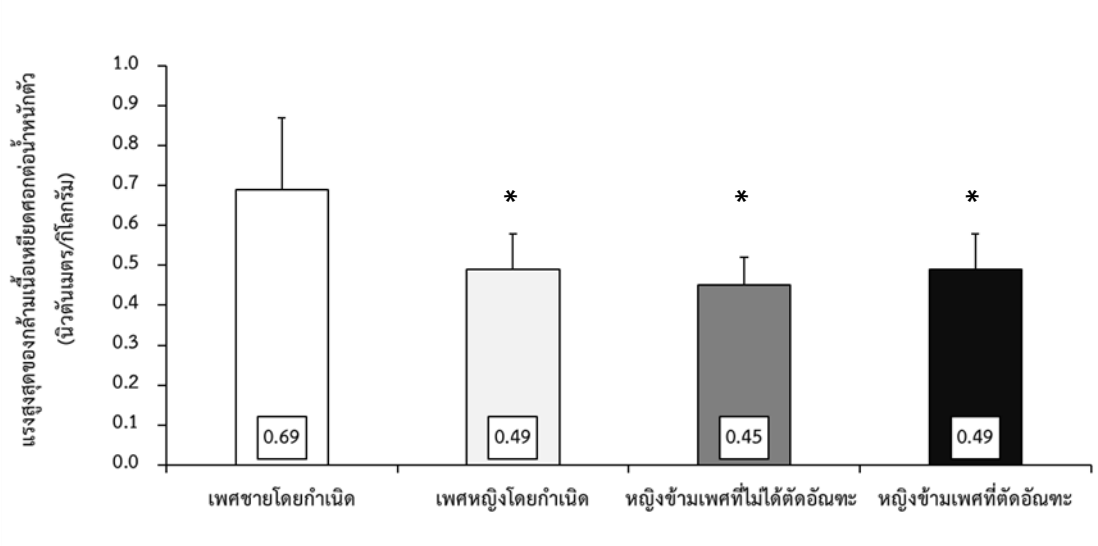
ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)	เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว		
					F test	Welch test	*p*-value
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน							
แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดศอกต่อน้ำหนักตัว (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	0.69 ± 0.18	0.49 ± 0.09*	0.45 ± 0.07*	0.49 ± 0.09*		7.461	0.00
แรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอศอกต่อน้ำหนักตัว (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	0.53 ± 0.08	0.34 ± 0.06*	0.35 ± 0.08*	0.36 ± 0.08*	19.874		0.00
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา							
แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าต่อน้ำหนักตัว (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	2.51 ± 0.41	1.96 ± 0.25*	2.02 ± 0.40*	2.10 ± 0.37*	7.028		0.00
แรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข่าต่อน้ำหนักตัว (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	1.27 ± 0.22	0.92 ± 0.18*	0.82 ± 0.18*	0.89 ± 0.11*	18.988		0.00

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด

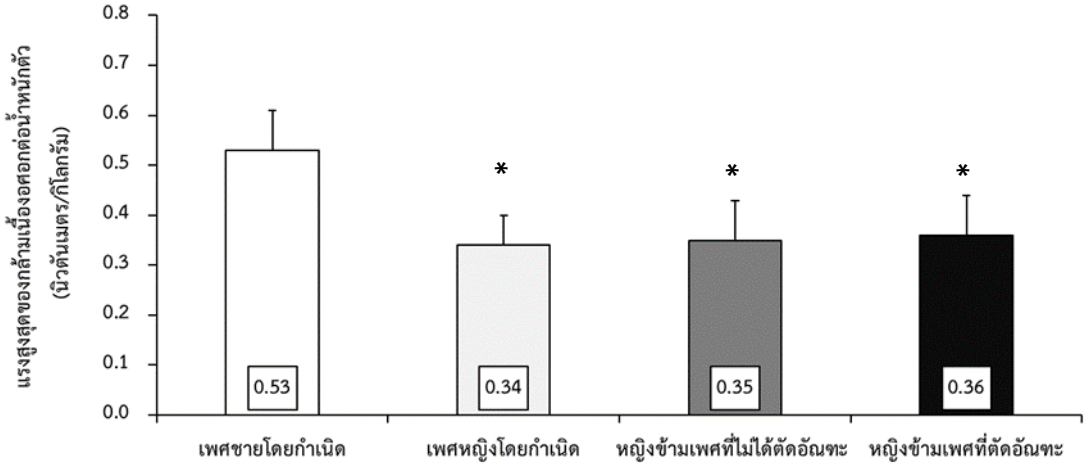
จากตารางที่ 13 และรูปที่ 47 – 50 แสดงข้อมูลด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดศอกต่อน้ำหนักตัว แรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอศอกต่อน้ำหนักตัว แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าต่อน้ำหนักตัว และแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข่าต่อน้ำหนักตัว ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะและเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



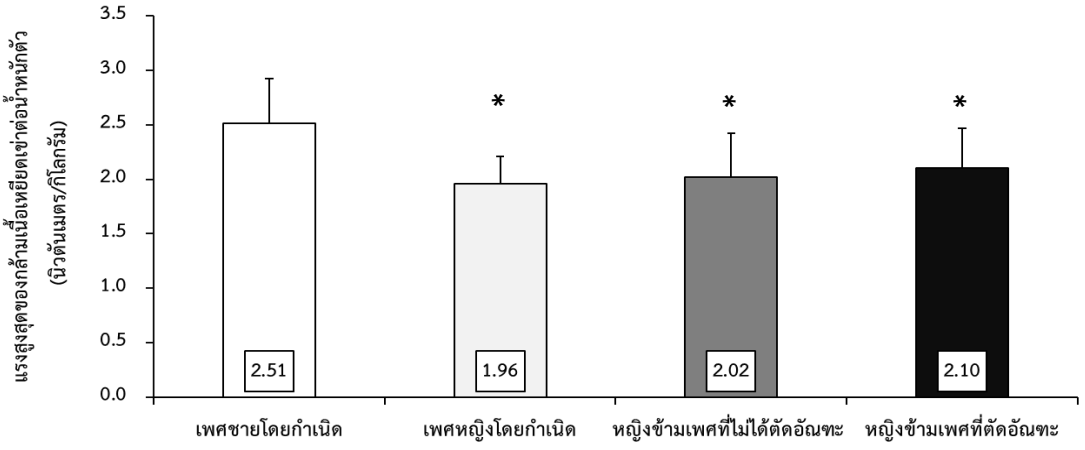
รูปที่ 47 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดศอกต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



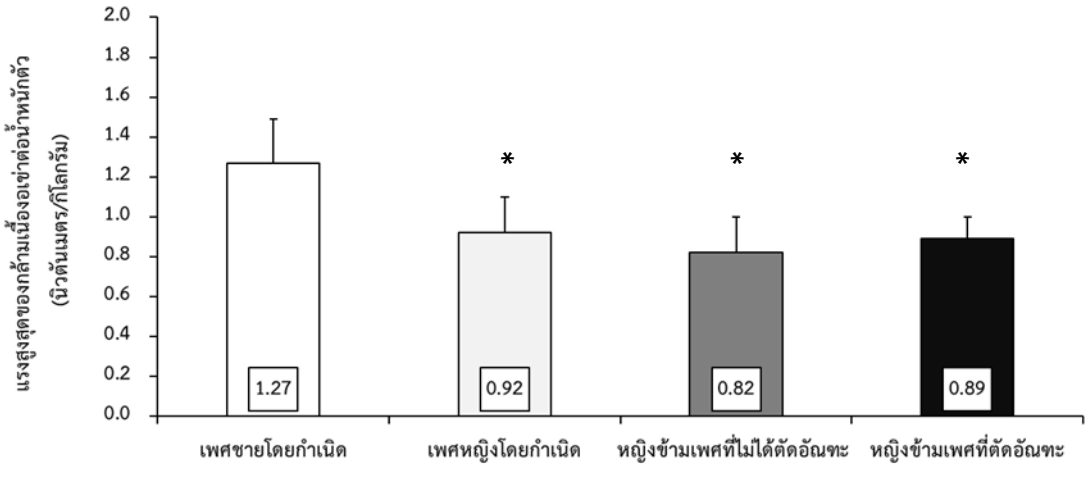
รูปที่ 48 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอศอกต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 49 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 50 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข่าต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านความอดทนของกล้ามเนื้อและด้านความอ่อนตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

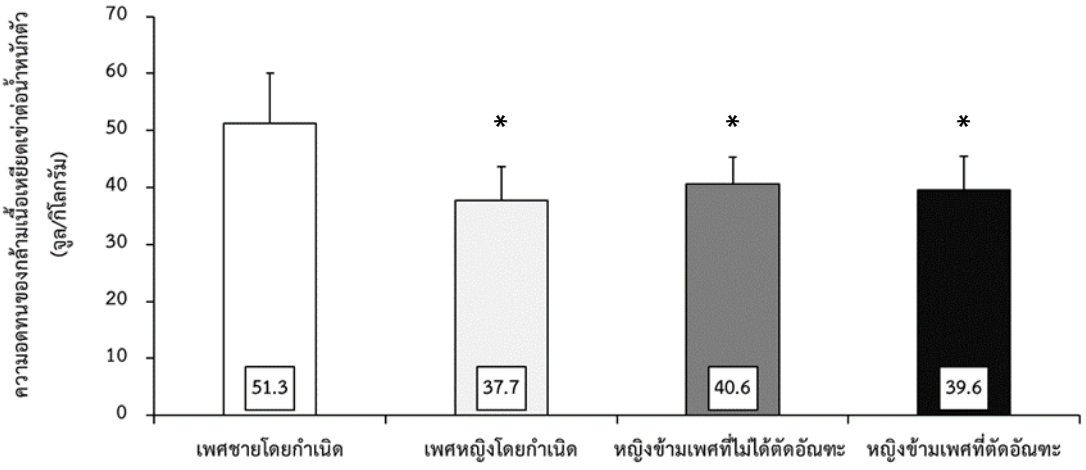
ตัวแปร ด้านความอดทนของกล้ามเนื้อและ ด้านความอ่อนตัว	**เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)**	**เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)**	**สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว**		
					F test	Welch test	*p*-value
ความอดทนของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า							
งานรวมต่อน้ำหนักตัว (จูล/กิโลกรัม)	51.3 ± 8.7	37.7 ± 5.9*	40.6 ± 4.7*	39.6 ± 5.9*		8.548	0.00
ระดับความล้า (เปอร์เซ็นต์)	51.1 ± 9.2	46.2 ± 7.4	46.7 ± 8.3	46.7 ± 4.1	1.332		0.27
ความอดทนของกล้ามเนื้องอเข่า							
งานรวมต่อน้ำหนักตัว (จูล/กิโลกรัม)	25.4 ± 5.2	17.4 ± 4.7*	16.5 ± 4.8*	18.6 ± 5.0*	10.310		0.00
ระดับความล้า (เปอร์เซ็นต์)	53.9 ± 12.5	46.2 ± 15.8	48.6 ± 10.6	46.1 ± 9.4	1.319		0.28
ความอ่อนตัว							
นั่งงอตัวไปด้านหน้า (เซนติเมตร)	6 ± 7	9 ± 10	4 ± 10	6 ± 8	0.581		0.63

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด

จากตารางที่ 14 และรูปที่ 51 – 55 แสดงข้อมูลด้านความอดทนของกล้ามเนื้อและด้านความอ่อนตัวของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า งานรวมต่อน้ำหนักตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และงานรวมต่อน้ำหนักตัวของกล้ามเนื้องอเข่า ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

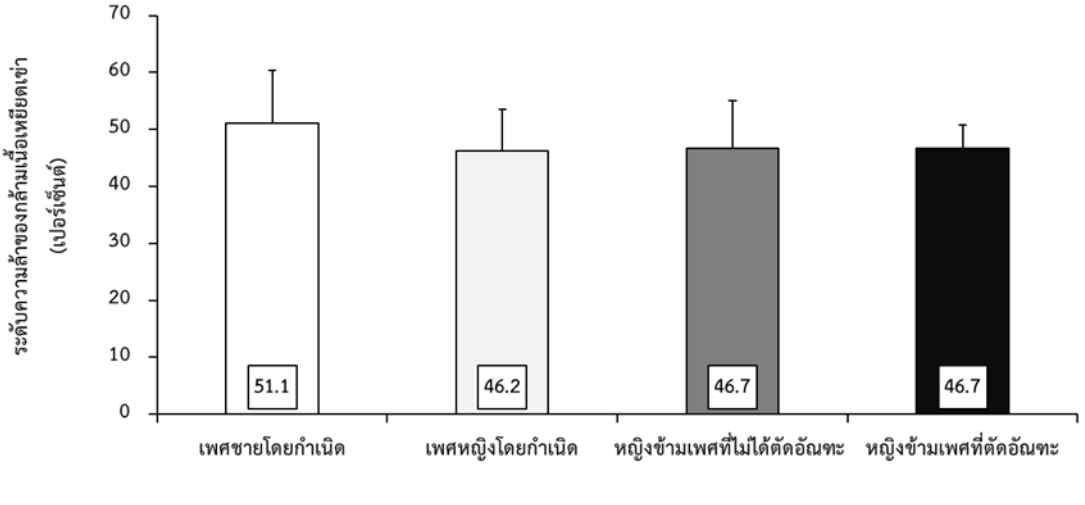
ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ ระดับความล้าของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ระดับความล้าของกล้ามเนื้องอเข่า และการทดสอบนั่งงอตัวไปด้านหน้า ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

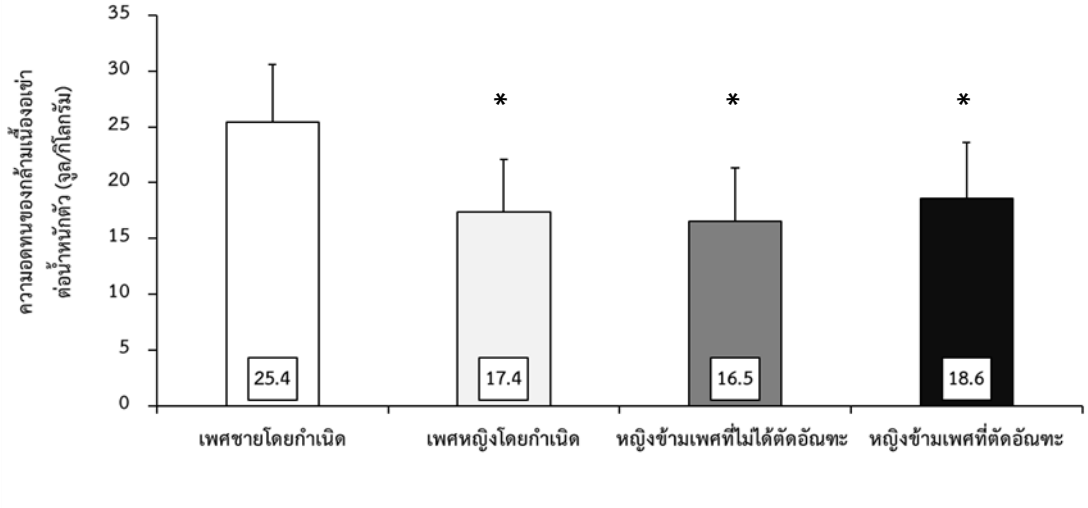


รูปที่ 51 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของงานรวมความอดทนของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

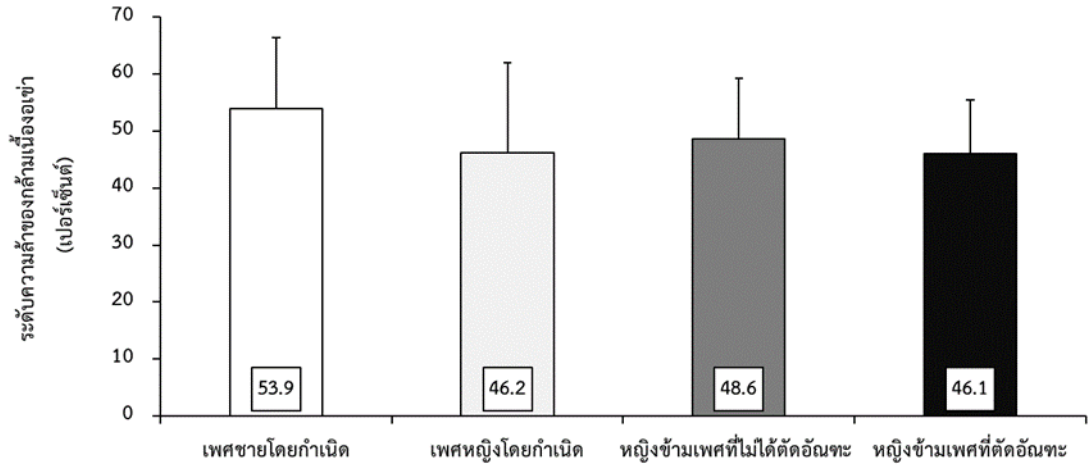


รูปที่ 52 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความล้าของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

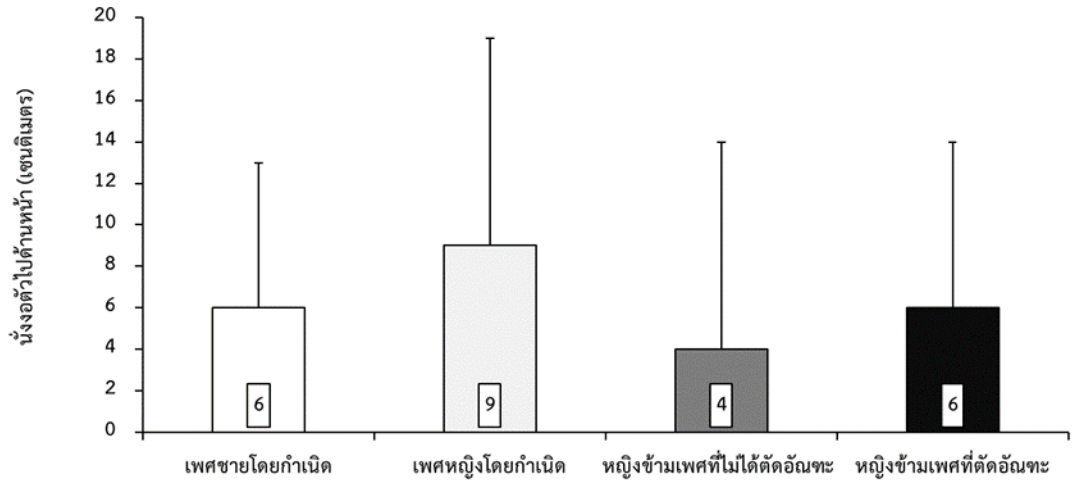


รูปที่ 53 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของงานรวมความอดทนของกล้ามเนื้องอเข่าต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 54 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความล้าของกล้ามเนื้องอเข่าระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 55 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการนั่งงอตัวไปด้านหน้าระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

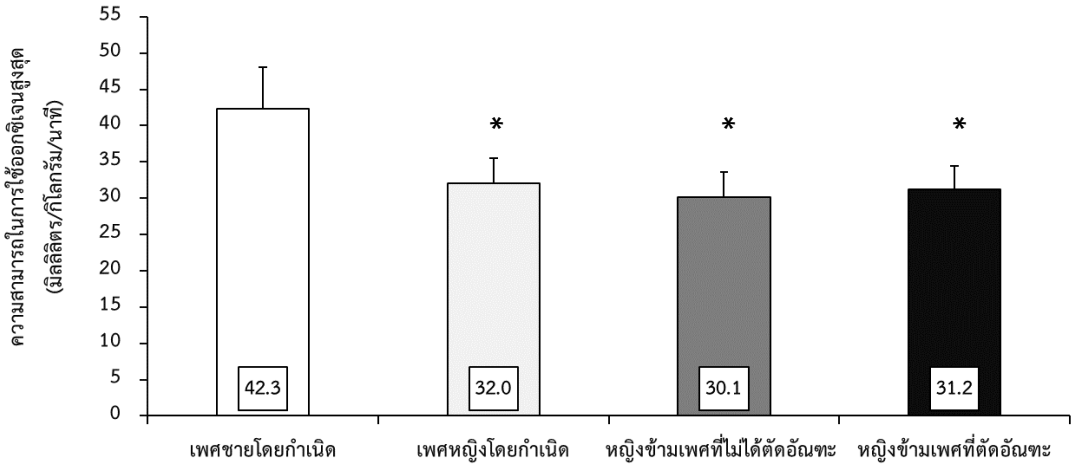
ตัวแปร ด้านสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ	เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)	เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว		
					F test	Welch test	*p*-value
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	42.3 ± 5.7	32.0 ± 3.5*	30.1 ± 3.5*	31.2 ± 3.3*	28.283		0.00
สัดส่วนการแลกเปลี่ยนอากาศ	1.32 ± 0.09	1.34 ± 0.09	1.28 ± 0.07	1.35± 0.08	2.307		0.09
ระดับความรู้สึกเหนื่อย (คะแนน)	17 ± 1	17 ± 1	17 ± 1	18 ± 1	0.391		0.76
ระดับกั้นการระบายอากาศต่อน้ำหนักตัว (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	24.7 ± 3.0	19.6 ± 2.5*	19.5 ± 2.8*	19.3 ± 2.2*	19.136		0.00
เปอร์เซ็นต์ระดับกั้นการระบายอากาศต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	59.3 ± 6.4	58.2 ± 8.5	62.6 ± 4.7	59.2 ± 8.5	1.023		0.39
ปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาที (ลิตร/นาที)	106 ± 12	64 ± 6*	75 ± 9*†	81 ± 9*†	53.456		0.00
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (ครั้ง/นาที)	182 ± 6	180 ± 8	178 ± 8	178 ± 5	1.047		0.38
ระยะเวลาที่ออกกำลังกายจนหมดแรง (นาที)	10.4 ± 1.4	8.4 ± 1.1*	8.2 ± 0.7*	8.1 ± 1.0*		9.594	0.00

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด, † $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด

จากตารางที่ 15 และรูปที่ 56 – 63 แสดงข้อมูลด้านสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ระดับกั้นการระบายอากาศต่อน้ำหนักตัว ปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาที และระยะเวลาที่ออกกำลังกายจนหมดแรง ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะและเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาที ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

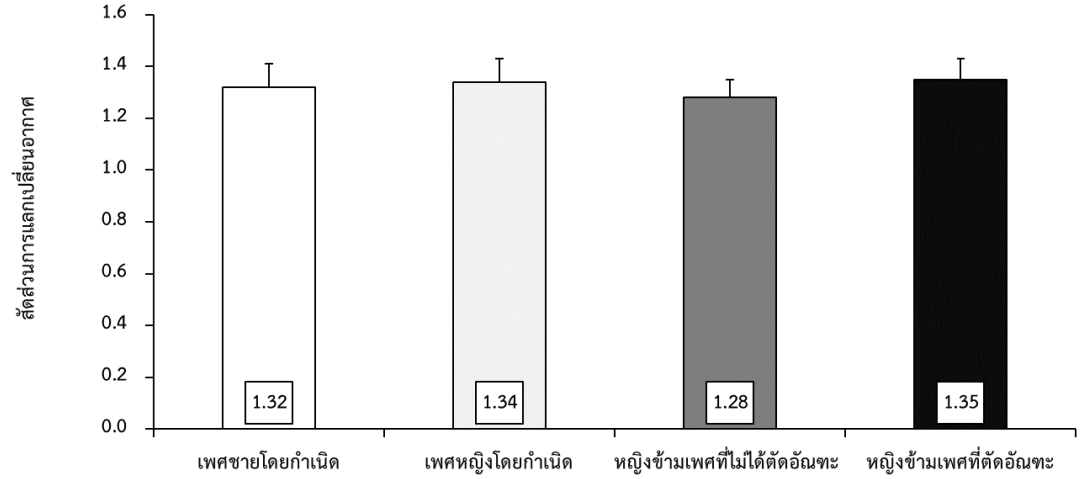
ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ สัดส่วนการแลกเปลี่ยนอากาศ ระดับความรู้สึกเหนื่อย เปอร์เซ็นต์ระดับกั้นการระบายอากาศต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

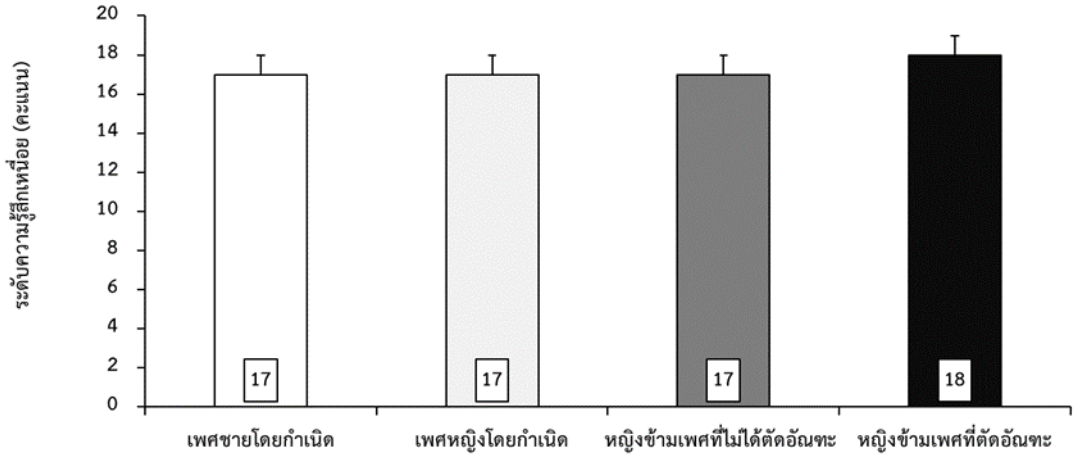


รูปที่ 56 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

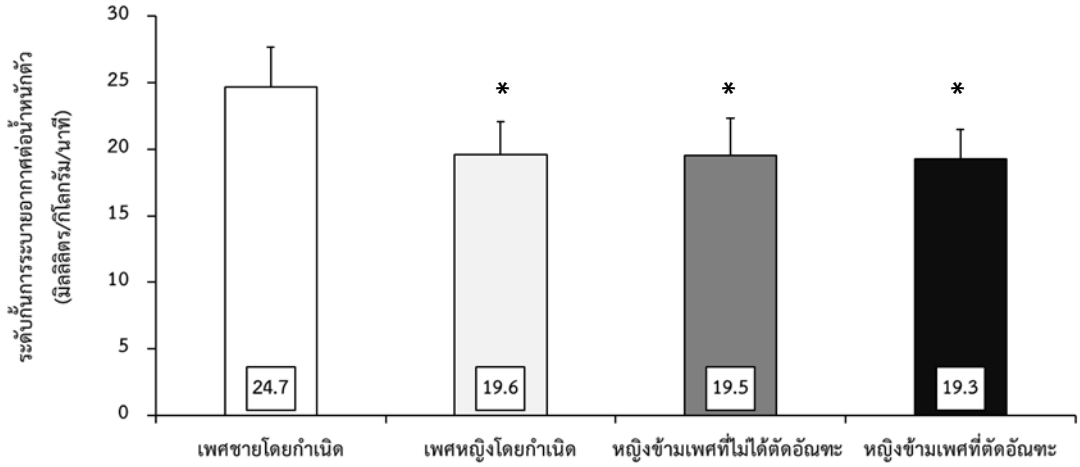
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



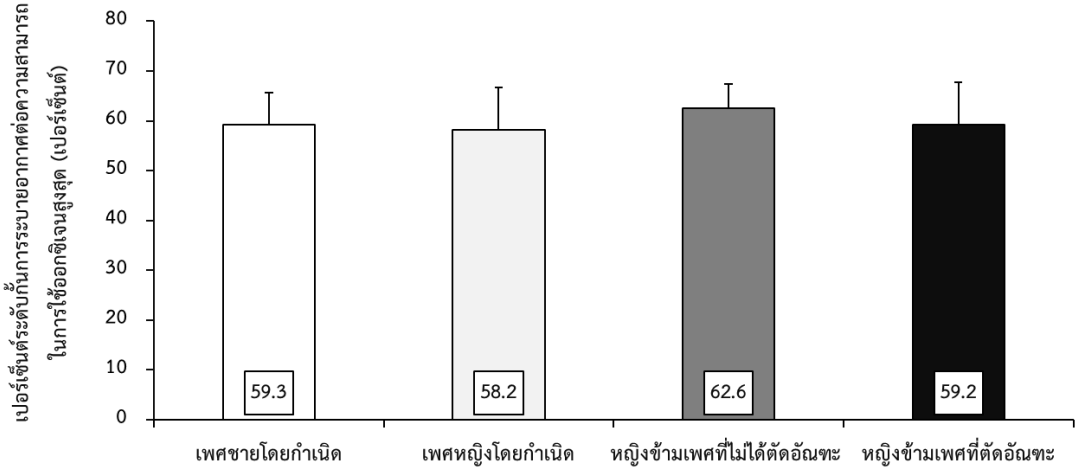
รูปที่ 57 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสัดส่วนการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



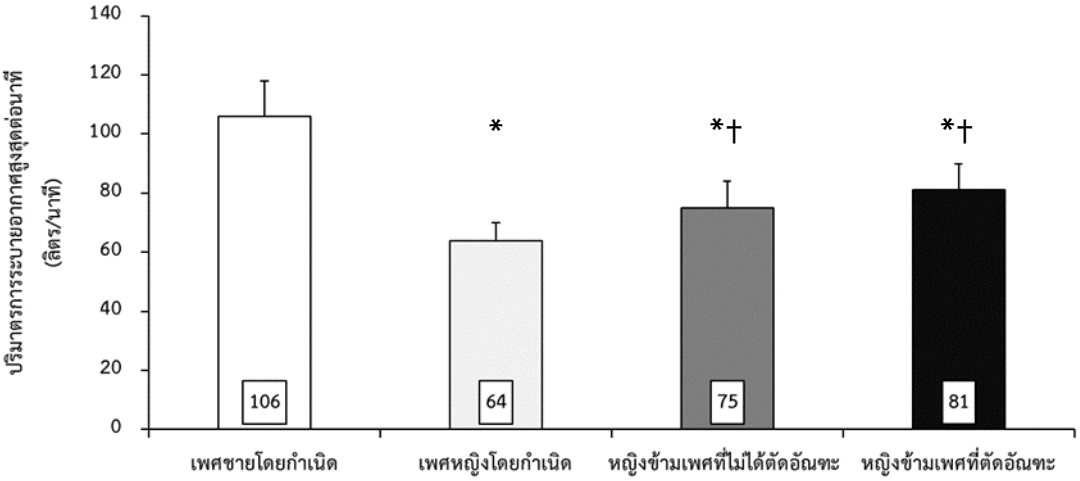
รูปที่ 58 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกเหนื่อยระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 59 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับกั้นการระบายอากาศต่อน้ำหนักตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



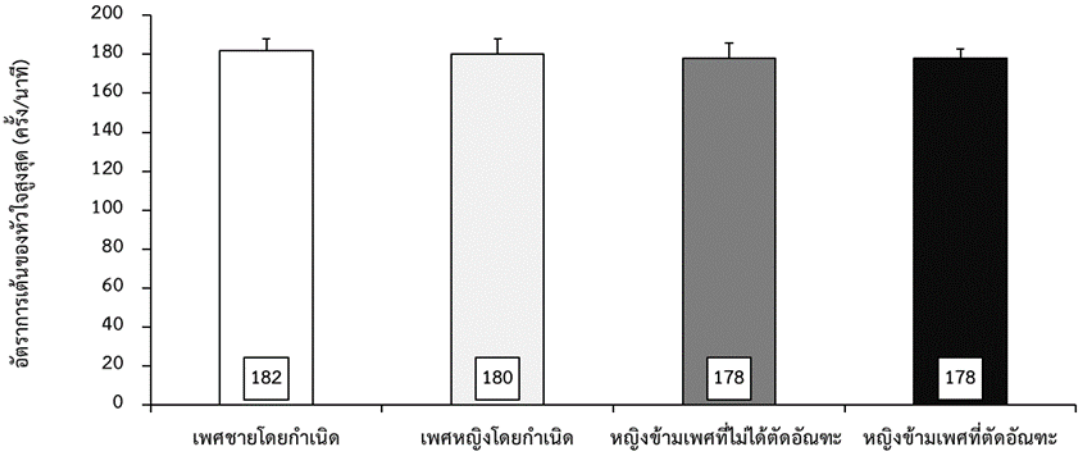
รูปที่ 60 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ระดับกั้นการระบายอากาศต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



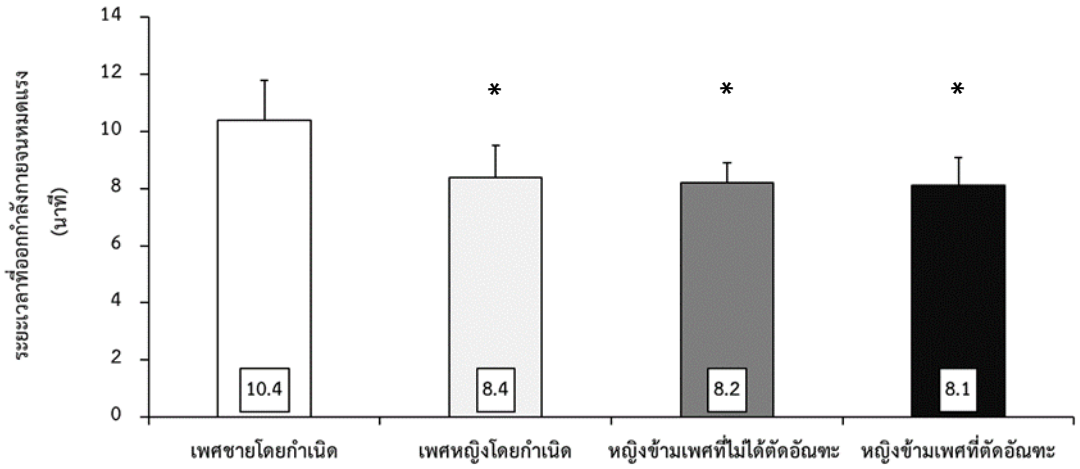
รูปที่ 61 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาทีระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 62 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 63 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ออกกำลังกายจนหมดแรงระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ข้อมูลด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

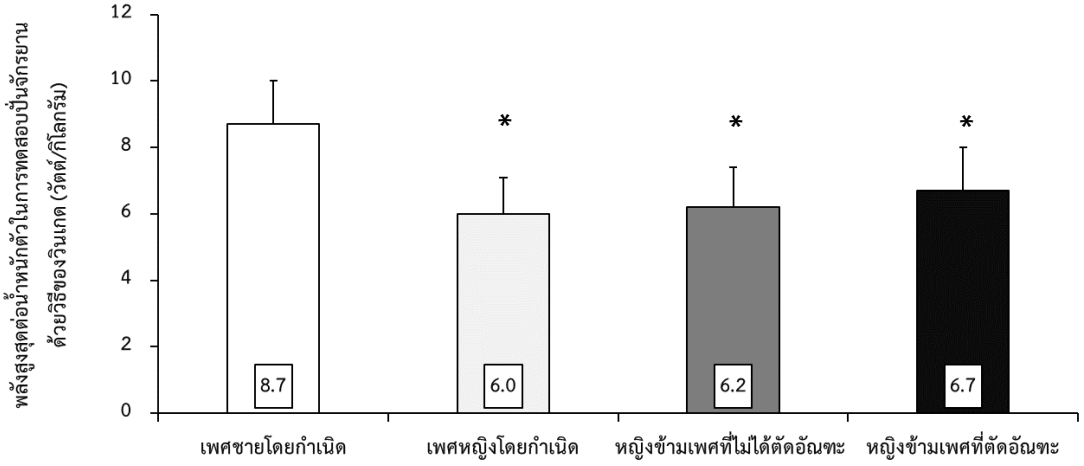
ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก	**เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)**	**เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)**	**สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว**		
					F test	Welch test	*p*-value
การทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต							
พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัว (วัตต์/กิโลกรัม)	8.7 ± 1.3	6.0 ± 1.1*	6.2 ± 1.2*	6.7 ± 1.3*	14.287		0.00
พลังเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัว (วัตต์/กิโลกรัม)	6.1 ± 0.7	4.5 ± 0.7*	4.2 ± 0.8*	4.3 ± 0.5*	21.180		0.00
ระดับความล้า (เปอร์เซ็นต์)	52.0 ± 8.7	64.8 ± 10.2*	65.1 ± 7.7*	64.2 ± 11.0*	6.727		0.00

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด

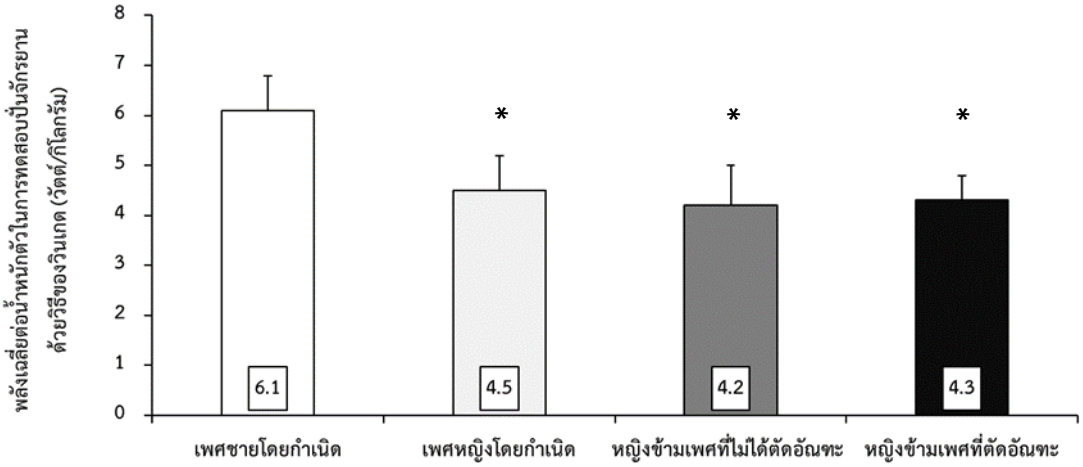
จากตารางที่ 16 และรูปที่ 64 – 66 แสดงข้อมูลด้านสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัว และพลังเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัวของการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ระดับความล้าของการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกตของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



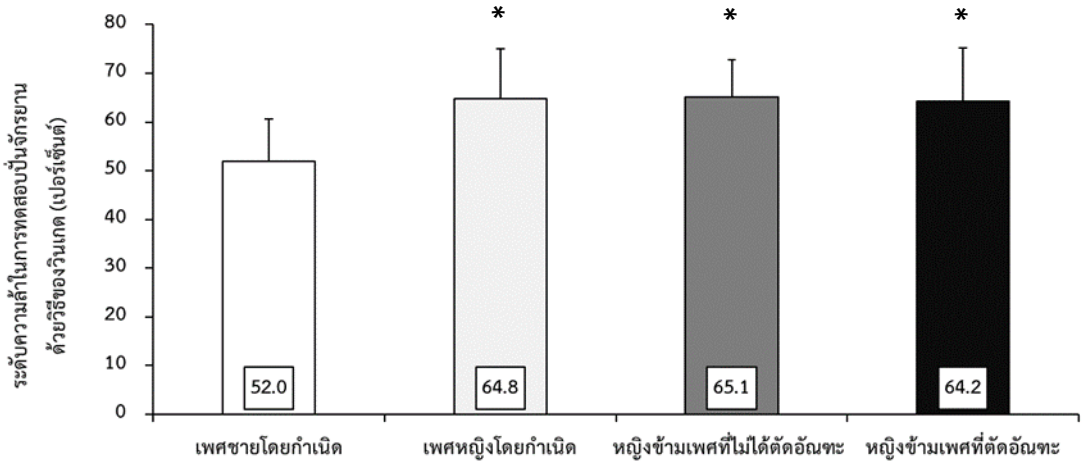
รูปที่ 64 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 65 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัวในการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 66 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับความล้าในการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

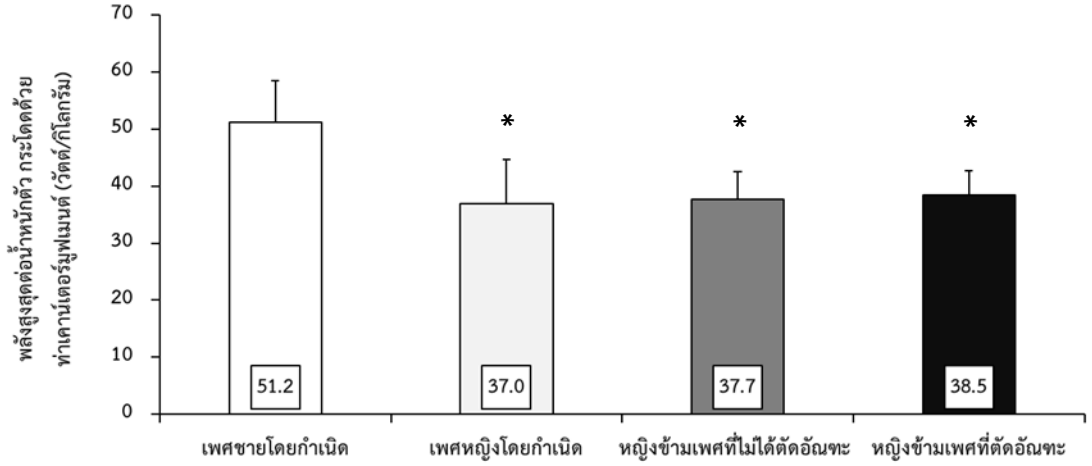
ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านพลังของกล้ามเนื้อระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านพลังของกล้ามเนื้อ	เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)	เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว		
					F test	Welch test	*p*-value
กระโดดด้วยท่า Counter movement							
พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัว (วัตต์/กิโลกรัม)	51.2 ± 7.4	37.0 ± 7.7*	37.7 ± 4.8*	38.5 ± 4.2*	17.140		0.00
ความสูงของการกระโดด (เซนติเมตร)	47.7 ± 5.8	33.9 ± 4.1*	36.6 ± 3.8*	35.6 ± 3.2*		19.708	0.00
กระโดดด้วยท่า Squat							
พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัว (วัตต์/กิโลกรัม)	48.1 ± 7.7	35.3 ± 7.7*	36.8 ± 4.3*	36.8 ± 4.6*	13.077		0.00
ความสูงของการกระโดด (เซนติเมตร)	42.1 ± 5.4	31.3 ± 2.7*	34.9 ± 3.5*	33.1 ± 3.4*	20.437		0.00

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด

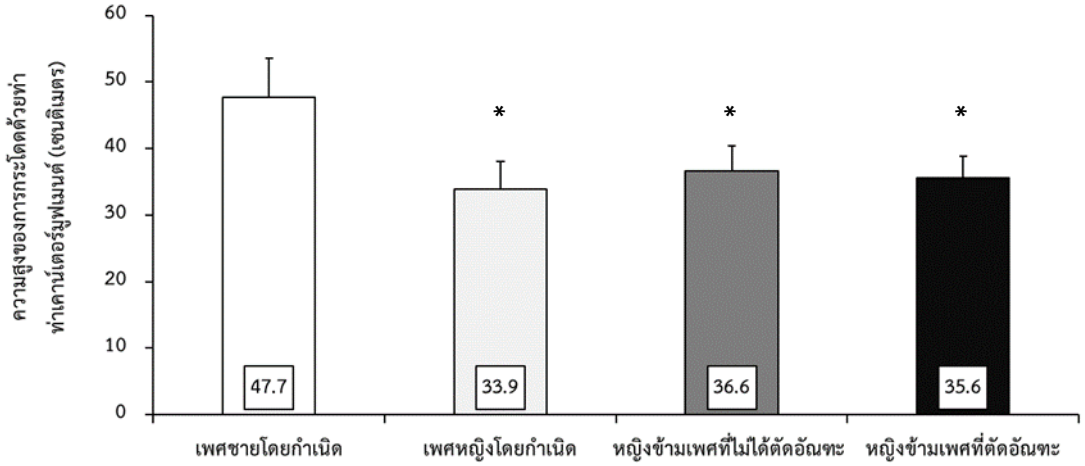
จากตารางที่ 17 และรูปที่ 67 – 70 แสดงข้อมูลด้านพลังของกล้ามเนื้อของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวและความสูงของกระโดดด้วยท่าเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวและความสูงของกระโดดด้วยท่าสควอท ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



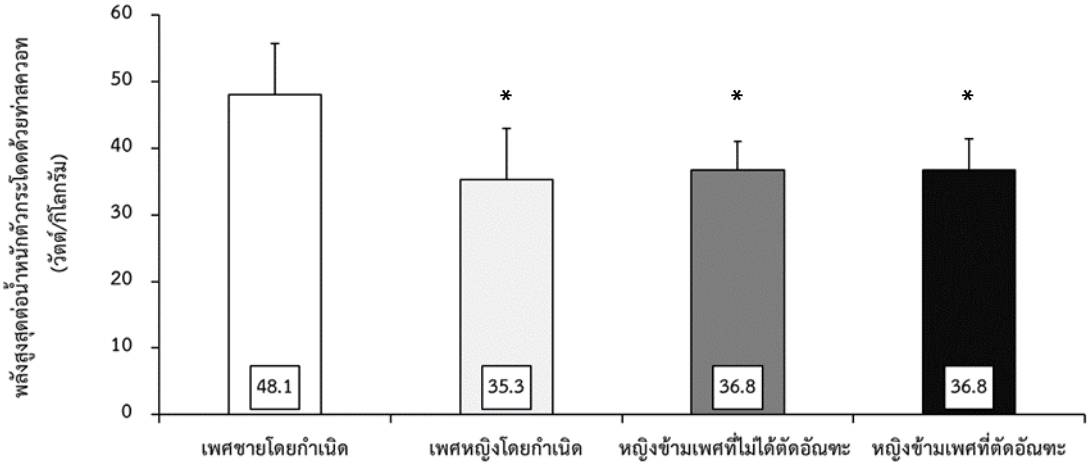
รูปที่ 67 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวกระโดดด้วยท่าเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

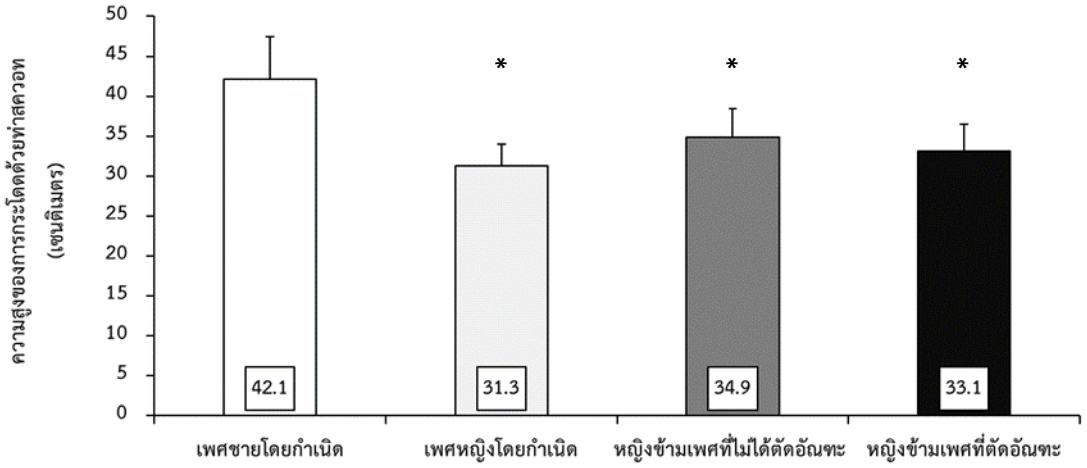


รูปที่ 68 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูงของการกระโดดด้วยท่าเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 69 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวกระโดดด้วยท่าสควอทระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 70 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูงของการกระโดดด้วยท่าสควอทระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

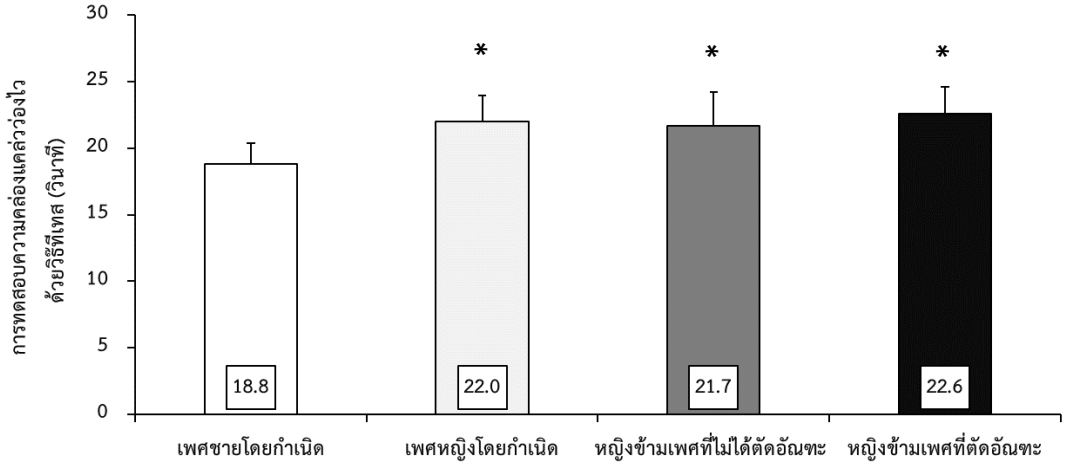
ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านความคล่องแคล่วว่องไวและด้านความเร็วระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านความคล่องแคล่วว่องไวและ ด้านความเร็ว	**เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)**	**เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)**	**สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว**		
					F test	Welch test	*p*-value
ความคล่องแคล่วว่องไว							
การทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ด้วยวิธี Agility T-Test (วินาที)	18.8 ± 1.6	22.0 ± 2.0*	21.7 ± 2.5*	22.6 ± 2.0*	10.306		0.00
ความเร็ว							
วิ่งระยะทาง 10 เมตร (วินาที)	2.03 ± 0.11	2.32 ± 0.15*	2.32 ± 0.16*	2.36 ± 0.10*	19.426		0.00
วิ่งระยะทาง 20 เมตร (วินาที)	3.54 ± 0.26	4.12 ± 0.29*	4.11 ± 0.35*	4.23 ± 0.20*	18.588		0.00
วิ่งระยะทาง 40 เมตร (วินาที)	6.55 ± 0.59	7.76 ± 0.66*	7.85 ± 0.79*	8.01 ± 0.47*	16.504		0.00

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด

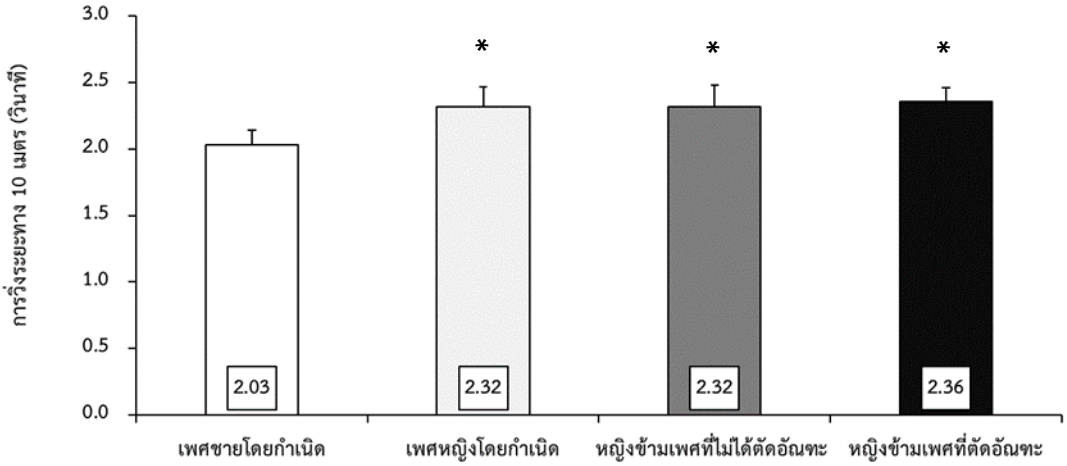
จากตารางที่ 18 และรูปที่ 71 – 74 แสดงข้อมูลด้านความคล่องแคล่วว่องไวและด้านความเร็วของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า ระยะเวลาการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวด้วยวิธีทีเทส การวิ่งระยะทาง 10 เมตร 20 เมตร และ 40 เมตร ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่ามากกว่ากว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



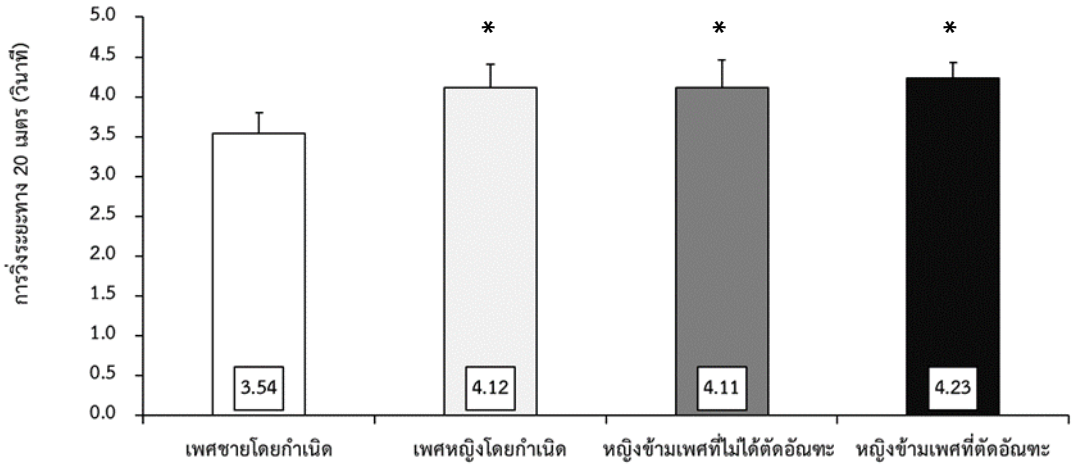
รูปที่ 71 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวด้วยวิธีทีเทส ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



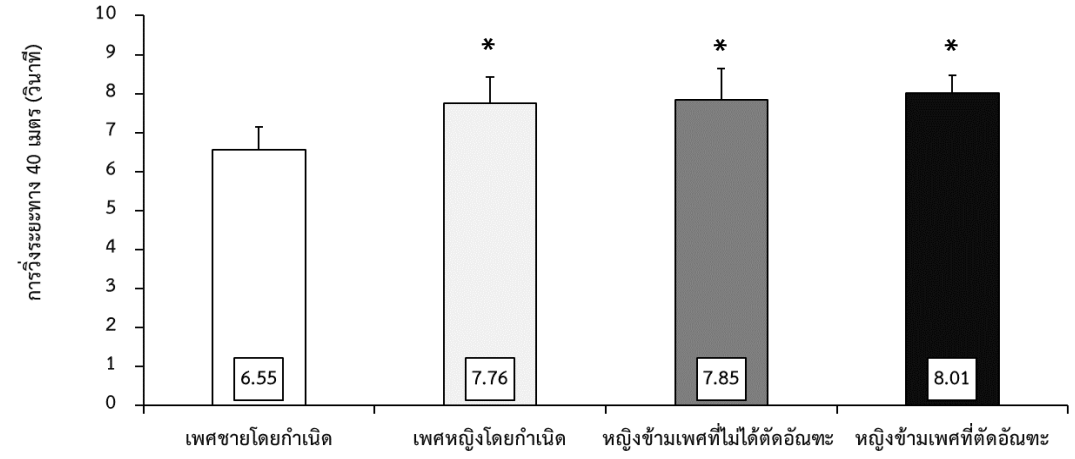
รูปที่ 72 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวิ่งระยะทาง 10 เมตร ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 73 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวิ่งระยะทาง 20 เมตร ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 74 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวิ่งระยะทาง 40 เมตร ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

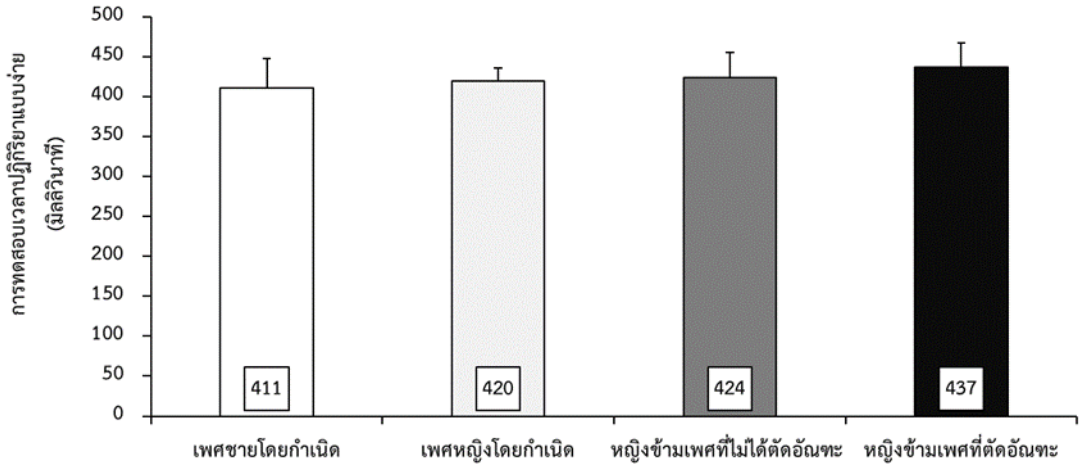
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านเวลาปฏิกิริยาและด้านการทรงตัวระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

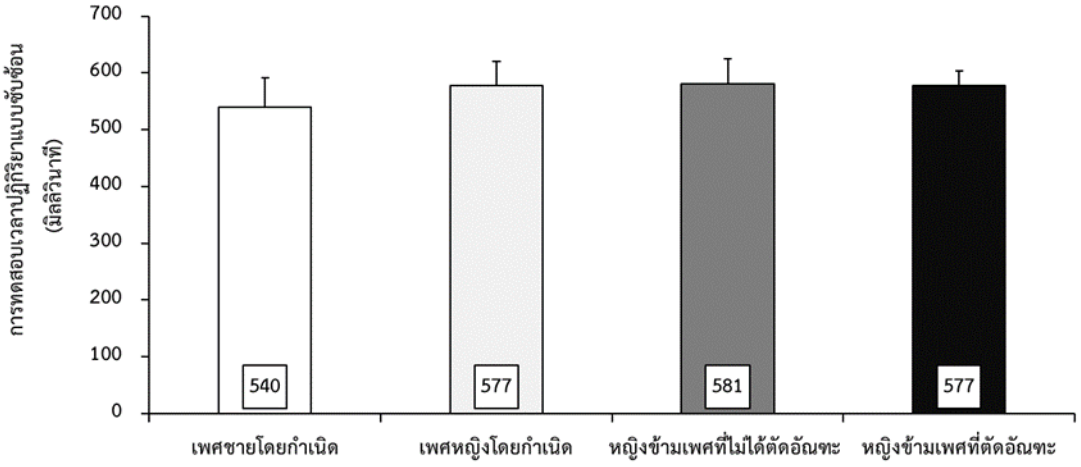
ตัวแปร ด้านเวลาปฏิกิริยาและ ด้านการทรงตัว	**เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)**	**เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)**	**สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว**		
					F test	Welch test	*p*-value
เวลาปฏิกิริยา							
การทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบง่าย (มิลลิวินาที)	411 ± 37	420 ± 16	424 ± 31	437 ± 30	1.758		0.17
การทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบซับซ้อน (มิลลิวินาที)	540 ± 52	577 ± 44	581 ± 44	577 ± 27		2.184	0.11
การทรงตัว							
การทดสอบการทรงตัวด้วยวิธีบาลานซ์ เอเรอะสะกอริงซิสเต็ม (ดัชนีคะแนน)	2.73 ± 0.32	2.56 ± 0.40	2.66 ± 0.31	2.71 ± 0.39	0.634		0.60

จากตารางที่ 19 และรูปที่ 75 – 77 แสดงข้อมูลด้านเวลาปฏิกิริยาและด้านการทรงตัวของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบง่าย การทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบซับซ้อน และการทดสอบการทรงตัวด้วยวิธีบาลานซ์เอเรอะสะกอริงซิสเต็ม ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

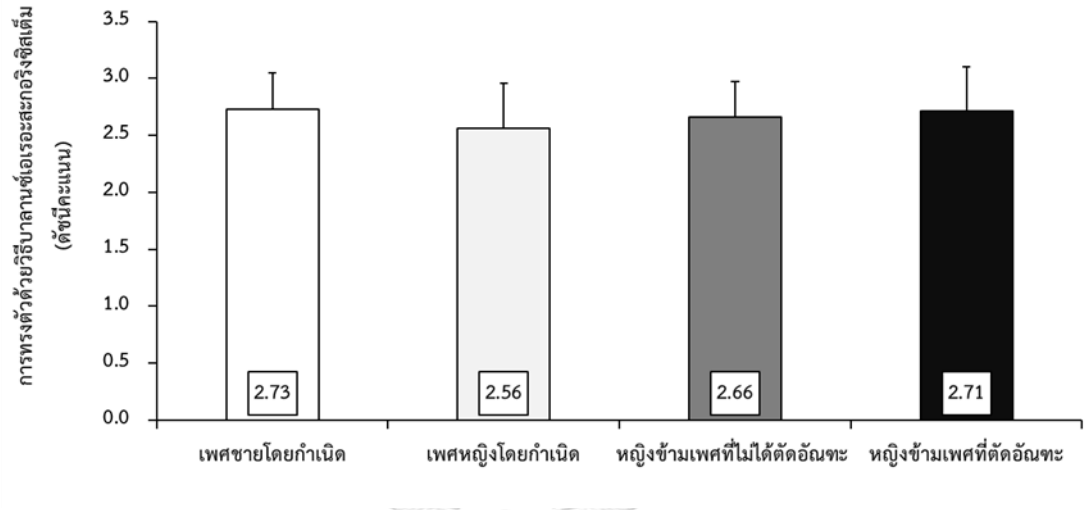
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 75 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบง่ายระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 76 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบซับซ้อนระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 77 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดสอบการทรงตัวด้วยวิธีบาลานซ์เอเรอะสะกอริงซิสเต็มระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

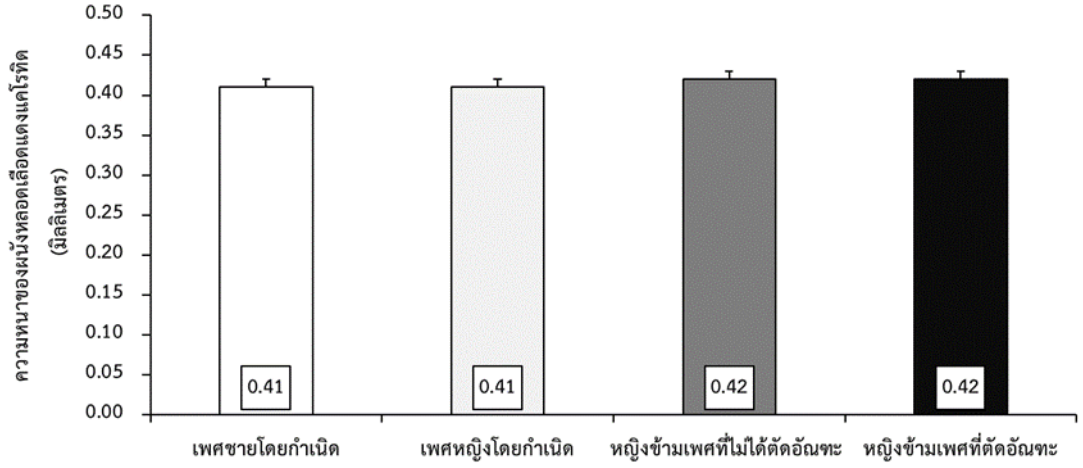
ตอนที่ 4 ข้อมูลด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

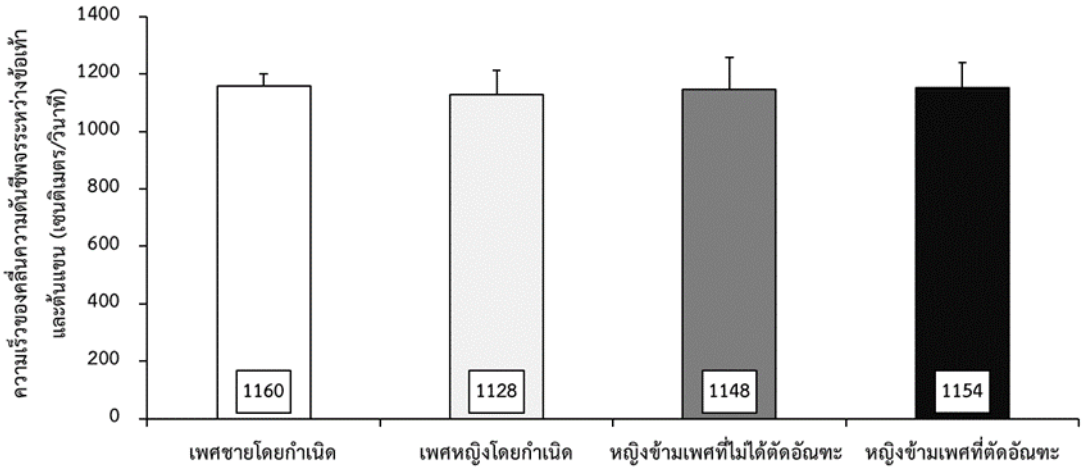
ตัวแปร ด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงาน ของหลอดเลือด	**เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)**	**เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)**	**สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว**		
					F test	Welch test	*p*-value
ความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรทิด (มิลลิเมตร)	0.41 ± 0.01	0.41 ± 0.01	0.42 ± 0.01	0.42 ± 0.01	0.174		0.96
ความเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างข้อเท้าและต้นแขน (เซนติเมตร/วินาที)	1160 ± 41	1128 ± 86	1148 ± 110	1154 ± 85		0.540	0.66
การขยายตัวของหลอดเลือดหลังการปิดกั้นการไหลเวียนของหลอดเลือดเบรเคียล (เปอร์เซ็นต์)	9.0 ± 3.2	10.3 ± 1.9	9.2 ± 3.0	9.0 ± 2.7	0.845		0.48
อัตราเฉือนของหลอดเลือดเบรเคียล (ต่อวินาที)	143.9 ± 53.4	190.2 ± 78.5	169.9 ± 50.8	138.3 ± 75.8	1.988		0.13
การไหลของเลือดบริเวณชั้นผิวหนังหลังการปิดกั้นการไหลเวียนเลือด (เปอร์เซ็นต์)	199.0 ± 112.1	195.5 ± 80.1	258.2 ± 99.0	194.6 ± 65.5	1.695		0.18

จากตารางที่ 20 และรูปที่ 78 – 82 แสดงข้อมูลด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรทิด ความเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างข้อเท้าและต้นแขน การขยายตัวของหลอดเลือดหลังการปิดกั้นการไหลเวียนของหลอดเลือดเบรเคียล อัตราเฉือนของหลอดเลือดเบรเคียล และการไหลของเลือดบริเวณชั้นผิวหนังหลังการปิดกั้นการไหลเวียนเลือด ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

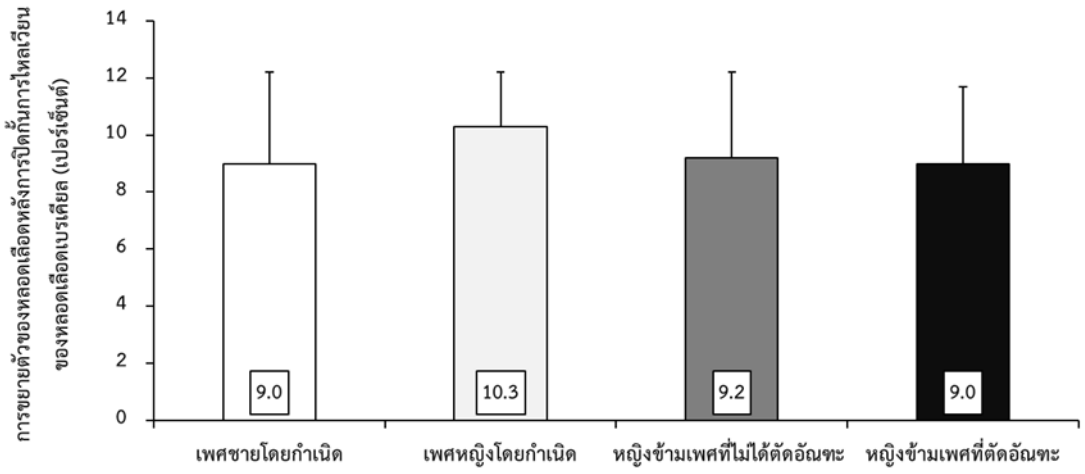
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



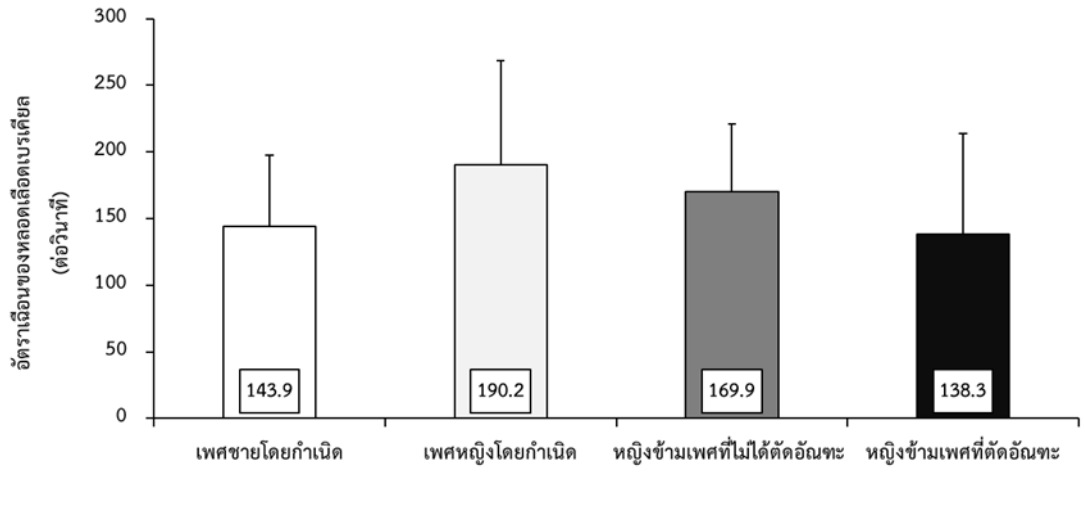
รูปที่ 78 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรทิดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



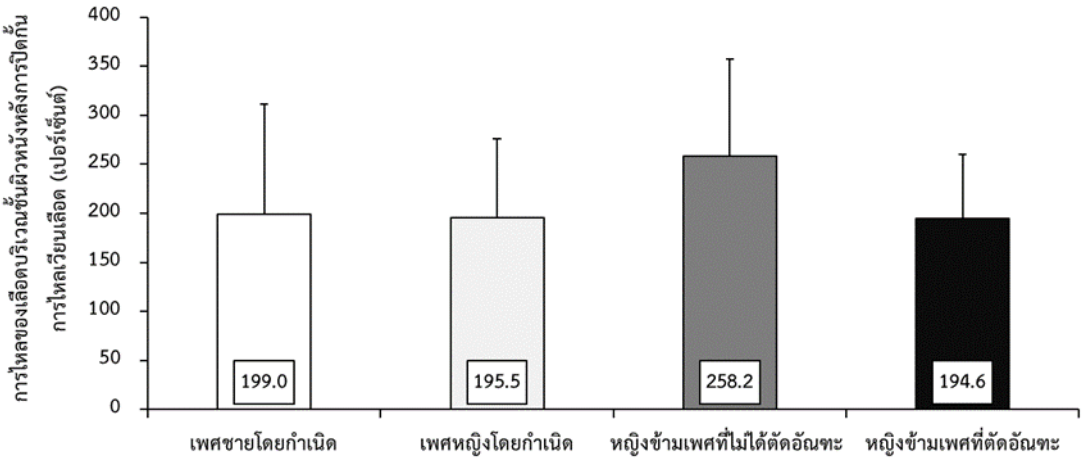
รูปที่ 79 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างข้อเท้าและต้นแขนระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 80 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการขยายตัวของหลอดเลือดหลังการปิดกั้นการไหลเวียนของหลอดเลือดเบรเคียลระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 81 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราเฉือนของหลอดเลือดเบรเคียลระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 82 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการไหลของเลือดบริเวณชั้นผิวหนังหลังการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 5 ข้อมูลด้านสารชีวเคมีในเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านฮอร์โมนเพศระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านฮอร์โมนเพศ	เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)	เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)	หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)	สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว		
					F test	Welch test	*p*-value
เทสโทสเตอโรน (นาโนโมล/ลิตร)	22.04 ± 6.05	0.96 ± 0.28*	1.18 ± 0.75*	0.56 ± 0.26*†‡		65.339	0.00
อีสตราไดออล (พิโคกรัม/มิลลิลิตร)	32.7 ± 9.5	141.4 ± 46.9*	116.0 ± 41.0*	131.1 ± 37.8*		66.903	0.00
ลูทีไนซิงฮอร์โมน (หน่วยสากล/ลิตร)	7.35 ± 1.53	10.43 ± 3.30*	7.49 ± 1.75†	11.20 ± 2.21*‡		12.034	0.00
ฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน (หน่วยสากล/ลิตร)	4.33 ± 1.26	6.59 ± 2.45*	4.58 ± 1.01†	6.95 ± 2.92*‡		5.948	0.00
เซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลิน (นาโนโมล/ลิตร)	37.7 ± 10.6	175.1 ± 79.2*	105.6 ± 56.86*	135.9 ± 58.5*		30.983	0.00
ดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟต (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	323.1 ± 83.4	211.9 ± 83.0*	195.2 ± 75.1*	199.3 ± 53.6*	9.959		0.00

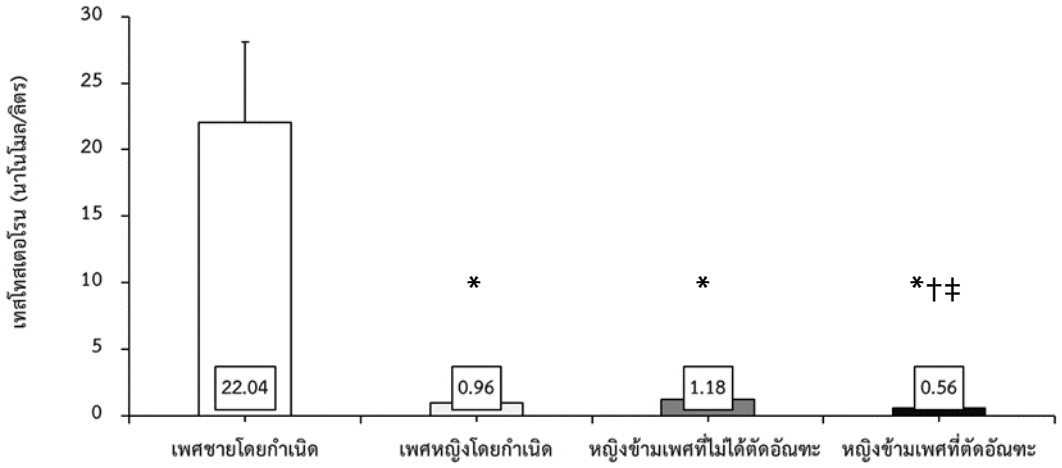
* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด, † $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด, ‡ $p < 0.05$ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะ

จากตารางที่ 21 และรูปที่ 83 – 88 แสดงข้อมูลด้านฮอร์โมนเพศของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า เทสโทสเตอโรน และดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟตของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า เทสโทสเตอโรน ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ มีค่าน้อยกว่าหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในส่วนของอีสตราไดออล และเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลินของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ พบว่า ลูทิไนซิงฮอร์โมน และฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมนของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

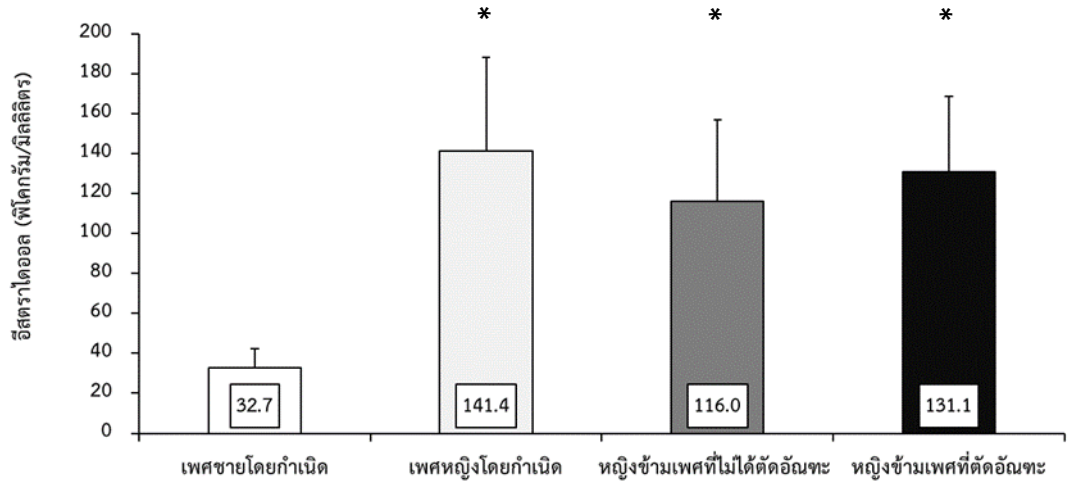


รูปที่ 83 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเทสโทสเตอโรน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

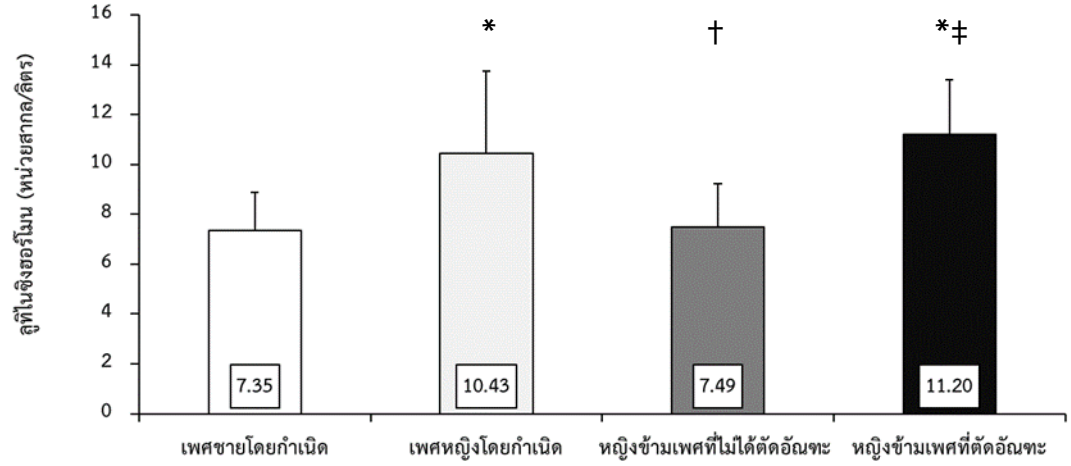
† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

‡ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 84 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับอีสตราไดออล ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

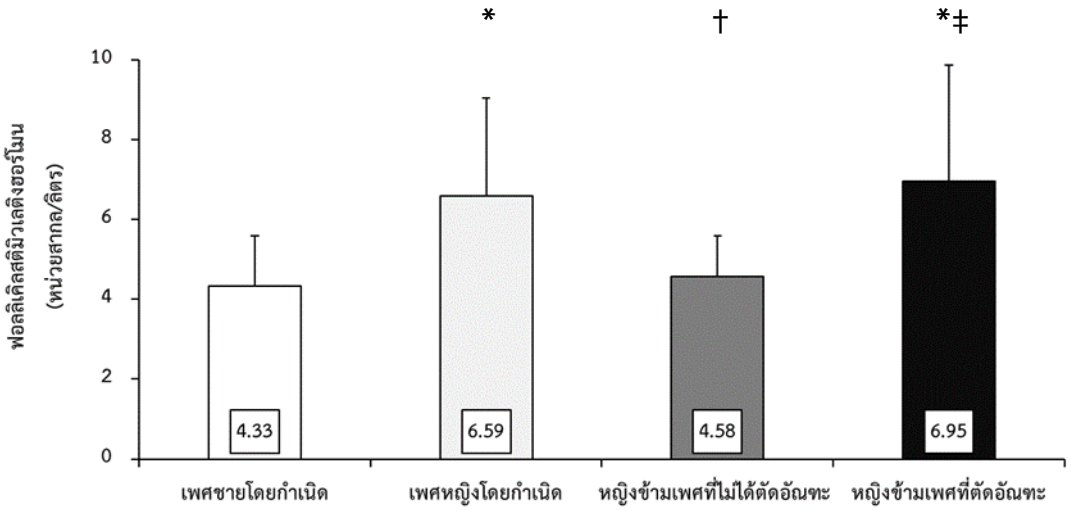


รูปที่ 85 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับลูทีไนซิงฮอร์โมน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

‡ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

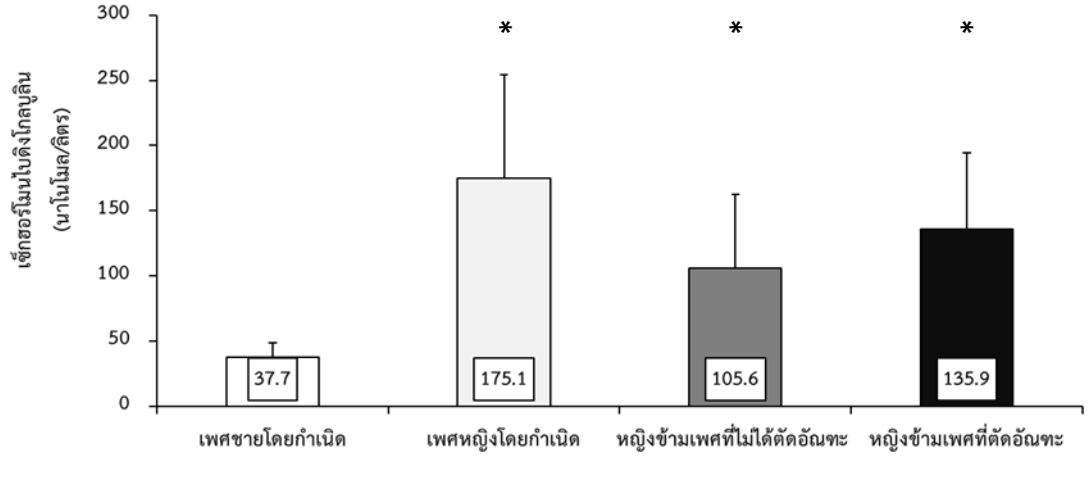


รูปที่ 86 *การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับ ฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ*

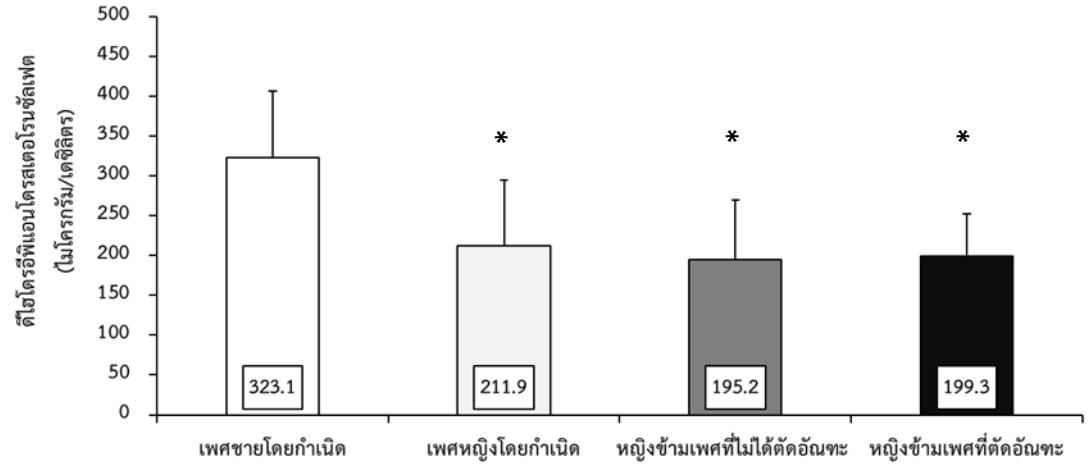
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

‡ แตกต่างกับหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 87 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลิน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 88 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟต ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด ด้านระดับน้ำตาลในเลือดและด้านระดับไขมันในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

ตัวแปร ด้านความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด ด้านระดับน้ำตาลในเลือดและ ด้านระดับไขมันในเลือด	**เพศชาย โดยกำเนิด (n=15)**	**เพศหญิง โดยกำเนิด (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ (n=15)**	**หญิงข้ามเพศ ที่ตัดอัณฑะ (n=15)**	**สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว**		
					F test	Welch test	*p*-value
เม็ดเลือดแดง (10^6/ไมโครลิตร)	5.39 ± 0.31	4.58 ± 0.55*	4.90 ± 0.30*	4.71 ± 0.33*	11.663		0.00
ฮีโมโกลบิน (กรัม/เดซิลิตร)	15.1 ± 1.0	12.5 ± 0.7*	13.1 ± 1.0*†	13.5 ± 0.8*†	27.513		0.00
ฮีมาโทคริท (เปอร์เซ็นต์)	44.6 ± 2.5	38.2 ± 2.2*	39.5 ± 2.7*	39.5 ± 2.5*	20.093		0.00
เม็ดเลือดขาว (10^3/ไมโครลิตร)	6.05 ± 1.22	5.96 ± 1.26	6.93 ± 1.23	6.27 ± 1.47	1.530		0.22
เกล็ดเลือด (10^3/ไมโครลิตร)	236.1 ± 33.8	246.2 ± 42.0	262.1 ± 32.2	245.7 ± 44.8	1.143		0.34
น้ำตาลกลูโคสในพลาสมาช่วงอดอาหาร (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	89.9 ± 6.3	84.8 ± 4.2*	84.9 ± 4.1*	86.2 ± 4.3	3.695		0.02
ไกลโคไซเลทฮีโมโกลบิน (เปอร์เซ็นต์)	5.20 ± 0.20	4.87 ± 0.24*	4.92 ± 0.23*	4.99 ± 0.34	4.624		0.01
คอเลสเตอรอลรวม (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	196.1 ± 26.6	201.9 ± 27.5	196.7 ± 34.4	195.9 ± 43.9	0.098		0.96
คอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูง (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	50.3 ± 9.8	68.7 ± 14.9*	62.7 ± 9.1*	73.4 ± 10.0*	11.724		0.00
คอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นต่ำ (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	133.0 ± 31.7	116.1 ± 43.6	133.0 ± 17.5	110.8 ± 37.3		1.770	0.18
ไตรกลีเซอไรด์ (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	95.7± 44.3	87.5 ± 37.4	83.1 ± 33.2	92.7 ± 37.8	0.304		0.82

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด, † $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิด

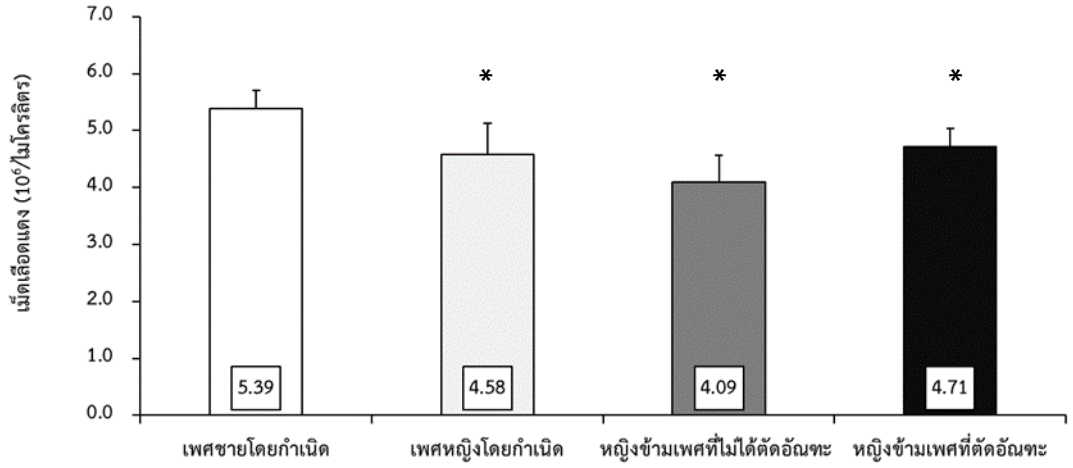
จากตารางที่ 22 และรูปที่ 89 – 99 แสดงข้อมูลด้านความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด ด้านระดับน้ำตาลในเลือด และด้านระดับไขมันในเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า เม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโทคริท ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ฮีโมโกลบิน ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในส่วนของน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาช่วงอดอาหาร และไกลโคไซเลทฮีโมโกลบินของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ พบว่า คอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูงของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

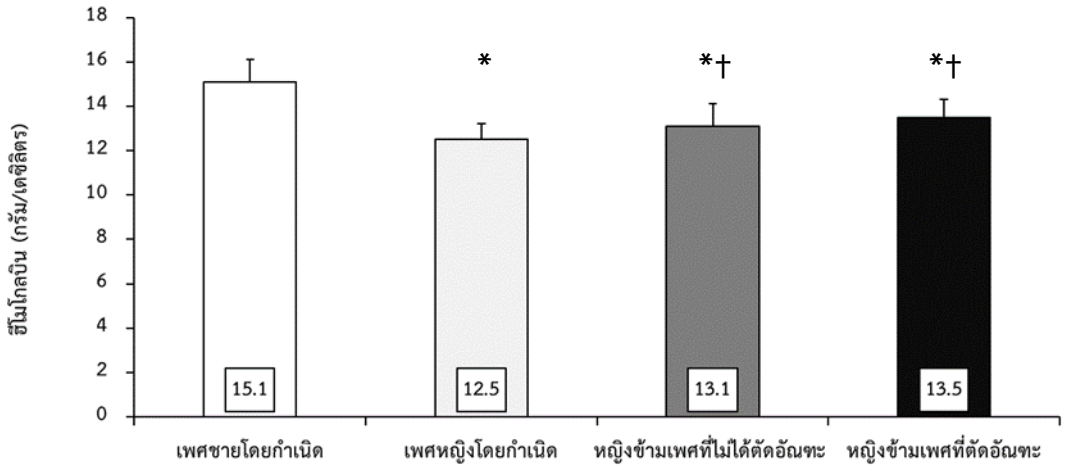
ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ เม็ดเลือดขาว เกล็ดเลือด คอเลสเตอรอลรวม คอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นต่ำ และไตรกลีเซอไรด์ ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 89 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเม็ดเลือดแดง ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

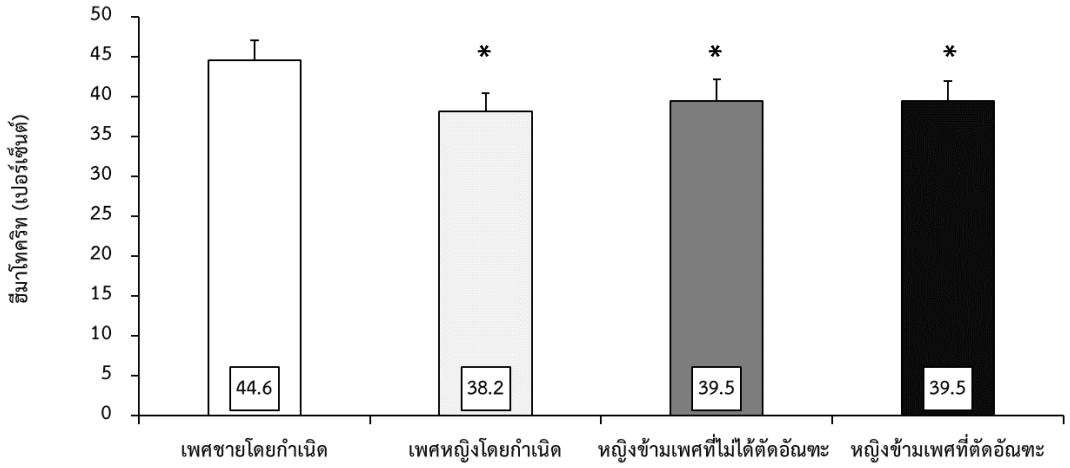
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 90 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับฮีโมโกลบิน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

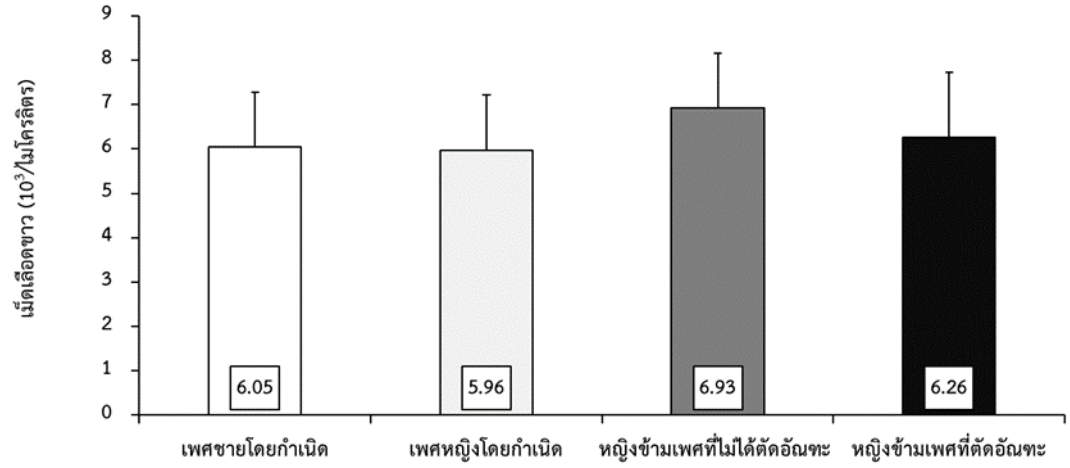
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

† แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

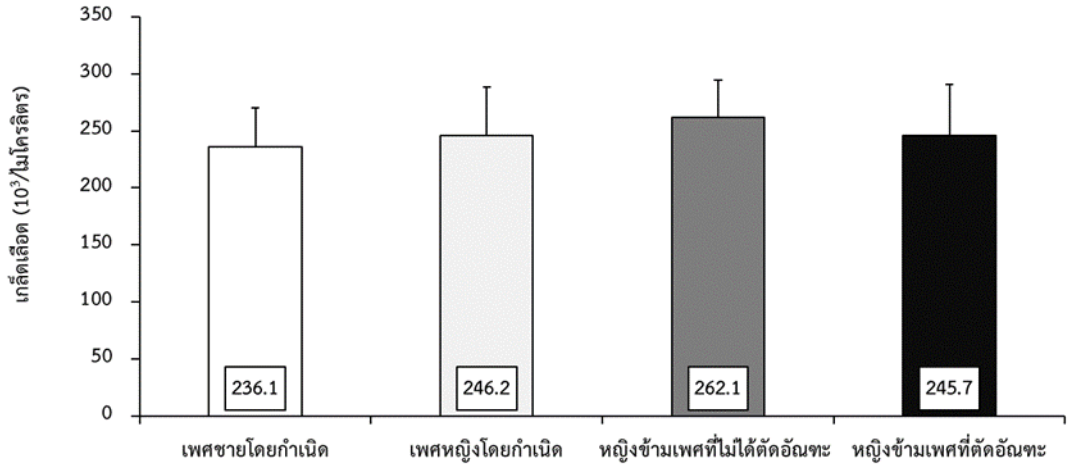


รูปที่ 91 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับฮีมาโทคริท ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

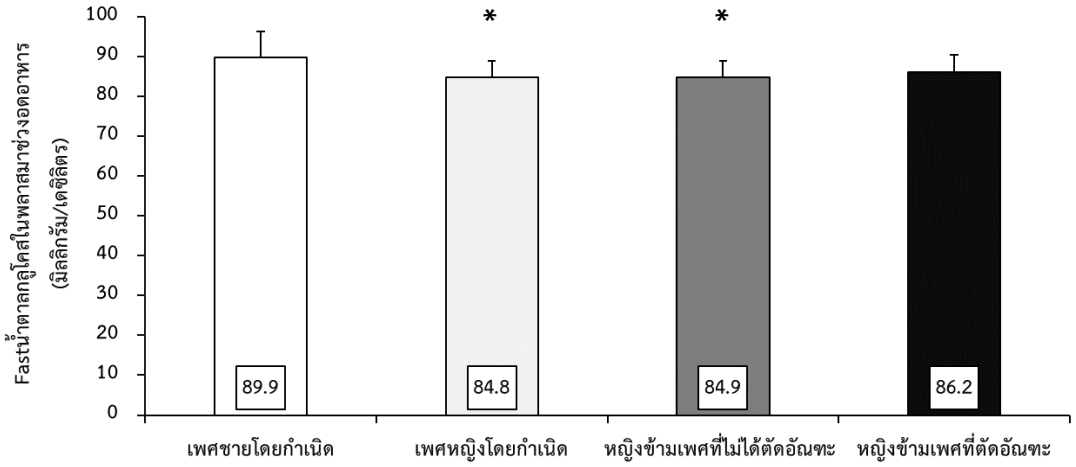
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 92 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเม็ดเลือดขาว ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

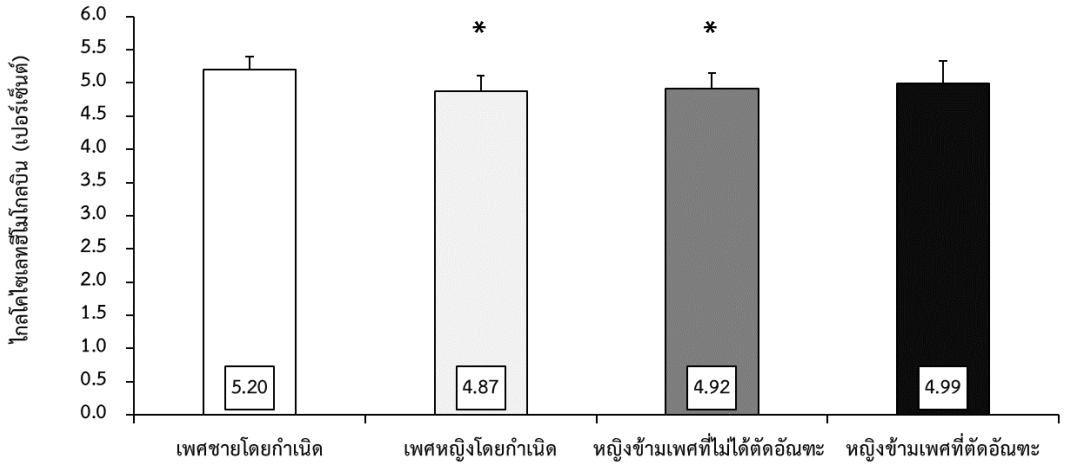


รูปที่ 93 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับเกล็ดเลือด ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

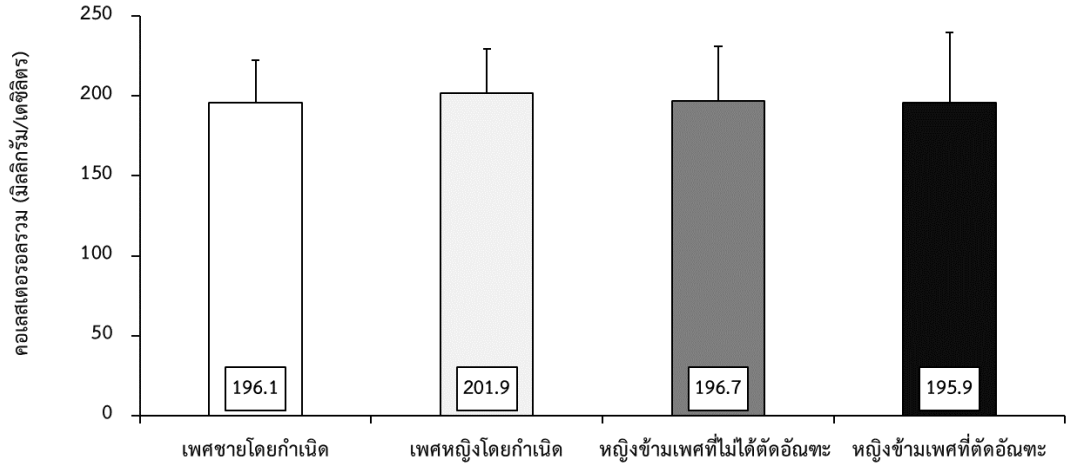


รูปที่ 94 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาช่วงอดอาหาร ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

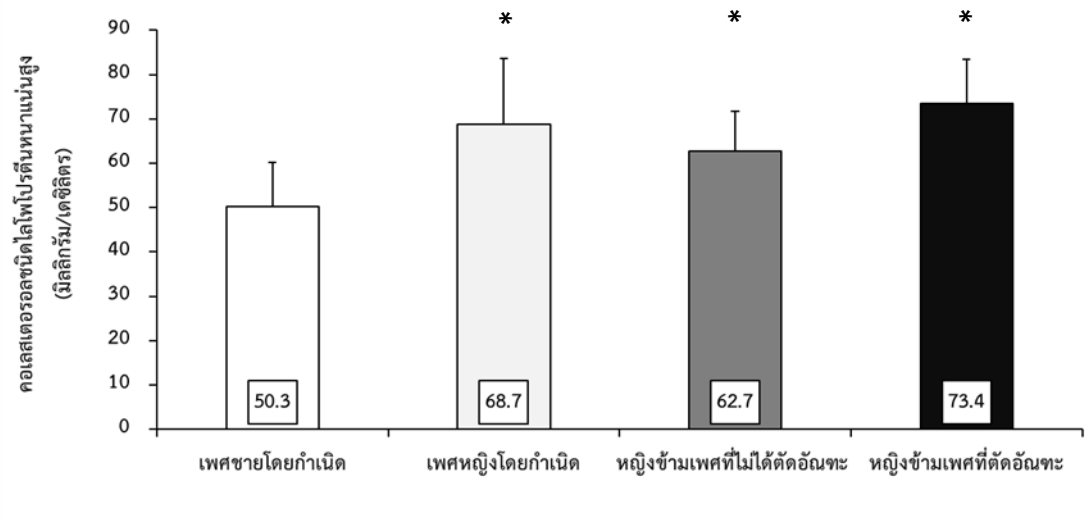
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 95 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับไกลโคไซเลทฮีโมโกลบิน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

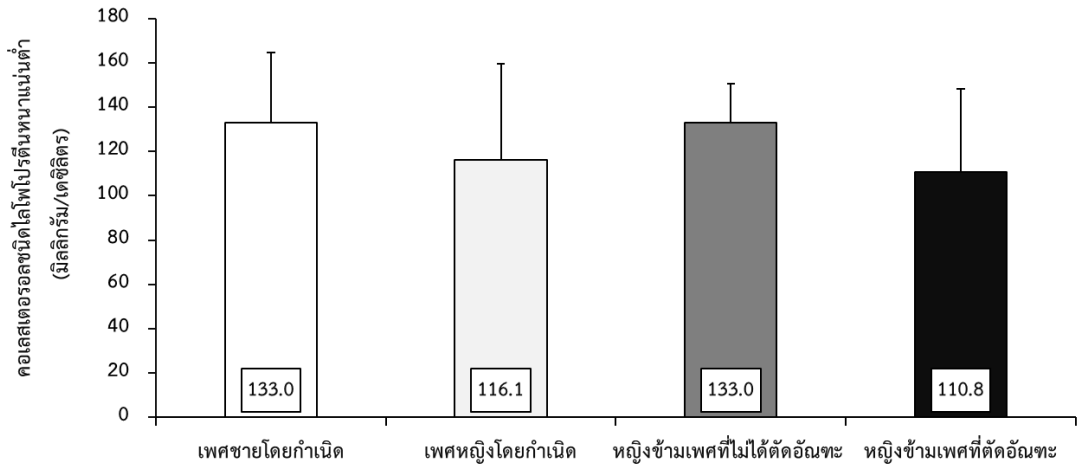


รูปที่ 96 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับคอเลสเตอรอลรวม ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

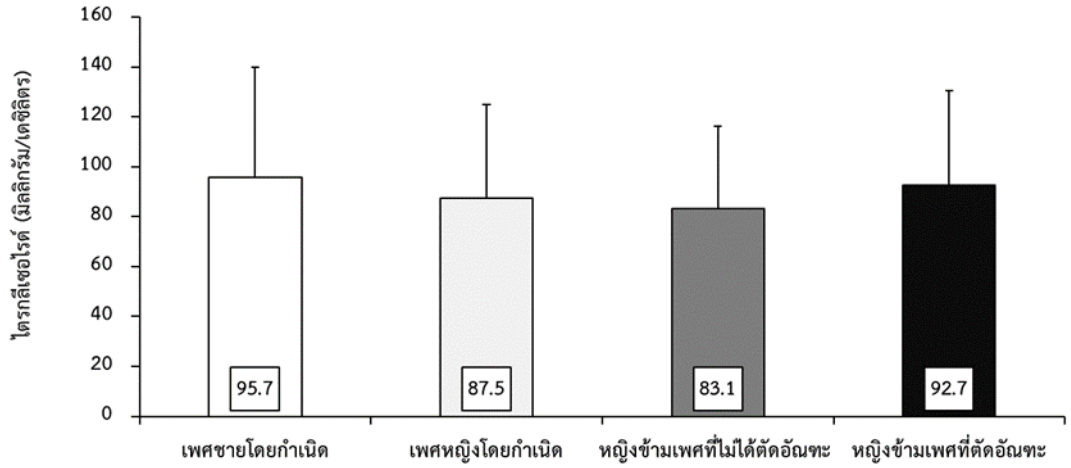


รูปที่ 97 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูง ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 98 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นต่ำ ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 99 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับไตรกลีเซอไรด์ ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลด้านการทำงานของตับ ด้านการทำงานของไตและด้านตัวบ่งชี้การทำงานของหลอดเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

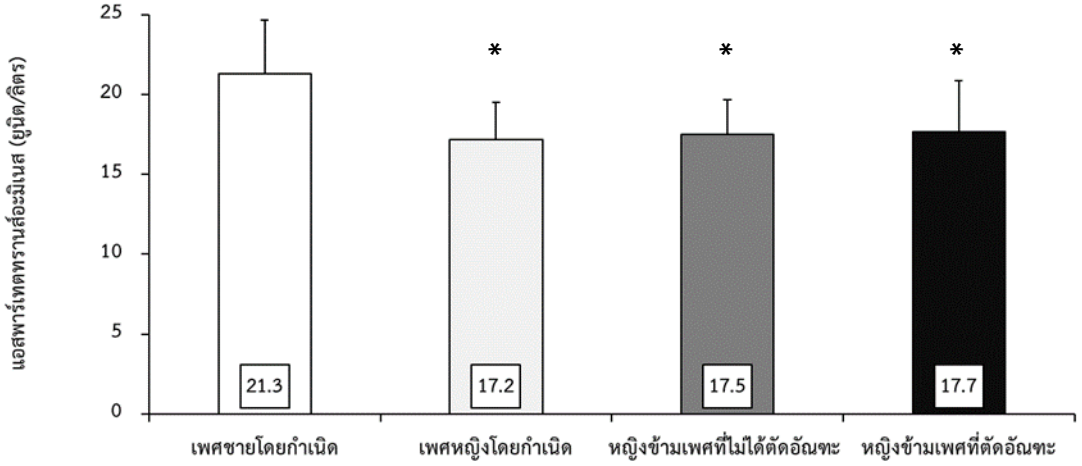
ตัวแปร **ด้านการทำงานของตับ** **ด้านการทำงานของไตและ** **ด้านตัวบ่งชี้การทำงานของหลอดเลือด**	**เพศชาย** **โดยกำเนิด** **(n=15)**	**เพศหญิง** **โดยกำเนิด** **(n=15)**	**หญิงข้ามเพศ** **ที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ** **(n=15)**	**หญิงข้ามเพศ** **ที่ตัดอัณฑะ** **(n=15)**	**สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน** **แบบทางเดียว**		
					F test	Welch test	*p*-value
แอสพาร์เทตทรานส์อะมิเนส (ยูนิต/ลิตร)	21.3 ± 3.4	17.2 ± 2.3*	17.5 ± 2.2*	17.7 ± 3.2*	6.002		0.00
อะลานีนอะมิโนทรานส์เฟอร์เรส (ยูนิต/ลิตร)	20.5 ± 5.1	13.5 ± 4.3*	12.7 ± 3.9*	13.3 ± 4.1*	10.439		0.00
อัลคาไลน์ฟอสฟาเทส (ยูนิต/ลิตร)	69.5 ± 15.4	54.5 ± 9.2*	54.4 ± 8.9*	58.3 ± 11.3	5.584		0.00
อัลบูมิน (กรัม/เดซิลิตร)	4.63 ± 0.17	4.28 ± 0.20*	4.46 ± 0.21	4.41 ± 0.20*	8.294		0.00
ยูเรียไนโตรเจนในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	14.4 ± 2.6	10.5 ± 1.9*	9.8 ± 2.9*	11.4 ± 3.1*	8.389		0.00
ครีเอทินีน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)	1.03 ± 0.14	0.69 ± 0.07*	0.78 ± 0.14*	0.73 ± 0.10*	23.391		0.00
อัตราการกรองของไต (มิลลิลิตร/นาที/1.73 ตารางเมตร)	108.0 ± 12.4	105.7 ± 11.2	101.4 ± 12.7	102.7 ± 11.4	0.842		0.48
ไนตริกออกไซด์ (ไมโครโมล)	5.71 ± 1.07	5.47 ± 0.76	5.03 ± 1.05	5.52 ± 1.30	1.061		0.37

* $p < 0.05$ แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด

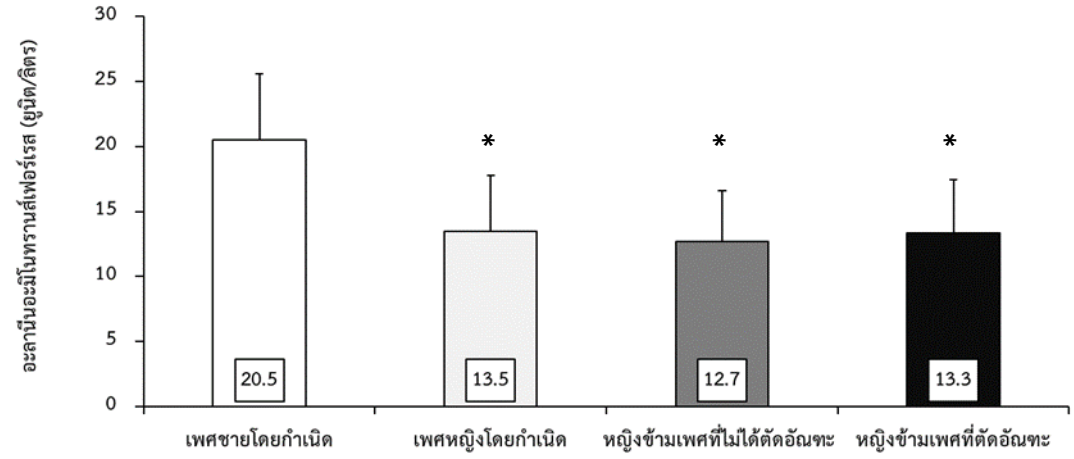
จากตารางที่ 23 และรูปที่ 100 – 107 แสดงข้อมูลด้านการทำงานของตับ ด้านการทำงานของไต และด้านตัวบ่งชี้การทำงานของหลอดเลือดของเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม พบว่า แอสพาร์เทตทรานส์อะมิเนส อะลานีนอะมิโนทรานส์เฟอร์เรส ยูเรียไนโตรเจนในเลือด และครีเอทินีนของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่า อัลคาไลน์ฟอสฟาเทสของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด นอกจากนี้ พบว่า อัลบูมิน ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ อัตราการกรองของไตและไนตริกออกไซด์ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

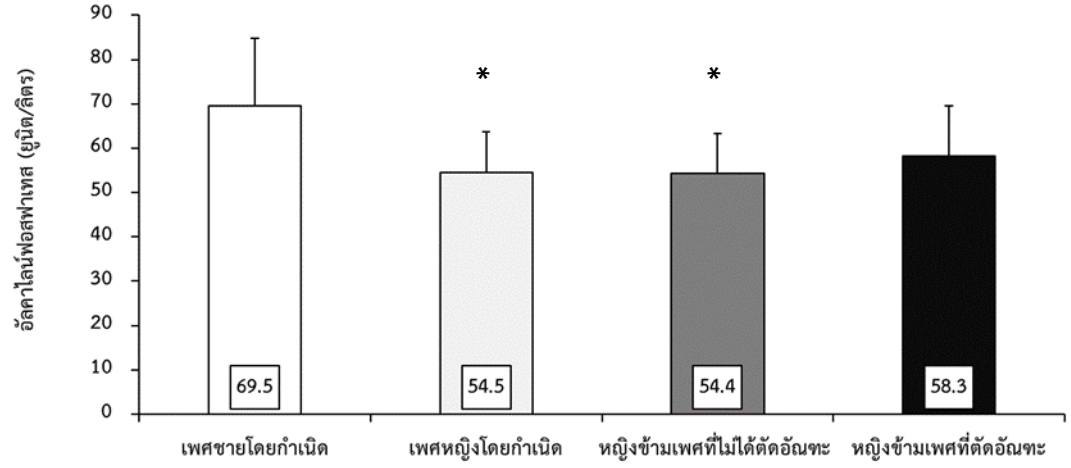
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



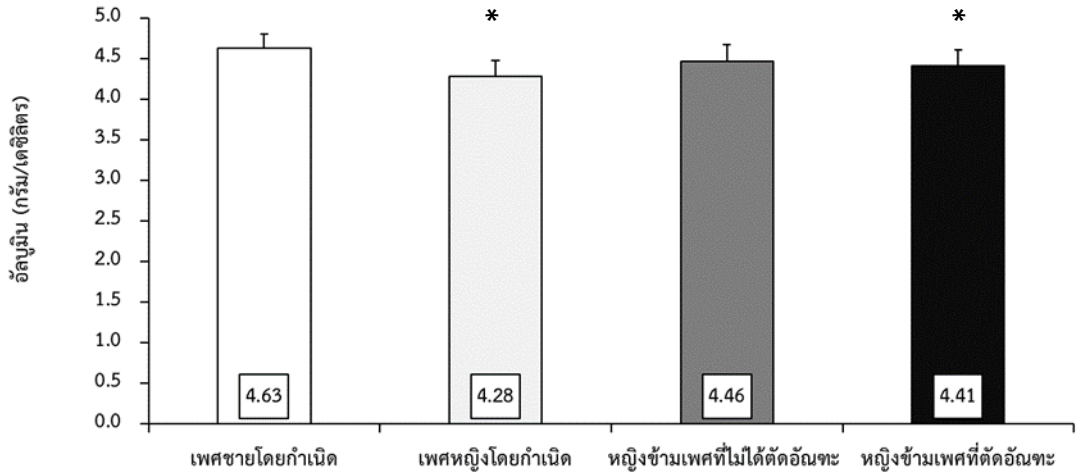
รูปที่ 100 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับแอสพาร์เทตทรานส์อะมิเนส ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ * แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



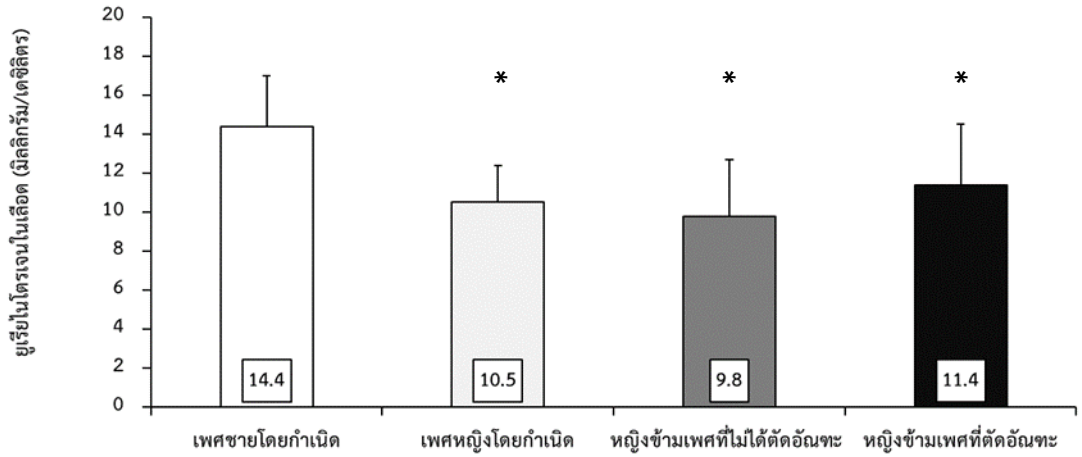
รูปที่ 101 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับลานีนอะมิโนทรานส์เฟอร์เรส ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ * แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



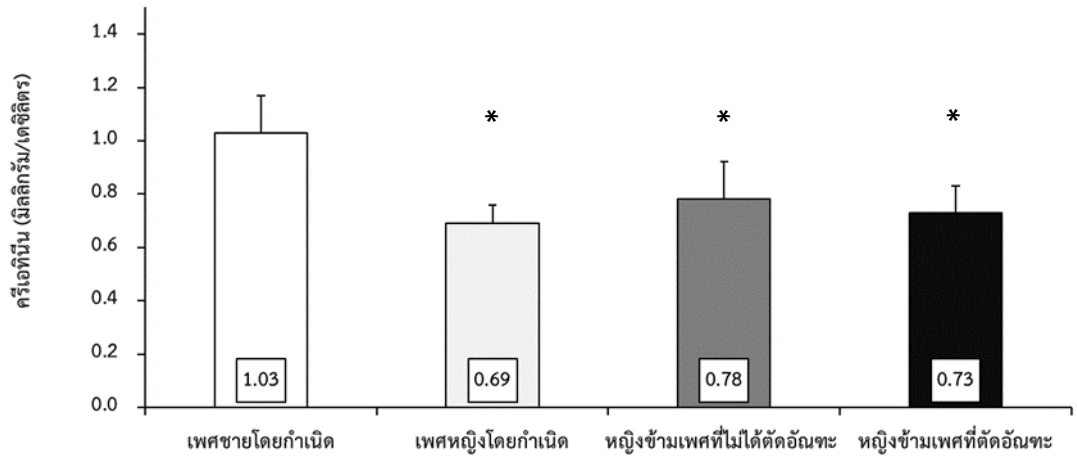
รูปที่ 102 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับอัลคาไลน์ฟอสฟาเทส ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



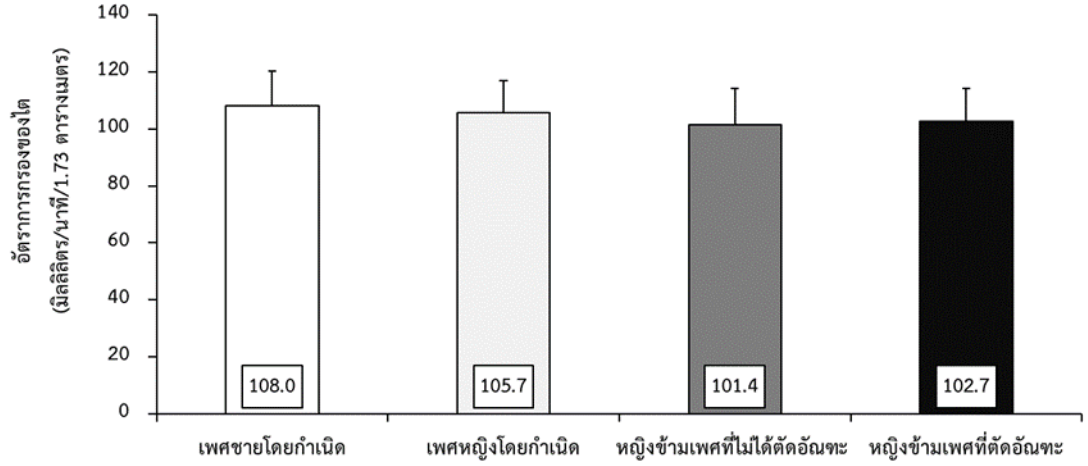
รูปที่ 103 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับอัลบูมิน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



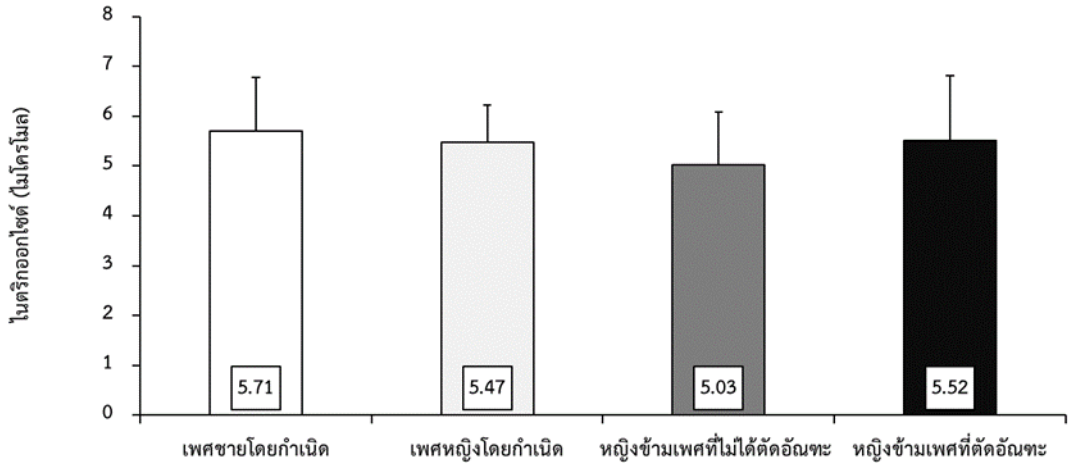
รูปที่ 104 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 105 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับครีเอทินีน ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ
* แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 106 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับอัตราการกรองของไต ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ



รูปที่ 107 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับไนตริกออกไซด์ ในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Interventional Study) ด้วยรูปแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-section study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดระยะยาวที่มีต่อสรีรวิทยาพื้นฐาน สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ โครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด และสารชีวเคมีในเลือดของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายโดยกำเนิดและเพศหญิงโดยเพศกำเนิด กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยทั้งหมดเป็นคนไทยที่พำนักอยู่ในประเทศไทย อายุระหว่าง 20 ถึง 35 ปี มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติระหว่าง 18.5 ถึง 24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ไม่ใช้ยาต้านการอักเสบ ยาต้านอิมมูน และอาหารเสริมที่มีผลต่อฮอร์โมนเพศและสมรรถภาพทางกาย และไม่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทกล้ามเนื้อและข้อต่อ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และไม่มีข้อจำกัดในการออกกำลังกาย จำนวนทั้งสิ้น 60 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยการจับกลุ่มทดลองรายคู่ให้มีลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันของอายุ และระดับกิจกรรมทางกาย ได้แก่ กลุ่มเพศชายโดยกำเนิด กลุ่มเพศหญิงโดยกำเนิด กลุ่มหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และกลุ่มหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ โดยกลุ่มหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะจะต้องได้รับฮอร์โมนเพศหญิงร่วมกับยาต้านฮอร์โมนเพศชายต่อเนื่องอย่างน้อย 6 เดือน และกลุ่มหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะจะต้องได้รับการผ่าตัดอัณฑะและหายดีจนสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้เป็นปกติแล้วอย่างน้อย 3 เดือนร่วมกับใช้ฮอร์โมนเพศหญิงต่อเนื่องอย่างน้อย 6 เดือน ทั้งนี้หญิงข้ามเพศทั้งสองกลุ่มจะต้องมีระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในเลือดต่ำกว่า 10 นาโนโมลต่อลิตร

การทดสอบตัวแปรต่างๆ ในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 วัน โดยในวันแรกจะมีการเจาะเลือดตรวจสารชีวเคมีในเลือด ตัวแปรด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน ด้านองค์ประกอบของร่างกาย ด้านการใช้พลังงานขณะพัก หลังจากนั้นจะให้กลุ่มตัวอย่างรับประทานอาหารเช้าและพักรอ 30 นาที โดยระหว่างรอพักจะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามประเมินแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 15-69 ปี) แบบประเมินคุณภาพชีวิตขององคการอนามัยโลก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชุดยอ ฉบับภาษาไทย และแบบวัดความเครียดสวนปรุง และทำการตัวแปรด้านทดสอบโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด ด้านความอ่อนตัว ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจตามลำดับ ในการทดสอบวันที่ 2 ทำการวัดตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา ด้านการทรงตัว ด้านพลังของกล้ามเนื้อ ด้านความเร็ว ด้านความคล่องแคล่วว่องไว ด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ และด้านสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก ตามลำดับ โดยระหว่างการทดสอบแต่ละตัวแปรผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างพักประมาณ 15 นาที หรือจนกว่าจะรู้สึกหายเหนื่อย และนำผลการศึกษามาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 23 และแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือ ค่ามัธยฐานและพิสัยควอร์ไทล์ โดยหากข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) จะวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ด้วยการทดสอบความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) ซึ่งหากข้อมูลแต่ละกลุ่มที่ความแปรปรวนไม่แตกต่างกับจะทำการทดสอบด้วยวิธี F test หากพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มจะทำการเปรียบเทียบรายคู่ (Post hoc) ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni) แต่หากข้อมูลแต่ละกลุ่มที่ความแปรปรวนแตกต่างกับจะทำการทดสอบด้วยวิธี Welch test หากพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มจะทำการเปรียบเทียบรายคู่ (Post hoc) ด้วยวิธีเกมส์โฮเวล (Games-Howell) นอกจากนี้หากข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ (Non-normal distribution) จะวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ด้วยสถิติแบบไม่มีพารามิเตอร์ด้วยการทดสอบของครูสคัลวอลลิส (Kruskal-Wallis test)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาและเปรียบเทียบตัวแปรด้านกระบวนการข้ามเพศ ด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน ด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ ด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด และด้านสารชีวเคมีในเลือดระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ มีรายละเอียดดังนี้

1. ด้านกระบวนการข้ามเพศ

ระยะเวลาการศัลยกรรมเต้านม และระยะเวลาการศัลยกรรมใบหน้าของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ ระยะเวลาการใช้ฮอร์โมนเพศหญิงระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

2. ด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน

ส่วนสูง น้ำหนัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และการใช้พลังงานขณะพักของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ส่วนสูง ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และการใช้พลังงานขณะพักของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของอายุ ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ระดับความเครียด ระดับคุณภาพชีวิต กิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวัน การเผาผลาญไขมันขณะพัก และการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตขณะพักระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

3. ด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ

3.1 ด้านองค์ประกอบของร่างกาย

มวลกล้ามเนื้อในแต่ละส่วน ได้แก่ ทั้งร่างกาย แขน ขา ลำตัว และเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อทั้งร่างกาย ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า มวลกล้ามเนื้อในแต่ละส่วน ได้แก่ ทั้งร่างกาย แขน ขา และลำตัว ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ พบว่า มวลไขมันในช่องท้อง ของเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งร่างกาย ของเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ มวลไขมันทั้งร่างกาย ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

3.2 ด้านมวลกระดูก

พื้นที่กระดูกทั้งร่างกาย พื้นที่กระดูกสันหลังส่วนล่าง พื้นที่คอของกระดูกต้นขา และพื้นที่กระดูกแขนท่อนล่าง ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศชายโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนของมวลกระดูก พบว่า มวลกระดูกทั้งร่างกาย ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัด

อัณฑะ และเพศชายโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ส่วนมวลกระดูกคอของกระดูกต้นขาของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และมวลกระดูกแขนท่อนล่างของเพศหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า มวลกระดูกแขนท่อนล่างของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของมวลกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างกลุ่ม ในส่วนของความหนาแน่นของกระดูก พบว่า ความหนาแน่นของกระดูกทั้งร่างกาย และความหนาแน่นของกระดูกแขนท่อนล่างของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ส่วนความหนาแน่นของกระดูกคอของกระดูกต้นขา ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่า ความหนาแน่นของกระดูกคอของกระดูกต้นขา ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าน้อยกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของความหนาแน่นของกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างกลุ่ม ในส่วนของค่าทีของกระดูก พบว่า ค่าทีของกระดูกทั้งร่างกายของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ส่วนค่าทีของกระดูกคอของกระดูกต้นขาของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าน้อยกว่า เพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด และหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และพบว่า ค่าทีของกระดูกแขนท่อนล่างของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของค่าทีของกระดูกสันหลังส่วนล่างระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดศอกต่อน้ำหนักตัว แรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอศอกต่อน้ำหนักตัว แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าต่อน้ำหนักตัว และแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข่าต่อน้ำหนักตัว ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.4 ด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ

งานรวมต่อน้ำหนักตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และงานรวมต่อน้ำหนักตัวของกล้ามเนื้องอเข่า ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ไม่พบความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ ระดับความล้าของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และระดับความล้าของกล้ามเนื้องอเข่า ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

3.5 ด้านความอ่อนตัว

ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการทดสอบนั่งงอตัวไปด้านหน้า ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

3.6 ด้านสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ระดับกั้นการระบายอากาศต่อน้ำหนักตัว ปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาที และระยะเวลาที่ออกกำลังกายจนหมดแรง ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาที ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ สัดส่วนการแลกเปลี่ยนอากาศ ระดับความรู้สึกเหนื่อย เปอร์เซ็นต์ระดับกั้นการระบายอากาศต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

Chulalongkorn University

4. ด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ

4.1 ด้านสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก

พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัว และพลังเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัว ของการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกต ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ระดับความล้าของการทดสอบปั่นจักรยานด้วยวิธีของวินเกตของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ด้านพลังของกล้ามเนื้อ

พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวและความสูงของกระโดดด้วยท่าเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ พลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวและความสูงของกระโดดด้วยท่าสควอท ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ด้านความคล่องแคล่วว่องไว

ระยะเวลาการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวด้วยวิธีทีเทสของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่ามากกว่ากว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.4 ด้านความเร็ว

ระยะเวลาการทดสอบวิ่งระยะทาง 10 เมตร 20 เมตร และ 40 เมตร ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.5 ด้านเวลาปฏิกิริยา

ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบง่าย และการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบซับซ้อน ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

4.6 ด้านการทรงตัว

ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการทดสอบการทรงตัวด้วยวิธีบาลานซ์เอเรอะสะกอริงซิสเต็ม ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

5. ด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรทิด ความเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างข้อเท้าและต้นแขน การขยายตัวของหลอดเลือดหลังการปิดกั้นการไหลเวียนของหลอดเลือดเบรเคียล อัตราเฉือนของหลอดเลือดเบร

เคียล และการไหลของเลือดบริเวณชั้นผิวหนังหลังการปิดกั้นการไหลเวียนเลือด ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

6. ด้านสารชีวเคมีในเลือด

6.1 ด้านฮอร์โมนเพศ

เทสโทสเตอโรน และดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟตของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า เทสโทสเตอโรน ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ มีค่าน้อยกว่าหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนของอีสตราไดออล และเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลินของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ พบว่า ลูทีไนซิงฮอร์โมน และฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมนของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 ด้านความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด

เม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโทคริท ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ฮีโมโกลบิน ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่ามากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

6.3 ด้านระดับน้ำตาลในเลือด

น้ำตาลกลูโคสในพลาสมาช่วงอดอาหาร และไกลโคไซเลทฮีโมโกลบินของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.4 ด้านระดับไขมันในเลือด

คอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูงของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของคอเลสเตอรอลรวม คอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นต่ำ และไตรกลีเซอไรด์ ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

6.5 ด้านการทำงานของตับ

แอสพาร์เทตทรานส์อะมิเนส และอะลานีนอะมิโนทรานส์เฟอร์เรส ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่า อัลคาไลน์ฟอสฟาเทสของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด นอกจากนี้ พบว่า อัลบูมิน ของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.6 ด้านการทำงานของไต

ยูเรียไนโตรเจนในเลือด และครีเอทินีนของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของ อัตราการกรองของไตระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.7 ด้านตัวบ่งชี้การทำงานของหลอดเลือด

ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของไนตริกออกไซด์ระหว่างเพศชายโดยกำเนิด เพศหญิงโดยกำเนิด หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ

อภิปรายผลการวิจัย

การับรู้เพศของตนเองที่ไม่ตรงกับเพศกำเนิดทำให้เกิดภาวะทุกข์ทางเพศ (Gender dysphoria) โดยมีการสำรวจ พบว่า จำนวนของผู้มีความหลากหลายทางเพศมีจำนวนมากขึ้นทุกปี (Zucker, 2017) ซึ่งในจำนวนของผู้มีความหลากหลายทางเพศมีการใช้กระบวนการทางการแพทย์เพื่อข้ามเพศจากเพศกำเนิดไปสู่การแสดงออกอัตลักษณ์ที่แตกต่างจากเพศเดิม ทั้งการใช้ฮอร์โมนบำบัดและการผ่าตัด (Unger, 2016) โดยผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระยะเวลาของการใช้ฮอร์โมนเพศหญิงระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะไม่แตกต่างกัน แต่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะเข้าสู่กระบวนการข้ามเพศด้วยการศัลยกรรมเต้านม และการศัลยกรรมไปหน้าก่อนหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ ซึ่งการเริ่มต้นเข้าสู่กระบวนการศัลยกรรมของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะแสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นต้องการที่จะข้ามเพศเพื่อตอบสนองอัตลักษณ์ทางเพศของตน (Abeln & Love, 2019) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ พบว่า ส่วนใหญ่ไม่พึงพอใจกับเพศสภาพตามกำเนิดโดยเฉพาะการมีอวัยวะเพศชายซึ่งทำให้เกิดความทุกข์ใจเมื่อต้องเห็นอวัยวะของตนเอง จึงทำให้เกิดความต้องการที่จะผ่าตัดอัณฑะ รวมถึงการศัลยกรรมอวัยวะเพศหญิง ซึ่งกระบวนการข้ามเพศทั้งหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะจะต้องได้รับฮอร์โมนเป็นประจำ นอกจากฮอร์โมนจะส่งผลต่ออัตลักษณ์ทางเพศแล้ว ยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายและสุขภาพ เช่น มีความความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease) และความเสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุน (Osteoporosis) เพิ่มขึ้น (Imborek et al., 2017) นอกจากนี้ยังส่งผลถึงสมรรถภาพทางกาย ความสามารถทางการกีฬา และสุขภาพ ซึ่งประเด็นด้านกีฬายังเป็นที่ถกเถียงที่ความชอบธรรมและยุติธรรมของหญิงข้ามเพศที่จะเข้าร่วมการแข่งขันกับเพศหญิงโดยกำเนิด (Hilton & Lundberg, 2021) ทั้งนี้ผู้วิจัยจะได้อภิปรายถึงข้อค้นพบในการศึกษาแต่ประเด็น รายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน

ขนาดของร่างกายเป็นการแสดงออกลักษณะเด่นอย่างหนึ่งของความแตกต่างระหว่างเพศตามการควบคุมของกลไกทางเพศของร่างกาย ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีความสูงน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งปัจจัยในการกำหนดความสูงของบุคคลประกอบด้วย พันธุกรรม พฤติกรรม โภชนาการ รวมถึงสิ่งแวดล้อม ทำให้แต่ละบุคคลมีความสูงที่แตกต่างกัน แต่ปัจจัยสำคัญที่ไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้คือ พันธุกรรม ที่ได้กำหนดขนาดของความสูงตั้งแต่กำเนิดจากเพศตามธรรมชาติ โดยพบว่า ค่าเฉลี่ย

ความสูงของเพศชายโดยกำหนดจะสูงกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดประมาณ 13 เซนติเมตร (Ah-King, 2013; Gustafsson & Lindenfors, 2004; Silventoinen et al., 2001) และการจากศึกษาของ Franco et al. (2023) ที่ทำการศึกษาผลของเทสโทสเตอโรนที่มีต่อความสูงและระดับของอินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ (Insulin-like growth factor-I: IGF-I) พบว่า ผู้ที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดด้วยเทสโทสเตอโรนจะมีระดับของ อินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ในเลือดเพิ่มสูงขึ้น และอัตราการเพิ่มของความสูงของร่างกายเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนสัมพันธ์กับระดับของเทสโทสเตอโรน แสดงให้เห็นว่า เทสโทสเตอโรนมีผลต่อระดับอินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ในเลือด และทำให้อัตราการเพิ่มความสูงของร่างกายสูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้ตัวแปรสำคัญที่ควบคุมการเจริญเติบของขนาดร่างกาย คือ โกรทฮอร์โมน (Growth hormone: GH) และอินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายรวมถึงเซลล์กระดูก โดยฮอร์โมนทั้งสองชนิดเป็นปัจจัยกระตุ้นการเจริญเติบโตของแผ่นกระดูก (Growth plate chondrogenesis) โดยส่งผลต่อความยาวของกระดูกในช่วงวัยเจริญพันธุ์ (Jee & Baron, 2016; Baron et al., 2015; (Ayuk & Sheppard, 2006) ด้วยเหตุผลของปัจจัยด้านฮอร์โมนเพศนี้จึงทำให้หญิงข้ามและเพศหญิงโดยกำเนิดมีความสูงน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีความสูงมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดเช่นกัน ซึ่งในกรณีของหญิงข้ามเพศนั้นถึงแม้ว่าจะมีฮอร์โมนเพศชายจะลดลงแล้วจากการได้รับยาต้านฮอร์โมนเพศชายหรือการผ่าตัดอัณฑะแต่เนื่องจากการเข้าสู่กระบวนการข้ามเพศส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงวัยรุ่นตอนปลายหรือวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ซึ่งในการศึกษานี้ พบว่า หญิงข้ามเพศเพศส่วนใหญ่เริ่มใช้ฮอร์โมนประมาณอายุ 19 ปี และหญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดอัณฑะเริ่มใช้ฮอร์โมนประมาณอายุ 20 ปี ซึ่งหญิงข้ามเพศอาจได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมนเพศชายในช่วงเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้วจึงทำให้มีความสูงมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด แต่ก็มีความสูงน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความดันโลหิตเป็นกลไกการตอบสนองทางสรีรวิทยาการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด โดยความดันโลหิตเป็นผลคูณระหว่างปริมาตรน้ำเลือดที่ออกจากหัวใจหนึ่งนาที (Cardiac output) กับความต้านทานของหลอดเลือด (Vascular resistance) (Sainas et al., 2016) โดยปัจจัยในการควบคุมความดันโลหิตขึ้นอยู่กับทำงานของตัวรับการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตในหลอดเลือด (Baroreceptor reflex) ความตึงตัวของหลอดเลือด (Vascular tone) ตัวรับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemoreceptor reflex) และการหลั่งฮอร์โมนที่ควบคุมการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ

ได้แก่ Epinephrine และ Norepinephrine รวมถึงฮอร์โมนที่ควบคุมระดับน้ำในร่างกาย ได้แก่ เรนิน (Renin) แอนจิโอเทนซิน (Angiotensin) อัลโดสเตอโรน (Aldosterone) และแอนติไดยูเรียติก ฮอร์โมน (Antidiuretic hormone) (Gopalan & Kirk, 2022) ซึ่งเพศเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันโลหิตตามกลไกการควบคุมของฮอร์โมนเพศ โดยจากการศึกษาของ Wiinberg et al. (1995) ที่ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตระหว่างเพศชายและเพศหญิงตลอด 24 ชั่วโมง พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดซึ่งได้รับอิทธิพลจากอีสตราไดออล (Estradiol) ที่เป็นฮอร์โมนเพศหญิง ซึ่งมีบทบาทช่วยกระตุ้นการสร้างไนติกออกไซด์ (Nitric oxide) จากผนังหลอดเลือด (Epithelial nitric oxide synthase) ทำให้หลอดเลือดมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น (Vasodilation) (Maranon & Reckelhoff, 2013) ซึ่งเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่เป็นฮอร์โมนเพศชายสามารถกระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ผ่านกระบวนการอะโรมาไทเซชัน (Aromatization) ให้มีการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนเพศชายเป็นฮอร์โมนเพศหญิง และออกฤทธิ์กระตุ้นการผลิตไนตริกออกไซด์ตามกลไกของฮอร์โมนเพศหญิงได้เช่นกัน (Robert, 2023; Green et al., 2016) โดยผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระดับไนตริกออกไซด์ในเลือด รวมถึงการแข็งตัวของหลอดเลือด และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระหว่างหญิงข้ามเพศ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิดไม่แตกต่างกัน ดังนั้นอาจเกิดจากปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อความดันโลหิต คือ เทสโทสเตอโรนซึ่งมีบทบาทช่วยกระตุ้นกลไกการควบคุมการดูดกลับน้ำของร่างกายที่ไตผ่านระบบฮอร์โมนเรนิน-แอนจิโอเทนซิน อัลโดสเตอโรน (Renin-Angiotensin-Aldosterone system) ทำให้มีปริมาตรน้ำเลือดในร่างกายสูงขึ้นซึ่งส่งผลต่อปริมาตรน้ำเลือดที่ออกจากหัวใจหนึ่งนาที (Reckelhoff, 2023; Ahmed et al., 2019; Reckelhoff, 2001) โดยจากการศึกษาของ Mishra et al. (2019) ที่ทำการศึกษาผลของเทสโทสเตอโรนที่มีต่อการทำงานของแอนจิโอเทนซินและการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตในหนูเพศชาย พบว่า หลังจากได้รับเทสโทสเตอโรนมีการเพิ่มขึ้นของระดับแอนจิโอเทนซินทู (Angiotensin II) และทำให้มีการดูดกลับน้ำเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีปริมาตรน้ำเลือดสูงขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตเป็นทิศทางเดียวกับเทสโทสเตอโรนและแอนจิโอเทนซินทูเช่นเดียวกัน และจากการศึกษาของ Quan et al. (2004) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับอนุพันธ์ของฮอร์โมนเพศชาย (Dihydrotestosterone) ในหนู พบว่า หนูที่ได้รับอนุพันธ์ของฮอรโมนเพศชาย มีความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าหนูที่ไม่ได้รับอนุพันธ์ฮอร์โมนเพศชายและมีการเพิ่มขึ้นของผนังเซลล์ที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนโซเดียม ซึ่งเป็นสาเหตุของการเพิ่มการดูดกลับน้ำที่ไต และจากการศึกษา Deutsch, Bhakri, & Kubicek (2015) ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดที่มีระดับฮอร์โมนเพศชายต่ำกว่าเพศชายโดยกำเนิดจึงมีความดันโลหิตน้อยกว่าด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Connelly et al. (2021) พบว่า หลังจากได้รับฮอร์โมนบำบัดหญิงข้ามเพศมีระดับของฮอร์โมนเพศชายลดลงและมีระดับของฮอร์โมนเพศหญิงเพิ่มขึ้น ทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงได้ประมาณ 10 มิลลิเมตรปรอท อย่างไรก็ตามถึงแม้หญิงข้ามเพศจะมีความดันโลหิตต่ำกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยของปริมาตรน้ำเลือดที่ออกจากหัวใจหนึ่งนาที จากการศึกษาของ Diaz-Canestro et al. (2022) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดมีปริมาตรเลือดของหัวใจห้องล่างซ้ายขณะคลายตัวสูงสุด (Left ventricular end-diastolic volume) ปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจหนึ่งครั้ง (Stroke volume) และปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจในหนึ่งนาที (Cardiac output) น้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งหญิงข้ามเพศอาจได้รับอิทธิพลการทำงานของหัวใจนี้จากฮอร์โมนเพศชายในการเจริญเติบโตของร่างกายช่วงวัยเจริญพันธุ์จึงทำให้มีความดันโลหิตสูงกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดได้

การใช้พลังงานขณะพักเป็นความต้องการพื้นฐานของร่างกายในการมีแหล่งพลังงานเพื่อการดำเนินชีวิต ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าการใช้พลังงานขณะพักน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าการใช้พลังงานขณะพักมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อระดับการใช้พลังงานของร่างกาย (Energy expenditure) ขึ้นอยู่กับขนาดร่างกายและองค์ประกอบของร่างกาย การรับประทานอาหาร รวมถึงกิจกรรมทางกาย (Westerter, 2017) จากการศึกษาของ Zurlo et al., (1990) ที่ทำการศึกษาการใช้พลังงานของร่างกายตลอด 24 ชั่วโมง พบว่า ระดับการเผาผลาญในกล้ามเนื้อ (Skeletal muscle metabolic) เป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานขณะพัก (Resting energy expenditure) โดยการเผาผลาญในกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับการใช้พลังงานขณะพักที่ระดับ r = 0.72 สอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ ที่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีมวลกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีมวลกล้ามเนื้อมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งปริมาณมวลกล้ามเนื้อส่งผลต่อระดับการใช้พลังงานของร่างกายโดยเมื่อมวลกล้ามเนื้อเลดลงก็จะทำให้ระดับการใช้พลังงานของร่างกายลดลงไปด้วยเช่นกัน (Hunter et al., 2019)

2. ด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ

องค์ประกอบของร่างกาย เป็นสมรรถภาพทางกายพื้นฐานของมนุษย์ที่แสดงลักษณะส่วนต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นร่างกาย ได้แก่ กล้ามเนื้อ ไขมัน กระดูก ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า มวลกล้ามเนื้อทั้งร่างกาย บริเวณแขน ขา และลำตัว ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยว่าเพศชายโดยกำเนิด ทั้งนี้ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความแตกต่างของมวลกล้ามเนื้อระหว่างเพศ คือ เทสโทนโทสเตอโรน ซึ่งทำหน้าที่ในการกระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์ (Muscle protein synthesis) ผ่านการกระตุ้นการผลิตโกรทฮอร์โมน (Growth hormone: GH) และอินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ (Insulin-like growth factor-I: IGF-I) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการกระตุ้นโปรตีนไคเนสบี (Protein kinase B: Akt) และส่งสัญญาณไปยังแมมมาเลียนทาร์เก็ทออฟราพาไมซิน (Mammalian target of rapamycin: mTOR) ให้มีการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์เพื่อเป็นเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์กล้ามเนื้อ (Myoblast) (Herbst & Bhasin, 2004; West & Phillips, 2010; Wu et al., 2014; Yoon,2017) จากการศึกษาของ Zhu et al. (2014) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย พบว่า เพศชายโดยกำเนิดมีมวลกล้ามเนื้อมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ciardullo et al. (2023) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของฮอร์โมนเพศที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย พบว่า ระดับของฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับมวลกล้ามเนื้อทั้งในเพศชายโดยกำเนิดและเพศหญิงโดยกำเนิด กล่าวคือ หากมีระดับฮอร์โมนเพศชายเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้มีมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น หรือหากมีระดับฮอร์โมนเพศชายลดลงจะทำให้มีมวลกล้ามเนื้อลดลงด้วย และจากการศึกษาของ Wiik et al. (2020) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกายของหญิงข้ามเพศ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดทำให้มีระดับฮอร์โมนเพศชายลดลง และส่งผลให้มวลกล้ามเนื้อและขนาดของกล้ามเนื้อลดลง ด้วยเหตุผลของปัจจัยด้านฮอร์โมนเพศชายนี้จึงทำให้หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัออัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีมวลกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด นอกจากนี้ยังพบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ มีมวลกล้ามเนื้อมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด จากการศึกษาของ Heymsfield et al. (2020) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของร่างกาย พบว่า มวลกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว r = 0.66 และมวลกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับส่วนสูง r = 0.32 ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าเฉลี่ยส่วนสูงแตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p <$

0.05) อีกทั้งค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของหญิงข้ามเพศที่มีแนวโน้มมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด จึงอาจเป็นสาเหตุให้หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีมวลกล้ามเนื้อมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อทั้งร่างกายต่อน้ำหนักตัว พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อทั้งร่างกายต่อน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน

มวลไขมันเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพด้านองค์ประกอบของร่างกาย ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งร่างกายของเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการสะสมไขมันของร่างกายขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการรับประทานอาหารจากแหล่งอาหารประเภทต่างๆ ที่เข้าไปสู่ร่างกาย และระดับการใช้พลังงานของร่างกาย (Pereira-Lancha et al., 2010) และอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อการสะสมไขมันของร่างกาย คือ ฮอร์โมนเพศ โดยบทบาทของอีสตราไดออล (Estradiol) ที่เป็นฮอร์โมนเพศหญิงจะกระตุ้นการสะสมเนื้อเยื่อไขมัน (Adipose tissue) ผ่านตัวรับฮอร์โมนเพศหญิง (Estrogen receptor) ทำให้มีการสะสมไขมันและเนื้อเยื่อไขมัน บริเวณชั้นไขมันใต้ผิวหนังจำนวนมากเพื่อแสดงออกลักษณะของอัตลักษณ์ทางเพศ โดยเฉพาะบริเวณก้นและต้นขา (Palmer & Clegg, 2015; Chang, Varghese, & Singer, 2018) ส่วนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่เป็นฮอร์โมนเพศชายจะกระตุ้นการทำงานของตัวรับฮอร์โมนเพศชาย (Androgen receptor) ให้ยับยั้งการทำงานของ Peroxisome proliferator-activated receptor gamma: PPARγ) และส่งผลให้เกิดการลดกระบวนการผลิตเซลล์ไขมันของร่างกาย (Adipocyte) (Herbst & Bhasin, 2004; Kelly & Jones, 2015) ประกอบกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า การใช้พลังงานขณะพักของเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งการใช้พลังงานของร่างกายก็เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมไขมันด้วยเช่นกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การสะสมไขมันในร่างกายมีความแตกต่างกันระหว่างเพศหญิงโดยกำเนิดและเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งสอดคล้องกับศึกษาของ Zhu et al. (2014) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดมวลไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งร่างกายมากกว่าเพศชายโดยกำเนิด และผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า มวลไขมันในช่องท้องของเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด เนื่องจากเซลล์ไขมันในช่องท้องของเพศชายมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ไขมันในช่องท้องของเพศหญิง (L̈onnqvist et al., 1997; Palmer & Clegg, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Pedersen et al. (2004) ที่ทำการศึกษาอิทธิพลของอีตราไดออลที่มีต่อการสะสมไขมันของร่างกาย พบว่า เพศหญิงที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดด้วยอีตราไดออล มี

ระดับของอัลฟาทูเออะดรีเนอจิกรีเซปเตอร์ (α2A-adrenergic receptor) เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์ไขมัน (lipolytic) และพบว่าเนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutaneous adipose tissue) มีการตอบสนองต่ออัลฟาทูเออะดรีเนอจิกรีเซปเตอร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างของเนื้อเยื่อไขมันในช่องท้อง (Visceral adipose tissue) หลังจากได้รับฮอร์โมนบำบัดต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ปี และการศึกษาของ Kammerlander et al. (2021) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีความสัมพันธ์ต่อไขมันในช่องท้อง พบว่า ไขมันในช่องท้องของเพศหญิงโดยกำเนิดมีปริมาณน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้จึงทำให้เพศหญิงโดยกำเนิดมีมวลไขมันในช่องท้องน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่อย่างไรก็ตามถึงไม่พบความแตกต่างของมวลไขมันในช่องท้องระหว่างหญิงข้ามเพศและเพศชายโดยกำเนิด แต่พบว่า ค่าเฉลี่ยของมวลไขมันในช่องท้องของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะก็มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งอาจเป็นไปตามกลไกการทำงานของฮอร์โมน

กระดูกเป็นโครงสร้างหลักของร่างกายในการค้ำจุนโครงร่างและอวัยวะ ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า มวลกระดูกทั้งร่างกาย พื้นที่กระดูกทั้งร่างกาย บริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่าง คอของกระดูกต้นขา และกระดูกแขนท่อนล่าง ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะพื้นที่กระดูกมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด อาจเกิดจากปัจจัยความแตกต่างของส่วนสูงระหว่างเพศ ซึ่งส่วนสูงเป็นโครงสร้างของร่างกายจากกระดูกจึงทำให้พื้นที่ของกระดูกมีความแตกต่างกันระหว่างเพศ โดยเป็นผลของเทสโทสเตอโรนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตในช่วงวัยเจริญพันธ์ (Rosenfeld, 2004; Heymsfield et al., 2019) อีกทั้งพบว่า มวลกระดูกและความหนาแน่นของกระดูกหญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งอาจเกิดจาอิทธิพลของฮอร์โมนเพศ โดยกระดูกแข็งชั้นนอก (Cortical bone) จะถูกกระตุ้นการสร้างผ่านตัวรับฮอร์โมนเพศหญิงชนิดอัลฟา (Estrogen receptor α) ได้ดีกว่าตัวรับฮอร์โมนเพศชนิดอื่น ส่วนร่างแหกระดูกชั้นใน (Cancellous bone) จะถูกกระตุ้นการสร้างได้ดีผ่านตัวรับฮอร์โมนเพศได้หลายชนิด ได้แก่ ตัวรับฮอร์โมนเพศหญิงชนิดอัลฟา (Estrogen receptor α) ตัวรับฮอร์โมนเพศหญิงชนิดเบตา (Estrogen receptor β) และตัวรับฮอร์โมนเพศชาย (Androgen receptor) ในขณะเดียวกันฮอร์โมนเพศชายสามารถเปลี่ยนเป็นฮอร์โมนเพศหญิงผ่านกระบวนการอะโรมาไทเซชัน (Aromatization) (Khosla & Monroe, 2018) อีกทั้งเทสโทสเตอโรนยังสามารถกระตุ้นการสร้างโกรทฮอร์โมน (Growth hormone: GH) และอินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ (Insulin-like growth factor-

I: IGF-I) ที่ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์ต่างๆ ในร่างกายรวมถึงเซลล์กระดูก (Jee & Baron, 2016; Baron et al., 2015) และจากการศึกษาของ Han et al. (2023) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีต่อมวลกระดูก พบว่า มวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับมวลกระดูก กล่าวคือ หากมีมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจะทำให้มีมวลกระดูกเพิ่มขึ้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่า หญิงข้ามและเพศหญิงโดยกำเนิดมีมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดมีมวลกระดูกและความหนาแน่นของกระดูกน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งสอดคล้องกับศึกษาของ Zhu et al. (2014) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย พบว่า เพศชายโดยกำเนิดมีมวลกระดูกและความหนาแน่นของมวลกระดูกมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด

ภาวะกระดูกพรุน (Osteoporosis) เป็นอีกหนึ่งภาวะคุกคามทางสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่สัมพันธ์กับมวลกระดูก ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ค่าทีของกระดูกที่แสดงถึงความเสี่ยงของการเกิดภาวะกระดูกพรุน ของหญิงข้ามเพศน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด โดยเฉพาะบริเวณของคอกระดูกต้นขาที่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าทีของกระดูกน้อยกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลของเทสโทสเตอโรนที่ทำหน้าที่กระตุ้นอินซูลินไลโกรทแฟคเตอร์ (Insulin-like growth factor: IGF-I) และไอจีเฟสไบดิงโปรตีน (IGF-binding protein) ที่ช่วยในการสร้างเซลล์กระดูก (Osteoblast) (Shigehara et al., 2021) ซึ่งจากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีระดับเทสโทสเตอโรนต่ำกว่าทุกกลุ่มจึงอาจทำกระบวนการสร้างเซลล์กระดูกลดลง และประกอบกับอีสโตรเจน (Estrogen) ที่ส่งผลต่อการทำงานของไซโทไคน์ (Cytokine) ชนิด receptor activator of NF-κB ligand (RANKL) ที่ทำหน้าที่ในการกระบวนการสลายเนื้อกระดูกผ่านการทำงานของเซลล์สลายกระดูก (Osteoclasts) (Streicher et al., 2017) ซึ่งจากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีระดับอีสโตรเจนเพิ่มขึ้นจึงอาจทำให้ส่งเสริมกระบวนการสลายกระดูก (Bone remodeling) ดังนั้นจากทั้งเทสโทสเตอโรนที่ลดลงและอีสโตรเจนพี่เพิ่มขึ้นในหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะจึงอาจเป็นเหตุให้สูญเสียมวลกระดูกและมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะกระดูกพรุนมากกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Van Caenegem et al. (2013) ที่ศึกษาผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อการสูญเสียมวลกระดูกในหญิงข้ามเพศ พบว่า หลังจากได้รับฮอร์โมนบำบัดมีการลดลงของมวลกระดูกและความหนาแน่นของมวลกระดูกทั้งร่างกาย บริเวณ

หลังส่วนล่าง คอของกระดูกต้นขา และสะโพก และการศึกษาของ Wiepjes et al. (2020) ที่ศึกษาความเสี่ยงของการกระดูกหักของหญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัด พบว่า หญิงข้ามเพศที่อายุมากขึ้นจะมีค่าทีของมวลกระดูกลดลงทำให้มีโอกาสเกิดภาวะกระดูกพรุนและการหักของกระดูกเพิ่มขึ้น

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นสมรรถภาพทางกายที่แสดงออกถึงความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุด ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดศอกและงอศอกต่อน้ำหนักตัวที่เป็นตัวแทนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์บนของร่างกาย และแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและงอเข่าต่อน้ำหนักตัวที่เป็นตัวแทนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ล่างของร่างกายน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ขึ้นอยู่กับขนาดของกล้ามเนื้อ (Nuzzo, 2023) ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีมวลกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด เป็นผลจากอิทธิพลของเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่มีบทบาทในการกระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์ (Muscle protein synthesis) ผ่านการกระตุ้นการผลิตโกรทฮอร์โมน (Growth hormone: GH) และอินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ ให้มีการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์เพื่อเป็นเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์กล้ามเนื้อ (Myoblast) และทำให้มีมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Herbst & Bhasin, 2004; West & Phillips, 2010; Wu et al., 2014; Yoon,2017) และจากการทบทวนวรรณกรรมของ Malisoux, Francaux, & Theisen (2007) พบว่า เส้นใยกล้ามเนื้อโดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Type II muscle fiber) มีผลต่อความสามารถในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งจากการศึกษาของ Fournier et al. (2022) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อลักษณะขององค์ประกอบเส้นใยกล้ามเนื้อ พบว่า เพศหญิงมีปริมาณเส้นใยของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ben Mansour et al. (2021) ที่ทำงานศึกษาผลขององค์ประกอบของร่างกายที่มีต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อระหว่างนักเรียนชายโดยกำเนิดและนักเรียนหญิงโดยกำเนิด พบว่า นักเรียนหญิงโดยกำเนิดมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและหลังน้อยกว่านักเรียนชายโดยกำเนิด และการศึกษาของ Wiik et al. (2020) ที่ทำการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขนาดของกล้ามเนื้อ และองค์ประกอบของร่างกายหลังจากเข้าสู่กระบวนการข้ามเพศในหญิงข้ามเพศ พบว่า หลังจากเข้าสู่กระบวนการข้ามเพศหญิง หญิงข้ามเพศมีขนาดของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของ

กล้ามเนื้อลดลงไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของฮอร์โมนเพศชายที่ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของฮอร์โมนเพศชายที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในการออกแรง

ความอดทนของกล้ามเนื้อเป็นสมรรถภาพทางกายที่แสดงออกถึงความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงหรือทำงานซ้ำๆ ต่อเนื่องซึ่งเป็นสาเหตุของความล้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า งานรวมต่อน้ำหนักตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และงานรวมต่อน้ำหนักตัวของกล้ามเนื้องอเข่า จากการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อขา ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด สอดคล้องกับการศึกษาของ De Ste Croix et al. (2009) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของอายุและเพศที่มีผลต่อความแตกต่างของความอดทนของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้องอเข่าในเด็กและผู้ใหญ่ พบว่าเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่างานรวมของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้องอเข่าจากการทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อขาน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด โดยปัจจัยที่มีผลต่อความอดทนของกล้ามเนื้อได้แก่ มวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การขนส่งและไหลเวียนเลือด การหดตัวของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อ กระบวนการเมตาบอลิสม (Hunter, 2014) จากการศึกษาของ Chen et al. (2023) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่ามวลกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเมื่อมวลของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจะทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้น แต่หากมวลกล้ามเนื้อลดลงก็จะทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ที่ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีมวลกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งเป็นผลจากอิทธิพลของเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่ทำหน้าที่กระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ (Muscle protein synthesis) ผ่านการกระตุ้นการทำงานของโปรตีนไคเนสบี (Protein kinase B: Akt) และ แมมมาเลียนทาร์เก็ทออฟราพาไมซิน (Mammalian target of rapamycin: mTOR) (Wu et al., 2014; Yoon, 2017) จึงให้ผู้ที่มีระดับเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ต่ำมีมวลกล้ามเนื้อลดลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง และความอดทนของกล้ามเนื้อลดลง นอกจากนี้การขนส่งออกซิเจนไปยังเซลล์ก็เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อความอดทนของกล้ามเนื้อ โดยออกซิเจนในกระแสเลือดจะถูกลำเลียงผ่านเม็ดเลือดแดงโดยจับกับฮีโมโกลบินไปยังเซลล์เป้าหมายของร่างกายเพื่อใช้ในกระบวนการกระบวนการเมตาบอลิสม (Popel, 1989) จากจากศึกษาของ Bachman et al. (2014) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่มีต่อกระบวนการสร้างเม็ดเลือด (Erythrocytosis) พบว่า ผู้สูงอายุเพศชายโดย

กำเนิดที่มีระดับฮอร์โมนเพศชายลดลงได้รับเทสโทสเตอโรนชนิดเจล (Testosterone gel) ต่อเนื่องเป็นเวลา 6 เดือน มีระดับฮอร์โมนเพศชาย เม็ดเลือดแดง และฮีโมโกลบินเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มยาหลอก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ที่ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีเม็ดเลือดแดง และฮีโมโกลบินน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งอาจทำให้ลดความสามารถในกระบวนขนส่งออกซิเจน และเป็นปัจจัยทำให้ความอดทนของกล้ามเนื้อลดลง

ความอ่อนตัวเป็นความสามารถของเอ็น กล้ามเนื้อ และข้อต่อที่สามารถขยับมุมองศาของข้อต่อให้มีประสิทธิภาพในเคลื่อนไหว ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระยะของการนั่งงอตัวไปด้านหน้าในการทดสอบความอ่อนตัว ของ หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Yu et al. (2022) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดและเพศชายโดยกำเนิดมีผลการทดสอบนั่งงอตัวไปด้านหน้าก่อนการได้รับโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและหลังการยืดเหยียดกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน โดยหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดได้รับอิทธิพลของฮอร์โมนเพศหญิง (Estrogen) ที่ช่วยกระตุ้นการสร้างอีลาสติน (Elastin) และคอลลาเจน (Collagen) ซึ่งทำให้เอ็นบริเวณข้อต่อ (Tendon and ligament) เกิดความยืดหยุ่นมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันในเพศชายโดยกำเนิดจะเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนเพศชายเป็นฮอร์โมนเพศหญิง (Aromatization) จึงอาจทำให้ได้รับผลไม่แตกต่างกัน (Leblanc et al., 2017) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Beynnon et al. (2005) ที่ทำการศึกษาผลของฮอร์โมนเพศหญิง (Estradiol) ที่มีต่อความหย่อนของข้อต่อเข่าและข้อเท้า (Knee and ankle joint laxity) พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดและเพศชายโดยกำเนิดมีความหย่อนของข้อต่อไม่แตกต่างกัน

สมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ เป็นสมรรถภาพที่แสดงออกถึงความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ในการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่องผ่านการทำงานของระบบหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด และระบบกล้ามเนื้อ ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด สอดคล้องกับการศึกษาของ Alvares et al. (2022) ที่ทำการศึกษาผลของความสามรถระบบหัวใจและปอดของหญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดระยะยาว พบว่า หญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจน

สูงสุดของร่างกายน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างหญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายเป็นผลคูณระหว่างปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจในหนึ่งนาที (Cardiac output) และความแตกต่างระหว่างออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ (Arteriovenous oxygen difference) (Raghuveer et al., 2020) จากการศึกษาของ Diaz-Canestro et al. (2022) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจ พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดมีความสามารถในการใช้ออกซิเจน และปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจในหนึ่งนาทีน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และการศึกษาของ Bachman et al. (2014) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่มีต่อกระบวนการสร้างเม็ดเลือด (Erythrocytosis) พบว่า ผู้ที่ได้รับฮอร์โมนทดแทนด้วยเทสโทสเตอโรน (Testosterone) มีระดับอีริโทรโพอิติน (Erythropoietin) เพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่กระตุ้นกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง (Erythrocytosis) และยังพบว่าระดับของเฮปซิดิน (Hepcidin) ในกระแสเลือดมีปริมาณลดลง ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทในการดูดซึมธาตุเหล็ก ส่งผลให้มีธาตุเหล็กในกระแสเลือดเพื่อใช้ในกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง และปริมาณฮีโมโกลบินที่ทำหน้าที่ลำเลียงออกซิเจนไปยังเซลล์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ที่ พบว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีเม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบินน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และการศึกษาของ Usui et al. (2014) ที่ศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนเพศชายที่มีต่อกระบวนการไมโทคอนเดรียลไบโอเจเนซิส (Mitochondrial biogenesis) ในหนู พบว่า หนูที่ได้รับเทสโทสเตอโรน (Testosterone) มีการเพิ่มขึ้นของยีนส์ไมโทคอนเดรียลไบโอเจเนซิสในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งไมโทคอนเครียทำหน้าหลักในการผลิตพลังงานเอทีพี (ATP) ให้แก่เซลล์โดยเฉพาะในรูปแบบของการผลิตพลังงานโดยอาศัยออกซิเจน (Oxidative phosphorylation) (Brand et al., 2013; Yin et al., 2021) ดังนั้นจากปริมาณเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดที่มีปริมาณน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดจึงอาจเป็นสาเหตุให้มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งส่งผลให้ระดับกั้นการระบายอากาศต่อน้ำหนักตัวและระยะเวลาที่ออกกำลังกายจนหมดแรงน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดด้วยเช่นกัน

ปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาที เป็นความสามารถการทำงานของปอด ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาที ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดอัณฑะมีค่าปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาทีมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด โดยจากการศึกษาของ Kouloumenta et al. (2006) ที่ทำการศึกษาผลของเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่มีต่อกล้ามเนื้อเรียบของทางเดินอากาศในกระต่าย พบว่า กล้ามเนื้อเรียบของทางเดินอากาศลดความตึงตัว (Airway smooth muscle relaxation) หลังได้รับฮอร์โมนเพศชาย และการศึกษาของ Park et al. (2012) ที่ศึกษาผลขององค์ประกอบของร่างกายที่มีต่อสมรรถภาพปอด พบว่า จากการวิเคราะห์สมการเชิงเส้นถดถอยแบบพหุคูณ ส่วนสูงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพปอด ทั้งนี้ส่วนสูงก็ได้รับอิทธิพลจากเทสโทสเตอโรน (Testosterone) โดยทำหน้าที่กระตุ้นการสร้างและการทำงานของ Growth hormone (GH) และ Insulin-like growth factor-I (IGF-I) เพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาโครงสร้างร่างกาย (Jee & Baron, 2016; Baron et al., 2015) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ ที่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีปริมาณเทสโทสเตอโรน (Testosterone) และส่วนสูงน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ผ่าตัดอัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ผ่าตัดอัณฑะมีส่วนสูงมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด จึงทำให้พบความแตกต่างของปริมาตรการระบายอากาศสูงสุดต่อนาทีระหว่างกลุ่ม

3. ด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ

การแข่งขันกีฬาทุกชนิดมีการแบ่งประเภทรายการตามเพศกำเนิดเพื่อให้เกิดความยุติธรรมของการแข่งขัน เนื่องจากความแตกต่างระหว่างเพศหญิงโดยกำเนิดและเพศชายโดยกำเนิดได้รับอิทธิพลของฮอร์โมนเพศที่ส่งผลให้มีสมรรถภาพทางกายแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นระบบหัวใจและหายใจที่เพศหญิงโดยกำเนิดมีปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจในหนึ่งครั้ง (Stroke volume) ปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจในหนึ่งนาที (Cardiac output) ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (Maximal oxygen consumption) น้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด อีกทั้งระบบกล้ามเนื้อที่เพศหญิงโดยกำเนิดมีขนาดหน้าตัดกล้ามเนื้อ (Muscle cross sectional area) มวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) น้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ทำให้เพศหญิงโดยกำเนิดเสียเปรียบเชิงสรีรวิทยาของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายเมื่อเปรียบเทียบกับเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งระดับของเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่เป็นฮอร์โมนเพศชายเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความสามารถในการแข่งขันกีฬาระหว่างเพศ (Bassett et al., 2020; Handelsman et al., 2018) ปัจจุบันคณะกรรมการกีฬาโอลิมปิกนานาชาติ (International Olympic Committee: IOC) ได้อนุญาตให้หญิงข้ามเพศสามารถเข้าร่วมการแข่งขัน

กีฬาร่วมกับเพศหญิงโดยกำเนิดได้ โดยได้กำหนดมาตรการควบคุมความเสมอภาคและยุติธรรม ให้หญิงข้ามเพศที่ต้องการแข่งขันกีฬาร่วมกับเพศหญิงโดยกำเนิดจะต้องมีระดับฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) ในกระแสเลือดต่ำกว่า 10 นาโนโมลต่อลิตร ต่อเนื่องเป็นเวลา 12 เดือน ในขณะที่สหพันธ์กรีฑาสมัครเล่นนานาชาติ (International Amateur Athletic Federation: IAAF) ได้กำหนดให้หญิงข้ามเพศต้องมีระดับฮอร์โมนเพศชายต่ำกว่า 5 นาโนโมลต่อลิตรจึงสามารถเข้าร่วมการแข่งกับเพศหญิงโดยกำเนิดได้ เพื่อลดการได้เปรียบเชิงสรีรวิทยาของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศชาย (Jones et al., 2017; Handelsman et al., 2018; Hilton & Lundberg, 2021; Safer, 2022; McGovern et al., 2023)

จากการค้นคว้างานวิจัยก่อนหน้า ไม่พบ การศึกษาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness) ในหญิงข้ามเพศ ทำให้เกิดข้อถกเถียงและความไม่กระจ่างในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาของหญิงข้ามเพศร่วมกับเพศหญิงโดยกำเนิด จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะระหว่างหญิงข้ามเพศ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด โดยผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวและความสูงของด้วยท่าเคาน์เตอร์มูฟเมนต์ (Counter movement jump) และการกระโดดด้วยท่าสควอท (Squat jump) ซึ่งเป็นการทดสอบสมรรถภาพด้านพลังของกล้ามเนื้อ การทดสอบสมรรถภาพด้านความคล่องแคล่วว่องไวด้วยวิธีทีเทส (Agility T test) การทดสอบสมรรถภาพด้านความเร็วด้วยการวิ่งระยะทาง 40 เมตร และพลังสูงสุดและพลังเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัวในการทดสอบสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกด้วยวิธีการปั่นจักรยานของวินเกต (Wingate anaerobic power test) น้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพดังกล่าวระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด อาจเป็นผลจากฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) ที่มีบทบาทกระตุ้นการสร้าง Growth hormone (GH) และ Insulin-like growth factor-I (IGF-I) เพื่อเพิ่มกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ (Wu et al., 2014; Yoon, 2017) และกระตุ้นกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดงเพื่อช่วยในการลำเลียงออกซิเจน (Bachman et al., 2014) รวมถึงเพิ่มความหนาแน่นและการทำงานของไมโทคอนเดรียในการผลิตพลังงานให้แก่เซลล์ (Brand et al., 2013; Yin et al., 2021) อีกทั้งสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพยังส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ ได้แก่ มวลกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่ว

ว่องไว รวมถึงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความอดทนของร่างกาย (Bompa & Carrera, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยด้านสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพครั้งนี้ที่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีมวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด จึงทำให้หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดที่มีระดับฮอร์โมนเพศชายน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด จึงมีสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะน้อยกว่าเพศชายด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ de Araújo et al. (2020) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศของสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาฟุตบอล พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดมีระยะเวลาในการทดสอบวิ่งระยะสั้นมากกว่าเพศชายโดยกำเนิด และความสูงในการกระโดดด้วยท่าเคาน์เตอร์มูฟเมนท์และท่าสควอทน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งแสดงถึงสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะของเพศหญิงโดยกำเนิดที่น้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด จากผลการวิจัยครั้งนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าหญิงข้ามเพศที่มีระดับเทสโทสเตอโรนลดลงแล้วและมีระดับฮอร์โมนไม่เกินข้อกำหนดการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬากับเพศหญิงโดยกำเนิด ไม่พบข้อได้เปรียบของสมรรถภาพทางกายซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถทางการกีฬาจากเพศกำเนิดของตน

นอกจากนี้ ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระยะเวลาของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบง่ายและแบบซับซ้อน ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด ไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิดมีแนวโน้มตอบสนองช้ากว่าเพศชายโดยกำเนิด สอดคล้องกับการศึกษาของ Dykiert, et al. (2012) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตามช่วงอายุ พบว่า อายุที่เพิ่มขึ้นทำให้เวลาปฏิกิริยาเพิ่มสูง และเพศหญิงโดยกำเนิดมีความเร็วในการตอบสนองช้ากว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งเวลาปฏิกิริยาเป็นความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นด้วยเสียงและภาพผ่านหูและดวงตา และผลการวิจัยครั้งนี้ยังพบว่า ดัชนีคะแนนการทดสอบการทรงตัวด้วยวิธีบาลานซ์เอเรอะสะกอริงซิสเต็ม ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Bonis & Tillery (2021) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อการทรงตัว พบว่า ผลการทดสอบการทรงตัวด้วยวิธีบาลานซ์เอเรอะสะกอริงซิสเต็มระหว่างเพศหญิงโดยกำเนิดและเพศชายโดยกำเนิดไม่แตกต่างกัน ซึ่งการรักษาสมดุลการทรงตัวของร่างกายเกิดจากการรับรู้ผ่านดวงตา หู และประสาท

รับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Proprioception) ซึ่งฮอร์โมนเพศยังไม่เป็นที่กระจ่างในการอธิบายความแตกต่างระหว่างเพศของสมรรถภาพทางกายด้านเวลาปฏิกิริยาและด้านการทรงตัว

4. ด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

หลอดเลือดมีบทบาทหน้าที่ในการหดตัวและขยายตัวเพื่อการลำเลียงสาร น้ำ และก๊าซไปยังเซลล์ทั่วร่างกาย ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรทิด ความเร็วของคลื่นความดันชีพจรระหว่างข้อเท้าและต้นแขน การขยายตัวของหลอดเลือดหลังการปิดกั้นการไหลเวียนของหลอดเลือดเบรเคียล อัตราเฉือนของหลอดเลือดเบรเคียล และการไหลของเลือดบริเวณชั้นผิวหนังหลังการปิดกั้นการไหลเวียนเลือด ระหว่างหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด ไม่แตกต่างกัน โดยปัจจัยหลักที่มีผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด คือ ไนตริกออกไซด์ ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือด (Vasodilation) ทั้งนี้กลไกการกระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ที่ชั้นเยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial nitric oxide synthase: eNOS) ได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมนเพศหญิง (Estrogen) โดยกระตุ้นการทำงานผ่านตัวรับฮอร์โมนเพศหญิงชนิดอัลฟา (Estrogen receptor α) ตัวรับฮอร์โมนเพศหญิงชนิดเบตา (Estrogen receptor β) ให้มีการส่งสัญญาณกระตุ้นโปรตีน ERK1/2, PI3K และ Akt ตามลำดับเพื่อผลิตไนตริกออกไซด์ที่ชั้นเยื่อบุผนังหลอดเลือด อีกทั้งกลไกของฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) สามารถกระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ผ่านกระบวนการอะโรมาไทเซชัน (Aromatization) ให้มีการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนเพศชายเป็นฮอร์โมนเพศหญิง ออกฤทธิ์กระตุ้นการผลิตไนตริกออกไซด์ตามกลไกของฮอร์โมนเพศหญิงได้ (Robert, 2023; Green et al., 2016) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ไนตริกออกไซด์ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด มีระดับไนตริกออกไซด์ในเลือดไม่แตกต่างกัน อาจเป็นผลทำให้ไม่พบความแตกต่างของหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระหว่างกลุ่ม นอกจากนั้นปัจจัยของอายุก็มีอิทธิพลต่อหลอดเลือด ซึ่งอายุที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้การแข็งตัวของหลอดเลือด (Arterial stiffness) และการหนาตัวของผนังหลอดเลือด (Intima-media thickness) จะเพิ่มขึ้นตามอายุซึ่งเกิดจากปัจจัยของฮอร์โมนเพศที่ลดลงตามอายุ และพฤติกรรมการดำเนินชีวิต (Merz & Cheng, 2016; Mitchell, 2021) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 28 – 30 ปี อยู่ในช่วงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น มีสุขภาพดี และไม่มีโรคประจำตัว จึงอาจเป็นอีกสาเหตุที่ไม่พบความแตกต่างของโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด สอดคล้องกับการศึกษาของ Schank et al. (2006) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุลภาค พบว่า การไหลของเลือดบริเวณชั้นผิวหนังหลังการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดของเพศหญิงโดยกำเนิดไม่แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด ทั้งในเยาวชน ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ แต่ทั้งนี้เพศหญิงโดยกำเนิดมีแนวโน้มที่จะมีหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระดับจุลภาค (Micro vascular function) มากกว่าเพศชายโดยกำเนิด และการศึกษาของ Hu et al. (2008) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อการขยายตัวของหลอดเลือดหลังการปิดกั้นการไหลเวียนของหลอดเลือดเบรเคียลและความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรทิดในผู้สูงอายุ พบว่า ผู้สูงอายุมีโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดระดับมหภาคของเพศหญิงโดยกำเนิดไม่แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด แต่อย่างไรก็ตามการสูญเสียหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด (vascular dysfunction) สามารถเกิดขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้ต้องให้ความสำคัญและติดตามกับการทำงานของหลอดเลือดทั้งหญิงข้ามเพศ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิดที่สูงอายุต่อไป

5. ด้านสารชีวเคมีในเลือด

สารชีวเคมีต่างๆ ในเลือดเป็นองค์ประกอบที่บ่งชี้ถึงการทำงานของร่างกายและภาวะทางสุขภาพ ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า สารชีวเคมีในเลือดของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด ทั้งด้านฮอร์โมนเพศ ด้านความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด ด้านระดับน้ำตาลในเลือด ด้านระดับไขมันในเลือด ด้านการทำงานของตับ และด้านการทำงานของไต อยู่ในเกณฑ์ปกติเมื่อเปรียบเทียบตามค่าอ้างอิงของ American board of internal medicine (2023) ในส่วนของตัวแปรด้านฮอร์โมนเพศ ได้แก่ เทสโทสเตอโรน (Testosterone) พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด เนื่องจากหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะได้รับยาต้านฮอร์โมนเพศชาย (Anti-androgen) ขนาด 25 – 50 มิลลิกรัม ด้วยการรับประทานต่อเนื่องเป็นประจำทุกวัน เพื่อลดการสร้างเทสโทสเตอโรน ในขณะที่หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ ไม่มีอวัยวะหลักในการผลิตเทสโทสเตอโรนจึงทำให้หญิงข้ามเพศทั้งที่ไม่ได้ตัดอัณฑะและตัดอัณฑะแล้วมีระดับเทสโทสโตอโรนต่ำกว่าเพศชายโดยกำเนิด แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะมีระดับเทสโทสเตอโรนสูงกว่าหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ อาจเป็นเพราะหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะยังคงมีอวัยวะหลักในการผลิตเทสโทสเตอโรนอยู่จึงทำให้หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะมีค่าเทสโทสเตอโรนมากกว่าหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ ในส่วนของอีสตราไดออล (Estradiol) หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ มีค่ามากกว่าเพศชาย เกิดจากการที่หญิงข้ามเพศทั้งสองกลุ่มได้รับฮอร์โมนเพศหญิงขนาด 2 – 6 มิลลิกรัม ด้วยการรับประทานต่อเนื่องเป็นประจำทุกวัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Olson-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kennedy et al. (2018) ที่ทำการศึกษาผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการได้รับฮอร์โมนบำบัดในเยาวชนข้ามเพศ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดต่อเนื่องระยะเวลา 2 ปีมีระดับเทสโทสเตอโรนในเลือดลดลง และมีระดับอีตราไดออลในเลือดเพิ่มขึ้น ในส่วนของลูทิไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone) และฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน (Follicle-stimulating hormone) พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดมีระดับฮอร์โมนมากกว่าเพศชายโดยกำเนิด เนื่องโกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมน (Gonadotropin-releasing hormone) จากต่อมใต้สมองที่ทำหน้ากระตุ้นการสร้างของลูทิไนซิงฮอร์โมนและฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน ซึ่งเพศหญิงโดยกำเนิดมีการเปลี่ยนแปลงระดับของฮอร์โมนตามรอบเดือน (Menstrual cycle) จึงทำให้เพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าของลูทิไนซิงฮอร์โมนและฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมน มากกว่าเพศชายโดยกำเนิด (Bakker, 2021) และพบว่า หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าของลูทิไนซิงฮอร์โมนและฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมนมากกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ อาจเป็นเพราะทั้งสองฮอร์โมนทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของอัณฑะและการผลิตอสุจิ ซึ่งหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะไม่มีอัณฑะจึงไม่สามารถผลิตอสุจิได้ ทำให้เกิดกระบวนการกระตุ้นย้อนกลับ (Feedback) ไปยังต่อมใต้สมองให้มีการผลิตฮอร์โมนดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Varenhorst, Wallentin, & Carlström (1982) ที่ทำการศึกษาผลของการตัดอัณฑะที่มีต่อระดับฮอร์โมนเพศในผู้ป่วยมะเร็งต่อมลูกหมาก พบว่า หลังจากการตัดอัณฑะ (Orchiectomy) ผู้ป่วยมีระดับของลูทิไนซิงฮอร์โมนและฟอลลิเคิลสติมิวเลติงฮอร์โมนเพิ่มขึ้นหลังการผ่าตัดตั้งแต่ 2 สัปดาห์ขึ้นไป ในส่วนของเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลิน (Sex hormone-binding globulin) พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด เกิดจากเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลินทำหน้าที่ขนส่งฮอร์โมนเพศไปยังเซลล์และเนื้อเยื่อต่างๆ ในร่างกายโดยเฉพาะฮอร์โมนเพศชาย โดยในกระบวนการขนส่งฮอร์โมนเพศชายจะจับกันกับเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลิน จึงทำให้เซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลินในกระแสเลือดลดลง จึงเป็นเหตุให้หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดที่มีระดับฮอร์โมนเพศชายน้อยกว่า จึงมีเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลินมากกว่าเพศชายโดยกำเนิด (Hammond, 2011) สอดคล้องกับการศึกษาของ Wang & Charchar (2021) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศของความสัมพันธ์ของเทสโทสเตอโรนและเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลินในวัยรุ่นเพศชาย พบว่า ปริมาณเทสโทสเตอโรนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลิน โดยเมื่อระดับเทสโทสเตอโรนเพิ่มขึ้นจะทำให้ระดับเซ็กฮอร์โมนไบดิงโกลบูลินลดลงจากกระบวนการขนส่งฮอร์โมนไปยังส่วนต่างๆ ในร่างกาย ในส่วนดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟต (Dehydroepiandrosterone sulfate) พบว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีระดับดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟตน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด เนื่องจากดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟตจะถูกเปลี่ยนเป็นดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรน (Dehydroepiandrosterone) เพื่อเป็นฮอร์โมนตัวกลาง (Intermediate hormone) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนให้เป็นฮอร์โมนเพศต่างๆ เช่น เทสโทสเทอโรน และเอสโตรเจนได้ แต่ทั้งนี้ดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนตอบสนองได้ดีกับตัวรับฮอร์โมนเพศชาย (Androgen receptor) จึงทำให้หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดที่มีระดับฮอร์โมนเพศชายน้อยกว่ามีดีไฮโดรอีพิแอนโดรสเตอโรนซัลเฟตน้อยลงตามไปด้วย (Campbell, 2020; Clark, Prough, & Klinge, 2018)

ตัวแปรด้านความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด พบว่า เม็ดเลือดแดง (Red blood cell) ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) และฮีมาโทคริท (Hematocrit) ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด มีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด โดยฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของเม็ดเลือดแดงระหว่างเพศ จากการกระตุ้นกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง (Erythrocytosis) (Cervi & Balitsky, 2017) จากการศึกษาของ Bachman et al. (2014) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) ที่มีต่อกระบวนการสร้างเม็ดเลือด (Erythrocytosis) พบว่า ผู้ที่ได้รับฮอร์โมนทดแทนด้วยฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) มีระดับอีริโทรโพอิติน (Erythropoietin) เพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่กระตุ้นกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง (Erythrocytosis) และยังพบว่าระดับของเฮปซิดิน (Hepcidin) ในกระแสเลือดลดลงซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทในการดูดซึมธาตุเหล็ก ส่งผลให้มีธาตุเหล็กในกระแสเลือดเพื่อใช้ในกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง และปริมาณฮีโมโกลบิน รวมถึงทำให้มีระดับฮีมาโทคริทเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Diaz-Canestro et al. (2022) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจที่สัมพันธ์กับปริมาตรเลือดและการขนส่งออกซิเจน พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดมีระดับเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโทคริทน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และการศึกษาของ Vita et al. (2018) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนและสารชีวเคมีในเลือด พบว่า หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดมีระดับเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโทคริทน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการได้รับฮอร์โมนบำบัด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดที่มีระดับฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) น้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด จึงมีระดับเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโทคริทน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด และพบว่า เพศที่ไม่ได้ตัด

อัณฑะและหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีค่าฮีโมโกลบินมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งฮีโมโกลบินเป็นโปรตีนที่อยู่บนผิวของเม็ดเลือดแดง ดังนั้นปริมาณเม็ดเลือดแดงจึงสะท้อนระดับของฮีโมโกลบิน (Mairbäurl, 2013) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างของปริมาณเม็ดเลือดแดงระหว่างเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด แต่ปริมาณเม็ดเลือดแดงของหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะมีแนวโน้มมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งอาจเป็นผลให้หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าฮีโมโกลบินมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด

ตัวแปรด้านระดับน้ำตาลในเลือด พบว่า น้ำตาลกลูโคสในพลาสมาช่วงอดอาหาร (Fasting plasma glucose) และไกลโคไซเลทฮีโมโกลบิน (Glycated hemoglobin) ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งระดับน้ำตาลในกระแสเลือดจะถูกควบคุมผ่านกลไกการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin) จากการศึกษาของ Yan et al. (2019) ที่ทำการศึกษาผลของฮอร์โมนเพศหญิง (Estrogen) ที่มีต่อการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลิน พบว่า ฮอร์โมนเพศหญิง (Estrogen) จะกระตุ้นการทำงานผ่านตัวรับฮอร์โมนเพศหญิงชนิดอัลฟา (Estrogen receptor α) และส่งสัญญาณไปยังโปรตีน FOXO1 เพื่อลดกระบวนการสังเคราะห์น้ำตาลที่ตับ (Hepatic gluconeogenesis) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีระดับน้ำตาลในเลือดน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะจะมีระดับน้ำตาลไม่แตกต่างกับเพศชายโดยกำเนิด แต่ก็มีค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลต่ำกว่าเพศชายโดยกำเนิด จากกลไกดังกล่าวจึงอาจอธิบายได้ว่าเพศชายโดยกำเนิดมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานสูงกว่าหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งสอดคล้องกับสถิติผู้ป่วยเบาหวานทั่วโลก พบว่า เพศชายโดยกำเนิดมีสัดส่วนการเป็นโรคเบาหวานมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด (Kautzky-Willer, Leutner, & Harreiter, 2023)

ตัวแปรด้านระดับไขมันในเลือด พบว่า คอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูง (High-density lipoprotein cholesterol) ของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่ามากกว่าเพศชายโดยกำเนิด โดยจากการทบทวนวรรณกรรมของ Wang, Magkos, & Mittendorfer (2011) พบว่า เพศหญิงโดยกำเนิดช่วงก่อนวัยหมดประจำเดือน (Premenopause) จะได้รับอิทธิพลของอีโตรเจน (Estrogen) ที่ผลิตจากรังไข่ให้มีการกระตุ้นกระบวนการเมตาบอลิสมไขมัน (Lipid metabolism) และส่งผลให้มีคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูงมากกว่าเพศชายโดยกำเนิด อีกทั้งการได้รับอีสโตรเจนจากภายนอกด้วยการกินก็สามารถ

กระตุ้นให้มีคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้นได้ จากการศึกษาของ Lamon-Fava et al. (2006) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับฮอร์โมนบำบัดด้วยคอนจูเกตอีไควน์อีสโตรเจน (Conjugated equine estrogen: CEE) ของหญิงวัยหมดประจำเดือน พบว่า หลังจากได้รับฮอร์โมนบำบัดหญิงวัยหมดประจำเดือนมีระดับคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูงและอะโพไลโพโปรตีนชนิดเอหนึ่ง (apolipoprotein A-I: apoA-I) เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยาหลอก ซึ่งอะโพไลโพโปรตีนชนิดเอหนึ่งเป็นองค์ประกอบสารตั้งต้นของคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูง และการศึกษาของ Olson-Kennedy et al. (2018) ที่ทำการศึกษาผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการได้รับฮอร์โมนบำบัดในเยาวชนข้ามเพศ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดต่อเนื่องระยะเวลา 2 ปีมีระดับคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูงในเลือดเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า หญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัดจากภายนอก และเพศหญิงโดยกำเนิดที่มีระดับอีตราไดออลสูงมากเพศชายโดยกำเนิด ส่งผลให้มีระดับของคอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้นด้วยไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้คอเลสเตอรอลชนิดไลโพโปรตีนหนาแน่นสูงยังสามารถช่วยการป้องกันการเกิดภาวะการแข็งตัวของหลอดเลือด (Atherosclerosis) และการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease) ได้ (Assmann & Gotto, 2004; Rosenson et al., 2016) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดด้วย

ตัวแปรด้านการทำงานของตับ พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติเมื่อเปรียบเทียบตามค่าอ้างอิงของ American board of internal medicine (2023) แต่อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านทำงานของตับของหญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งอาจเกิดจากฮอร์โมนเพศชาย (Anabolic androgenic steroids: AASs) ที่ทำหน้าที่กระตุ้นภาวะอักเสบของเซลล์จากการสร้างอนุมูลอิสระ (Reactive oxygen species: ROS) (Petrovic et al., 2022; Cruz-Topete et al., 2020) ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีระดับฮอร์โมนเพศชายน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดจึงอาจเป็นเหตุให้ค่าเอนไซม์การทำงานของตับ (liver enzyme) ที่สะท้อนถึงภาวะอักเสบของตับของหญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด สอดคล้องกับการศึกษาของ Schutte et al. (2022) ที่ทำการศึกษาผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อภาวะอักเสบของร่างกาย พบว่า หญิงข้ามเพศที่มีระดับเทสโทสเตอโรนลดลงมีระดับไฮเซนสิทิวิทีซีรีแอคทีฟโปรตีน (high sensitivity C-Reactive Protein: hs-CRP)

ลดลงในขณะที่ชายข้ามเพศที่มีระดับเทสโทสเตอโรนสูงขึ้นก็มีระดับระดับไฮเซนสิทิวิทีซีรีแอคทีฟโปรตีน (hs-CRP) เพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งอาจแสดงให้เห็นถึงภาวะอักเสบที่เปลี่ยนแปลงจากระดับเทสโทสเตอโรนในเลือด และจากการศึกษาของ Kerner et al. (2005) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเอนไซม์การทำงานของตับและไฮเซนสิทิวิทีซีรีแอคทีฟโปรตีน (hs-CRP) พบว่า ค่าเอนไซม์การทำงานของตับจะเพิ่มสูงขึ้นไปในทิศทางเดียวกับฮเซนสิทิวิทีซีรีแอคทีฟโปรตีน (hs-CRP) จึงอาจกล่าวได้ว่าเทสโทสเตอโรนมีผลต่อภาวะอักเสบและทำให้ค่าเอนไซม์การทำงานของตับเพิ่มขึ้น แสดงให้ถึงความเสี่ยงของการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของตับของหญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดที่ลดลง ทั้งนี้จากผลจากสำรวจโรคที่เกี่ยวข้องกับตับ พบว่า ผู้เสียชีวิตจากโรคที่เกี่ยวข้องกับตับมีประมาณ 2 ล้านคน ทั้งนี้เพศชายโดยกำเนิดมีสัดส่วนการเสียชีวิตมากกว่าเพศหญิงโดยกำเนิดถึง 2 ใน 3 (Devarbhavi et al., 2023)

ตัวแปรด้านการทำงานของไต พบว่า ยูเรียในโตรเจนในเลือด และครีเอทินีนของหญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ และเพศหญิงโดยกำเนิดมีค่าน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างระหว่างเพศต่ออัตราการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ (Muscle protein synthesis) โดยจากการศึกษาของ Smith et al. (2008) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศที่มีต่อการสังเคราะห์โปรตีนของกล้ามเนื้อหลังรับประทานอาหารในผู้สูงอายุ พบว่า เพศชายโดยกำเนิดมีอัตราการสังเคราะห์โปรตีนของกล้ามเนื้อสูงกว่าเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนของกล้ามเนื้ออาศัยสารอาหารตั้งต้น คือ โปรตีน (Mori, 2014; Børsheim et al., 2008) โดยกระบวนการสลายโปรตีนให้เป็นหน่วยย่อยจะได้อะมิโนเอสิด (Amino acid) และเซลล์จะมีกระบวนการย่อยอะมิโนเอสิด (Amino acid degration) เพื่อเป็นสารตั้งต้นอื่นในการทำงานของเซลล์ต่อไป แต่ทั้งนี้ในกระบวนการย่อยอะมิโนเอสิดจะเกิดแอมโมเนีย (NH_4^+) เป็นสารผลพลอยได้ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของไนโตรเจนจึงเป็นสาเหตุให้มีระดับไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Strawford et al. (1998) ที่ทำการศึกษาผลของการใช้อนุพันธ์ของฮอร์โมนเพศชายชนิดแนนโดรโลนดีคาโนเอท (Nandrolone decanoate) ในเพศชายที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง (HIV) พบว่า มีการกักเก็บไนโตรเจน (Nitrogen retention) เพิ่มขึ้นตามระดับของปริมาณฮอร์โมนที่ได้รับ อีกทั้งกระบวนเมตาบอลิสมของอะมิโนเอสิด (Amino acid metabolism) ยังได้สารผลพลอยได้เป็นครีเอทินีน (Sadana, 2001) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดที่มีฮอร์โมนเพศชายน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดมีระดับยูเรียในโตรเจนในเลือด และครีเอทินีนน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิดด้วยเช่นกัน

ตัวแปรด้านตัวบ่งชี้การทำงานของหลอดเลือด พบว่า หญิงข้ามเพศที่ไม่ได้ตัดอัณฑะ หญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิด มีระดับไนตริกออกไซด์ในเลือดไม่แตกต่างกับ ทั้งนี้อาจเกิดจากอีสตราไดออล (Estradiol) ที่เป็นฮอร์โมนเพศหญิง ซึ่งมีบทบาทช่วยกระตุ้นการสร้างไนติกออกไซด์ (Nitric oxide) จากผนังหลอดเลือด (Epithelial nitric oxide synthase) ทำให้หลอดเลือดมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น (Vasodilation) (Maranon & Reckelhoff, 2013) ในขณะเดียวกันเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่เป็นฮอร์โมนเพศชายก็สามารถกระตุ้นการสร้างไนตริกออกไซด์ผ่านกระบวนการอะโรมาไทเซชัน (Aromatization) ให้มีการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนเพศชายเป็นฮอร์โมนเพศหญิง และออกฤทธิ์กระตุ้นการผลิตไนตริกออกไซด์ตามกลไกของฮอร์โมนเพศหญิงได้เช่นกัน (Robert, 2023; Green et al., 2016)

สรุปภาพรวมของงานวิจัย

กระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศที่ได้รับฮอร์โมนบำบัด ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงสรีรวิทยาของร่างกายในหลายระบบการทำงานของร่างกายซึ่งมีผลต่อมิติด้านสุขภาพ มิติด้านกีฬา และมิติด้านจิตใจ ดังนี้

1. มิติด้านสุขภาพ

1.1 ระบบกล้ามเนื้อ ในกระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศจะต้องลดการแสดงออกอัตลักษณ์ของเพศชายด้วยการรับประทานยาต้านฮอร์โมนเพศชาย (Anti-androgen) หรือการผ่าตัดอัณฑะ (Orchiectomy) เพื่อลดระดับของเทสโทสเตอโรนในกระแส ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า หญิงข้ามเพศมีมวลกล้ามเนื้อลดลง (Low muscle mass) ซึ่งกลไกที่ทำให้มวลกล้ามเนื้อลดลงของหญิงข้ามเพศเกิดจาก การลดการกระตุ้นการทำงานของโกรทฮอร์โมน (Growth hormone) และอินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ (Insulin-like growth factor: IGF-I) ทำให้การส่งสัญญาณไปยังโปรตีนไคเนสบี (Protein kinase B: Akt) และส่งสัญญาณไปยังแมมมาเลียนทาร์เก็ทออฟราพาไมซิน (Mammalian target of rapamycin: mTOR) ลดลงและทำให้การสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ (Muscle protein symthesis) ลดลงตามไปด้วย นอกจากนี้การลดบทบาทของตัวรับฮอร์โมนเพศชาย (Androgen receptor) ยังทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของโปรตีน FOXO3 ทำให้ให้เกิดการฝ่อลีบ (Muscle degradation) ของกล้ามเนื้อได้ (Herbst & Bhasin, 2004; West & Phillips,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2010; Wu et al., 2014; Yoon,2017) จากกลไกการลดลงของมวลกล้ามเนื้อทำให้หญิงข้ามเพศมีโอกาสเสี่ยงต่อภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยสูงขึ้น (Sarcopenia)

1.2 ระบบบกระดูก ซึ่งระดับเทสโทสเตอโรนที่ลดลงของหญิงข้ามเพศยังมีผลมวลและความหนาแน่นของกระดูก ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศโดยเฉพาะหญิงข้ามเพศที่ตัดอัณฑะมีมวลกระดูก ความความหนาแน่นของกระดูก และค่าทีของกระดูกลดลงซึ่งแสดงถึงโอกาสเสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุน (Osteoporosis) เพิ่มขึ้น ซึ่งกลไกที่ทำให้มวลและความหนาแน่นของกระดูกของหญิงข้ามเพศลดลง เนื่องจากกลไกของเทสโทสเตอโรนที่ทำหน้าที่กระตุ้นการสร้างเซลล์กระดูก (Osteoblast) ผ่านการทำงานของอินซูลินไลโกรทแฟคเตอร์ (Insulin-like growth factor: IGF-I) และไอจีเฟสไบดิงโปรตีน (IGF-binding protein) และประกอบกับอีสโตรเจน (Estrogen) ที่ส่งผลต่อการทำงานของไซโทไคน์ (Cytokine) ชนิด receptor activator of NF-κB ligand (RANKL) ที่ทำหน้าที่ในการกระบวนการสลายเนื้อกระดูกผ่านการทำงานของเซลล์สลายกระดูก (Osteoclasts) ดังนั้นจากการที่หญิงข้ามเพศมีระดับเทสโทสเตอโรนลดลงและระดับอีสโตรเจนเพิ่มขึ้นจึงทำให้มวลและความหนาแน่นของกระดูกลดลง (Shigehara et al., 2021; Streicher et al., 2017) จากกลไกนี้จึงทำให้หญิงข้ามเพศมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน (Osteoporosis) เพิ่มขึ้น

1.3 ระบบเมตาบอลิสม ซึ่งเป็นผลจากทั้งเทสโทสเตอโรนและอีสโตรเจน ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ระบบน้ำตาลในเลือดของหญิงข้ามเพศลดลง ซึ่งเกิดจากกลไกของอีสโตรเจนยับยั้งการทำงานของtranscription factor foxo1 ซึ่งเป็นโปรตีนที่ช่วยควบคุมน้ำตาลของร่างกาย (Yan et al., 2019) ทำให้ลดโอกาสเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน (Diabetes mellitus) และจากผลการวิจัยยังพบว่า หญิงข้ามเพศมีระดับไขมันที่ดีในเลือดเพิ่มขึ้น อันเกิดจากกลไกของอีสโตรเจนที่กระตุ้นการผลิต Apolipoprotein A-I ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการผลิตไลโพโปรตีนหนาแน่นสูง (HDL cholesterol) (Pedersen et al., 2004) ทำให้ลดโอกาสเสี่ยงต่อภาวะแข็งตัวของหลอดเลือด (Arteroclerosis) และนอกจากนี้ผลการวิจัยยัง พบว่า ค่าเอนไซม์การทำงานของตับของหญิงข้ามเพศลดลง เป็นผลจากหญิงข้ามเพศมีระดับเทสโทสเตอโรนต่ำลง ซึ่งเทสโทสเตอโรนทำหน้าที่กระตุ้นสารก่ออักเสบของร่างกาย และส่งผลต่อค่าการอับเสบอของตับ (Petrovic et al., 2022; Cruz-Topete et al., 2020) ทำให้หญิงข้ามเพศลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับตับ จากปัจจัยทั้งด้านระดับน้ำตาลในเลือดที่ลดลง ระดับไขมันดีในเลือดที่สูงขึ้น และค่าการอักเสบของตับที่ลดลง จึงทำให้หญิงข้ามเพศมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable disease: NCDs) ลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ระบบหัวใจและหลอดเลือด ถึงแม้ผลการวิจัยครั้งนี้จะไม่พบความแตกต่างของโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด รวมถึงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักระหว่างเพศ แต่อย่างไรก็ตามอิทธิพลของอีสโตรเจนในเลือดของหญิงข้ามเพศและเพศหญิงโดยกำเนิดที่สูงกว่าเพศชาย ก็ยังส่งผลดีต่อการทำงานของหลอดเลือด ซึ่งอีสโตรเจนจะกระตุ้นการผลิตไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide) ที่ชั้นเยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial nitric oxide synthase: eNOS) และส่งผลให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด (Vasodilation) (Robert, 2023; Green et al., 2016) นอกจากนี้จากผลการวิจัยยังพบว่า หญิงข้ามเพศมีค่าความดันโลหิตต่ำว่าเพศชายโดยกำเนิดและไลโพโปรตีนหนาแน่นสูง (HDL cholesterol) สูงกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งอาจสะท้อนให้เห็นถึงการทำงานของหลอดเลือดที่ดี และลดเป็นโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดภาวะการแข็งตัวของหลอดเลือด (Arteroclerosis) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease: CVD) ที่น้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด

2. มิติด้านกีฬา

2.1 สมรรถภาพทางกายเป็นปัจจัยพื้นฐานในการแสดงออกความสามารถของร่างกายทั้งการดำเนินชีวิต และการแข่งขันกีฬา ซึ่งสมรรถภาพทางกายที่ส่งผลต่อความสามรถของกล้ามเนื้อ (Muscle performance) มีพื้นฐานจากมวลและขนาดของกล้ามเนื้อ ซึ่งจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า หญิงข้ามเพศมีมวลกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งเป็นผลจากการลดลงของการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อที่ลดลงตามระดับของเทสโทสเตอโรนของหญิงข้ามเพศ อีกทั้งเทสโทสเตอโรนยังมีบทบาทในการกระตุ้นการสังเคราะห์ใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Type II muscle fiber) ผ่านการทำงานของโปรตีนชนิด Myosin light chain kinase 4 (Mylk4) (Sakakibara et al., 2021) ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการออกแรงของกล้ามเนื้อ และจากทั้งสองปัจจัยอาจทำให้ความสามารถในการออกแรงของหญิงข้ามเพศลดลง ดังนั้นจึงทำให้สมรรถภาพที่เกี่ยวข้องกับการออกแรงของกล้ามเนื้อที่ถ่ายโยงกันระหว่างสมรรถภาพ ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) พลังของกล้ามเนื้อ (Muscle power) ความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) และพลังแอนแอโรบิก (Anaerobic power) ของหญิงข้ามเพศต่ำกว่าเพศชายโดยกำเนิด และสมรรถภาพทางกายที่ส่งผลต่อความอดทน (Endurance performance) มีพื้นฐานจากการทำงานของระบบหัวใจและหายใจ ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่าหญิงข้ามเพศ มีความสามรถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด ซึ่งเกิดจากกลไกการลดลงของเม็ดเลือดแดง และฮีโมโกลบินที่ทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจน รวมถึงการลดลงของมวล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กล้ามเนื้อซึ่งส่งผลต่อความหนาแน่นของไมโทคอนเดรียที่ผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Oxidative phosphorylation) โดยเป็นผลจากการลดลงของระดับเทสโทสเตอโรนในเลือดของหญิงข้ามเพศ (Diaz-Canestro et al., 2022; Bachman et al., 2014; Usui et al., 2014; Brand et al., 2013; Yin et al., 2021) จึงทำให้หญิงข้ามเพศมีสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะน้อยกว่าเพศชายโดยกำเนิด

2.2 การเข้าร่วมการแข่งกีฬาของหญิงข้ามเพศกับเพศหญิงโดยกำเนิด ซึ่งจากการที่คณะกรรมการโอลิมปิกสากล (International Olympic Committee: IOC) ได้อนุญาตให้หญิงข้ามเพศสามารถเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาร่วมกับเพศหญิงโดยกำเนิดได้ทำให้เกิดข้อถกเถียงถึงความยุติธรรมของการแข่งขัน ซึ่งการผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หญิงข้ามเพศมีสมรรถภาพทางกายลดลงจากเพศชายโดยกำเนิด และเทียบเท่ากับเพศหญิงโดยกำเนิด จึงอาจเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสนับสนุนให้หญิงข้ามเพศสามารถแข่งขันกีฬาร่วมกับเพศหญิงโดยกำเนิดได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวางที่ทำการเปรียบเทียบระหว่างหญิงข้ามเพศ เพศหญิงโดยกำเนิด และเพศชายโดยกำเนิดที่สุขภาพดีไม่ใช้นักกีฬา ซึ่งการออกกำลังกายและการฝึกเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถกระตุ้นระดับเทสโทสเตอโรนในเลือดได้ จากการกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อและการกระตุ้นการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย โดยผ่านการทำงานของฮอร์โมนดีไฮโดรอิพิแอนโดรสโรน (Dehydroepiandrosterone: DHEA) ที่จะสามารถถูกเปลี่ยนเป็นฮอร์โมนเพศในลำดับต่อไป (Sato & Iemitsu, 2015) แต่ทั้งนี้กระบวนการข้ามเพศของหญิงข้ามเพศถูกลดระดับเทสโทสเตอโรนจากทั้งการใช้ยาต้านฮอร์โมนเพศชายและการตัดอัณฑะ ซึ่งอาจจะเป็นเหตุที่ไม่ทำให้กลไกการตอบสนองและการปรับตัวของการฝึกและการออกกำลังกายแตกต่างจากเพศหญิงโดยกำเนิด แต่เพื่อให้เกิดความกระจ่างมากขึ้นการศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มนักกีฬาหญิงข้ามเพศหรือหญิงข้ามเพศที่ได้รับการฝึกและการออกกำลังกายจะสามารถทำให้เข้าใจถึงกลไกการตอบสนองและการปรับตัวทางสรีรวิทยาหญิงข้ามเพศได้ในอนาคต

3. มิติด้านจิตใจ จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ระดับคุณภาพชีวิต และระดับความเครียดของหญิงข้ามเพศไม่แตกต่างกับเพศหญิงโดยกำเนิดและเพศชายโดยกำเนิด แต่อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์หญิงข้ามเพศ พบว่า ส่วนใหญ่มีความเครียดจากแรงกดดันในสภาพแวดล้อมแวดล้อมที่ตนเองดำเนินชีวิต ทั้งจากครอบครัว ที่ทำงาน และสังคม ประกอบกับอัตลักษณ์ทางเพศที่ไม่ตรงกับเพศกำเนิด ทำให้รู้สึกไม่เป็นสุขและปลอดภัยในการใช้ชีวิต ซึ่งอาจกระทบต่อคุณภาพชีวิตในอนาคตได้ การเฝ้าระวังและติดตามภาวะทางจิตใจจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญและใส่ใจมากขึ้น

ประโยชน์ของการวิจัย

ประโยชน์ของการวิจัยต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ทราบถึงภาวะสุขภาพเบื้องต้นของตนเอง ทั้งระดับสารชีวเคมีในเลือด สมรรถภาพภาพทางกาย รวมถึงหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

2. ได้รับคำแนะนำในการดูแลสุขภาพและแนวทางในการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับตนเอง

ประโยชน์ของการวิจัยต่อวงวิชาการ

1. ทำให้ทราบถึงผลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายทั้งสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์สุขภาพและทักษะกีฬา และการทำงานของหลอดเลือดในหญิงข้ามเพศ ว่ามีความแตกต่างอย่างไรกับเพศชายและหญิงตามเพศกำเนิด

2. เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพ รวมถึงการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับหญิงข้ามเพศ

3. เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสร้างความกระจ่าง และยุติธรรมในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาสำหรับหญิงข้ามเพศ

4. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายของหญิงข้ามเพศในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การใช้ฮอร์โมนบำบัดของหญิงข้ามเพศมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบทั้งแบบรับประทาน แบบทา แผ่นแปะผิวหนัง และแบบฉีด ซึ่งอาจให้ผลของระดับฮอร์โมนที่แตกต่างกัน การควบคุมรูปแบบการใช้ฮอร์โมนบำบัดจะสามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างมีลักษณะไม่แตกต่างกันของระดับฮอร์โมน

2. การรวบรวมกลุ่มตัวอย่างควรเลือกกลุ่มตัวอย่างที่รับบริการจากสถานบริการสุขภาพสำหรับการใช้ฮอร์โมนบำบัดของหญิงข้ามเพศ เนื่องจากมีการให้บริการตรวจวัดระดับฮอร์โมนเพศ และคำแนะนำการใช้ปริมาณฮอร์โมนบำบัดที่เหมาะสม และทำให้ทราบถึงระดับฮอร์โมนก่อนเข้าร่วมการวิจัยและภาวะสุขภาพที่เป็นไปตามเกณฑ์คัดเข้ากลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย ซึ่งจากการศึกษา

เบื้องต้น (Pilot study) พบว่า หญิงข้ามเพศที่ซื้อฮอร์โมนบำบัดรับประทานด้วยตนเองมีระดับฮอร์โมนที่ผิดปกติไปจากระดับที่เหมาะสม

3. รูปแบบการดำเนินชีวิตอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อภาวะทางสุขภาพและสมรรถภาพ จากการศึกษาเบื้องต้น (Pilot study) พบว่า หญิงข้ามเพศจำนวนหนึ่งทำงานในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งส่งผลต่อผลการทดสอบ การควบคุมลักษณะงานจะทำให้ไม่เกิดความแตกต่างของพฤติกรรมการดำเนินชีวิตที่อาจส่งผลต่อตัวแปรที่ทำการศึกษา

ข้อเสนอแนะของการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาตัวแปรที่อาจส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของหญิงข้ามเพศที่ยังไม่ปรากฏเปิดเผยในงานวิจัยนี้ เช่น การทำงานของหัวใจ การหดตัวของกล้ามเนื้อ รวมถึงสารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ โกรทฮอร์โมน อินซูลินไลโกรทแฟกเตอร์ เพื่ออธิบายกลไกที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของหญิงข้ามเพศได้กระจ่างขึ้น

2. ควรมีการศึกษาผลไปข้างหน้า (Prospective study) ของอิทธิพลของการใช้ฮอร์โมนบำบัดระยะยาว ที่สัมพันธ์กับช่วงอายุที่เพิ่มขึ้นทั้งด้านมวลกระดูก สมรรถภาพทางกาย และการทำงานของหลอดเลือด

3. ควรมีการศึกษาความแตกต่าง (cross sectional study) ของหญิงข้ามเพศแต่ละช่วงวัยในมิติด้านสุขภาพ และด้านกีฬา เมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิงโดยกำเนิดและเพศชายโดยกำเนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. หญิงข้ามเพศจำนวนมากถูกตีตราให้รู้สึกผิดแปลกจากสังคมอุดมคติ และได้รับแรงกดดัน รวมถึงความเครียดจากทั้งตนเอง ครอบครัว และที่ทำงาน การศึกษาในเชิงคุณภาพอาจช่วยอธิบายถึงผลกระทบทางจิตใจที่มีต่อภาวะสุขภาพได้

บรรณานุกรม

ภาษาอังกฤษ

Ayuk, J., & Sheppard, M. C. (2006). Growth hormone and its disorders. *Postgrad Med J*, *82*(963), 24-30. https://doi.org/10.1136/pgmj.2005.036087.

Ah-King, M. (Ed.). (2013). *Challenging popular myths of sex, gender and biology*. Springer Science & Business Media.

Ahmed, S., Hu, R., Leete, J., & Layton, A. T. (2019). Understanding sex differences in long-term blood pressure regulation: insights from experimental studies and computational modeling. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, *316*(5), H1113-H1123.

Alberts et al. (2002). Molecular Biology to the CELL 4th edition. New York: Garland Science.

Alvares, L. A. M., Santos, M. R., Souza, F. R., Santos, L. M., de Mendonça, B. B., Costa, E. M. F., ... & Domenice, S. (2022). Cardiopulmonary capacity and muscle strength in transgender women on long-term gender-affirming hormone therapy: a cross-sectional study. *British Journal of Sports Medicine*, *56*(22), 1292-1299.

American College of Sports Medicine. (2013). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins.

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Arlington, VA: Author.

Arciero, P. J., Goran, M. I., & Poehlman, E. T. (1993). Resting metabolic rate is lower in women than in men. *Journal of applied physiology*, *75*(6), 2514-2520.

Bachman, E., Travison, T. G., Basaria, S., Davda, M. N., Guo, W., Li, M., ... & Bhasin, S. (2013). Testosterone induces erythrocytosis via increased erythropoietin and suppressed hepcidin: evidence for a new erythropoietin/hemoglobin set point.

Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences, 69(6), 725-735.

Bachman, E., Travison, T. G., Basaria, S., Davda, M. N., Guo, W., Li, M., ... & Bhasin, S. (2014). Testosterone induces erythrocytosis via increased erythropoietin and suppressed hepcidin: evidence for a new erythropoietin/hemoglobin set point. Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences, 69(6), 725-735.

Bachman, E., Travison, T. G., Basaria, S., Davda, M. N., Guo, W., Li, M., ... & Bhasin, S. (2014). Testosterone induces erythrocytosis via increased erythropoietin and suppressed hepcidin: evidence for a new erythropoietin/hemoglobin set point. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *69*(6), 725-735.

Baron, J., Sävendahl, L., De Luca, F., Dauber, A., Phillip, M., Wit, J. M., & Nilsson, O. (2015). Short and tall stature: a new paradigm emerges. *Nature Reviews Endocrinology*, *11*(12), 735-746.

Brown, S. P., Miller, W. C., & Eason, J. M. (2006). Exercise physiology basic of human movement in health and disease. United States: Lippincott Williams & Winkins.

Cervi, A., & Balitsky, A. K. (2017). Testosterone use causing erythrocytosis. CMAJ, 189(41), E1286-E1288.

Chang, E., Varghese, M., & Singer, K. (2018). Gender and sex differences in adipose tissue. *Current diabetes reports*, *18*, 1-10.

Chidi-Ogbolu, N., & Baar, K. (2019). Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. Frontiers in physiology, 9, 1834.

Ciardullo, S., Zerbini, F., Cannistraci, R., Muraca, E., Perra, S., Oltolini, A., & Perseghin, G. (2023). Differential association of sex hormones with metabolic parameters and body composition in men and women from the United States. *Journal of*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Clinical Medicine, *12*(14), 4783.

Cohen-Kettennis, P. T., & Klink, D. (2015). Adolescents with gender dysphoria. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab, 29(3), 485-495.

Collin, L., Reisner, S. L., Tangpricha, V., & Goodman, M. (2016). Prevalence of transgender depends on the "case" definition: a systematic review. The journal of sexual medicine, 13(4), 613-626.

Connelly, P. J., Clark, A., Touyz, R. M., & Delles, C. (2021). Transgender adults, gender-affirming hormone therapy and blood pressure: a systematic review. *Journal of hypertension*, *39*(2), 223.

Connolly, M. D., Zervos, M. J., Barone II, C. J., Johnson, C. C., & Joseph, C. L. (2016). The mental health of transgender youth: Advances in understanding. Journal of Adolescent Health, 59(5), 489-495.

Corretti, M. C., Anderson, T. J., Benjamin, E. J., Celermajer, D., Charbonneau, F., Creager, M. A., ... & Vallance, P. (2002). Guidelines for the ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery: a report of the International Brachial Artery Reactivity Task Force. Journal of the American College of Cardiology, 39(2), 257-265.

Das, N., & Kumar, T. R. (2018). Molecular regulation of follicle-stimulating hormone synthesis, secretion and action. Journal of molecular endocrinology, 60(3), R131-R155.

de Araújo, M. C., Baumgart, C., Jansen, C. T., Freiwald, J., & Hoppe, M. W. (2020). Sex differences in physical capacities of German Bundesliga soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *34*(8), 2329-2337.

den Heijer, M., Bakker, A., & Gooren, L. (2017). Long term hormonal treatment for transgender people. Bmj, 359, j5027.

Deutsch, M. B., Bhakri, V., & Kubicek, K. (2015). Effects of cross-sex hormone treatment

on transgender women and men. *Obstetrics and gynecology*, *125*(3), 605.

Dewan, B. M., Roger James, C., Kumar, N. A., & Sawyer, S. F. (2019). Kinematic Validation of Postural Sway Measured by Biodex Biosway (Force Plate) and SWAY Balance (Accelerometer) Technology. BioMed Research International, 2019.

Diaz-Canestro, C., Pentz, B., Sehgal, A., & Montero, D. (2022). Sex differences in cardiorespiratory fitness are explained by blood volume and oxygen carrying capacity. *Cardiovascular Research*, *118*(1), 334-343.

Dubon, M. E., Abbott, K., Carl, R. L. (2018). Care of the transgender athlete. Curr Sports Med Rep, 17(12):410-418.

Eagly, A. H. (1997). Sex differences in social behavior: comparing social role theory and evolutionary psychology.

Fournier, G., Bernard, C., Cievet‐Bonfils, M., Kenney, R., Pingon, M., Sappey‐Marinier, E., ... & Servien, E. (2022). Sex differences in semitendinosus muscle fiber‐type composition. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *32*(4), 720-727.

Franco, M., Khorrami Chokami, K., Albertelli, M., Teti, C., Cocchiara, F., Gatto, F., ... & Boschetti, M. (2023). Modulatory activity of testosterone on growth pattern and IGF-1 levels in vanishing testis syndrome: a case report during 15 years of follow-up. *BMC Endocrine Disorders*, *23*(1), 13.

Goldman, A. L., Bhasin, S., Wu, F. C., Krishna, M., Matsumoto, A. M., & Jasuja, R. (2017). A reappraisal of testosterone's binding in circulation: physiological and clinical implications. Endocrine reviews, 38(4), 302-324.

Goldstein, Z., Corneil, T. A., & Greene, D. N. (2017). When gender identity doesn't equal sex recorded at birth: The role of the laboratory in providing effective healthcare to the transgender community. Clinical chemistry, 63(8), 1342-1352.

Gopalan, C., & Kirk, E. (2022). *Biology of Cardiovascular and Metabolic Diseases*.

Academic Press.

Gordon, D., Scruton, A., Barnes, R., Baker, J., Prado, L., & Merzbach, V. (2018). The effects of menstrual cycle phase on the incidence of plateau at and associated cardiorespiratory dynamics. Clinical physiology and functional imaging, 38(4), 689-698.

Gupta, S., Imborek, K. L., & Krasowski, M. D. (2016). Challenges in transgender healthcare: the pathology perspective. Laboratory medicine, 47(3), 180-188.

Gustafsson, A., & Lindenfors, P. (2004). Human size evolution: no evolutionary allometric relationship between male and female stature. *Journal of human evolution*, *47*(4), 253-266.

Hammami, M., Negra, Y., Billaut, F., Hermassi, S., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2018). Effects of lower-limb strength training on agility, repeated sprinting with changes of direction, leg peak power, and neuromuscular adaptations of soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 32(1), 37-47.

Healy, R., Smyth, C., Kenny, I. C., & Harrison, A. J. (2019). Influence of reactive and maximum strength indicators on sprint performance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 33(11), 3039-3048.

Hembree, W. C., Cohen-Kettenis, P., Delemarre-Van De Waal, H. A., Gooren, L. J., Meyer III, W. J., Spack, N. P., ... & Montori, V. M. (2009). Endocrine treatment of transsexual persons: an Endocrine Society clinical practice guideline. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 94(9), 3132-3154.

Herbst, K. L., & Bhasin, S. (2004). Testosterone action on skeletal muscle. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care, 7(3), 271-277.

Herbst, K. L., & Bhasin, S. (2004). Testosterone action on skeletal muscle. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, *7*(3), 271-277.

Hirschberg, A. L., Knutsson, J. E., Helge, T., Godhe, M., Ekblom, M., Bermon, S., & Ekblom, B. (2019). Effects of moderately increased testosterone concentration

on physical performance in young women: a double blind, randomised, placebo controlled study. British Journal of Sports Medicine, bjsports-2018.

Hooper, D. R., Kraemer, W. J., Focht, B. C., Volek, J. S., DuPont, W. H., Caldwell, L. K., & Maresh, C. M. (2017). Endocrinological roles for testosterone in resistance exercise responses and adaptations. Sports Medicine, 47(9), 1709-1720.

Iorga, A., Cunningham, C. M., Moazeni, S., Ruffenach, G., Umar, S., & Eghbali, M. (2017). The protective role of estrogen and estrogen receptors in cardiovascular disease and the controversial use of estrogen therapy. Biology of sex differences, 8(1), 33.

Jagim, A. R., Camic, C. L., Askow, A., Luedke, J., Erickson, J., Kerksick, C. M., ... & Oliver, J. M. (2019). Sex differences in resting metabolic rate among athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *33*(11), 3008-3014.

Jee, Y. H., & Baron, J. (2016). The biology of stature. *The Journal of pediatrics*, *173*, 32-38.

Kammerlander, A. A., Lyass, A., Mahoney, T. F., Massaro, J. M., Long, M. T., Vasan, R. S., & Hoffmann, U. (2021). Sex differences in the associations of visceral adipose tissue and cardiometabolic and cardiovascular disease risk: the framingham heart study. *Journal of the American Heart Association*, *10*(11), e019968.

Kamper, A. M., Spilt, A., de Craen, A. J., van Buchem, M. A., Westendorp, R. G., & Blauw, G. J. (2004). Basal cerebral blood flow is dependent on the nitric oxide pathway in elderly but not in young healthy men. Experimental gerontology, 39(8), 1245-1248.

Kelly, D. M., & Jones, T. H. (2013). Testosterone: a metabolic hormone in health and disease. J Endocrinol, 217(3), R25-45.

Kelly, D. M., & Jones, T. H. (2015). Testosterone and obesity. *Obesity Reviews*, *16*(7), 581-606.

Kenny, W. L., Wilmore, J. H., & Costil, D. l. (2015). Physiology of sport and exercise 6th edition. United States: Human Kinetics.

Khosla, S., & Monroe, D. G. (2018). Regulation of bone metabolism by sex steroids. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, *8*(1).

Kornei, K. (2018). The trailblazer. Science, 361(6400), 322-325

Lönnqvist, F., Thörne, A., Large, V., & Arner, P. (1997). Sex differences in visceral fat lipolysis and metabolic complications of obesity. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, *17*(7), 1472-1480.

Lu, C. L., & Herndon, C. (2017). New roles for neuronal estrogen receptors. Neurogastroenterology & Motility, 29(7), e13121.

Mairbäurl, H. (2013). Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. Frontiers in physiology, 4, 332.

Mairbäurl, H. (2013). Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. *Frontiers in physiology*, *4*, 332.

Maranon, R., & Reckelhoff, J. F. (2013). Sex and gender differences in control of blood pressure. *Clinical science*, *125*(7), 311-318.

Meyer, A. A., Kundt, G., Lenschow, U., Schuff-Werner, P., & Kienast, W. (2006). Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. Journal of the American College of Cardiology, 48(9), 1865-1870.

Meyer-Bahlburg, H. FL., & Hembree, W. C. (2009). Hormones, Brain, and Behavior 3rd edition. New York: Elsevier.

Mikelionis, L. (2019,07 31). Transgender weightlifter's gold medal sparks new debate. [News]. Retrieved from https://www.foxnews.com/sports/womens-rights-groups-urge-olympic-committee-to-stop-transgender-athletes-from-competing-in-womens-

category?fbclid=IwAR2FpdtylbIISJ5H1GKab4pShM1ZEaq0kvV9HWAdrrS4FErS6fxnepyU86Y

Neely, E. K., & Crossen, S. S. (2014). Precocious puberty. Current Opinion in Obstetrics and Gynecology, 26(5), 332-338.

Nuzzo, J. L. (2023). Narrative review of sex differences in muscle strength, endurance, activation, size, fiber type, and strength training participation rates, preferences, motivations, injuries, and neuromuscular adaptations. *Journal of strength and conditioning research*, *37*(2), 494-536.

Olson-Kennedy, J., Okonta, V., Clark, L. F., & Belzer, M. (2018). Physiologic response to gender-affirming hormones among transgender youth. Journal of Adolescent Health, 62(4), 397-401.

Olson-Kennedy, J., Okonta, V., Clark, L. F., & Belzer, M. (2018). Physiologic response to gender-affirming hormones among transgender youth. *Journal of Adolescent Health*, *62*(4), 397-401.

Osório, F. L., de Paula Cassis, J. M., Machado de Sousa, J. P., Poli-Neto, O., & Martín-Santos, R. (2018). Sex hormones and processing of facial expressions of emotion: a systematic literature review. Frontiers in psychology, 9, 529.

Pabbidi, M. R., Kuppusamy, M., Didion, S. P., Sanapureddy, P., Reed, J. T., & Sontakke, S. P. (2018). Sex differences in the vascular function and related mechanisms: role of 17β-estradiol. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, *315*(6), H1499-H1518.

Palmer, B. F., & Clegg, D. J. (2015). The sexual dimorphism of obesity. *Molecular and cellular endocrinology*, *402*, 113-119.

Pereira-Lancha, L. O., Coelho, D. F., de Campos-Ferraz, P. L., & Lancha Jr, A. H. (2010). Body fat regulation: is it a result of a simple energy balance or a high fat intake?. *Journal of the American College of Nutrition*, *29*(4), 343-351.

Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. A. (1997). Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. International journal of sports medicine, 18(02), 113-117.

Poehlman, E. T., Berke, E. M., Joseph, J. R., Gardner, A. W., Katzman-Rooks, S. M., & Goran, M. I. (1992). Influence of aerobic capacity, body composition, and thyroid hormones on the age-related decline in resting metabolic rate. *Metabolism*, *41*(8), 915-921.

Powers, S. K., Dodd, S. L., Jackson, E. M., & Miller, M. K. (2009). Total fitness & Wellness 3rd edition. San Francisco: Pearson Education.

Quan, A., Chakravarty, S., Chen, J. K., Chen, J. C., Loleh, S., Saini, N., ... & Quigley, R. (2004). Androgens augment proximal tubule transport. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, *287*(3), F452-F459.

Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunaurd, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., ... & Tucker, C. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. Journal of Rehabilitation Research & Development, 50(7).

Reckelhoff, J. F. (2001). Gender differences in the regulation of blood pressure. *Hypertension*, *37*(5), 1199-1208.

Reckelhoff, J. F. (2023). Mechanisms of sex and gender differences in hypertension. *Journal of Human Hypertension*, 1-6.

Reigal, R. E., Barrero, S., Martín, I., Morales-Sánchez, V., Juárez-Ruiz de Mier, R., & Hernández-Mendo, A. (2019). Relationships between reaction time, selective attention, physical activity, and physical fitness in children. Frontiers in psychology, 10, 2278.

Reisner, S. L., Poteat, T., Keatley, J., Cabral, M., Mothopeng, T., Dunham, E., ... & Baral, S. D. (2016). Global health burden and needs of transgender populations: a review.

The Lancet, 388(10042), 412-436.

Schulman, J. K., & Erickson-Schroth, L. (2017). Mental health in sexual minority and transgender women. Psychiatric Clinics, 40(2), 309-319.

Shea, J. L., Wong, P. Y., & Chen, Y. (2014). Free testosterone: clinical utility and important analytical aspects of measurement. In Advances in clinical chemistry (Vol. 63, pp. 59-84). Elsevier.

Sheikh, I. A., & Beg, M. A. (2020). Structural binding interactions of tetrabromobisphenol A with sex steroid nuclear receptors and sex hormone‐binding globulin. Journal of Applied Toxicology.

Silventoinen, K., Kaprio, J., Lahelma, E., Viken, R. J., & Rose, R. J. (2001). Sex differences in genetic and environmental factors contributing to body-height. *Twin Research and Human Genetics*, *4*(1), 25-29.

Skorska, M. N., & Bogaert, A. F. (2001). International encyclopedia of the social & behavioral science 2nd edition. New York: Elsevier.

Strom, C. J., Pettitt, R. W., Krynski, L. M., Jamnick, N. A., Hein, C. J., & Pettitt, C. D. (2018). Validity of a customized submaximal treadmill protocol for determining VO 2max. European journal of applied physiology, 118(9), 1781-1787.

Sugawara, J., Hayashi, K., Yokoi, T., Cortez-Cooper, M. Y., DeVan, A. E., Anton, M. A., & Tanaka, H. (2005). Brachial–ankle pulse wave velocity: an index of central arterial stiffness?. Journal of human hypertension, 19(5), 401.

T'Sjoen, G., Arcelus, J., Gooren, L., Klink, D. T., & Tangpricha, V. (2018). Endocrinology of transgender medicine. Endocr Rev, 40(1), 97-117.

Tee, G. B., Rasool, A. H., Halim, A. S., & Rahman, A. R. (2004). Dependence of human forearm skin postocclusive reactive hyperrmia on occlusion time. Journal of pharmacological and toxicological methods, 50(1), 73-78.

Thazhath, S. S., Wu, T., Bound, M. J., Checklin, H. L., Jones, K. L., Willoughby, S., ... & Rayner, C. K. (2014). Changes in meal composition and duration affect

postprandial endothelial function in healthy humans. American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology, 307(12), G1191-G1197.

Thompson, J., & Manore, M. M. (1996). Predicted and measured resting metabolic rate of male and female endurance athletes. *Journal of the American Dietetic Association*, *96*(1), 30-34.

Thomsen, J. J., Rentsch, R. L., Robach, P., Calbet, J. A. L., Boushel, R., Rasmussen, P., ... & Lundby, C. (2007). Prolonged administration of recombinant human erythropoietin increases submaximal performance more than maximal aerobic capacity. European journal of applied physiology, 101(4), 481-486.

Toda, N. (2012). Age-related changes in endothelial function and blood flow regulation. Pharmacology & Therapeutics, 133(2), 159-176.

Traish, A. M., Miner, M. M., Morgentaler, A., & Zitzmann, M. (2011). Testosterone deficiency. The American journal of medicine, 124(7), 578-587.

Tsai, P. S. (2018). Gonadotropin-releasing hormone by any other name would smell as sweet. General and comparative endocrinology, 264, 58-63.

Unger, C. A. (2016). Hormone therapy for transgender patients. Translational andrology and urology, 5(6), 877.

Usselman, C. W., Stachenfeld, N. S., & Bender, J. R. (2016). The molecular actions of estrogen in the regulation of vascular health. *Experimental physiology*, *101*(3), 356.

Utian, W. H., & Woods, N. F. (2013). Impact of hormone therapy on quality of life after menopause. Menopause, 20(10), 1098-1105.

Van Caenegem, E., Taes, Y., Wierckx, K., Vandewalle, S. A. R. A., Toye, K., Kaufman, J. M., ... & T'Sjoen, G. (2013). Low bone mass is prevalent in male-to-female transsexual persons before the start of cross-sex hormonal therapy and gonadectomy. *Bone*, *54*(1), 92-97.

Vita, R., Settineri, S., Liotta, M., Benvenga, S., & Trimarchi, F. (2018). Changes in hormonal and metabolic parameters in transgender subjects on cross-sex hormone therapy: a cohort study. Maturitas, 107, 92-96.

Vita, R., Settineri, S., Liotta, M., Benvenga, S., & Trimarchi, F. (2018). Changes in hormonal and metabolic parameters in transgender subjects on cross-sex hormone therapy: a cohort study. *Maturitas*, *107*, 92-96.

Vrtačnik, P., Ostanek, B., Mencej-Bedrač, S., & Marc, J. (2014). The many faces of estrogen signaling. Biochemia medica: Biochemia medica, 24(3), 329-342.

Weghofer, A., Schnepf, S., Barad, D., & Gleicher, N. (2007). The impact of luteinizing hormone in assisted reproduction: a review. Current Opinion in Obstetrics and Gynecology, 19(3), 253-257.

West, D. W., & Phillips, S. M. (2010). Anabolic processes in human skeletal muscle: restoring the identities of growth hormone and testosterone. The Physician and sportsmedicine, 38(3), 97-104.

West, D. W., & Phillips, S. M. (2010). Anabolic processes in human skeletal muscle: restoring the identities of growth hormone and testosterone. *The Physician and sportsmedicine*, *38*(3), 97-104.

Who, E. C. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. Lancet (London, England), 363(9403), 157.

Wiepjes, C. M., de Blok, C. J., Staphorsius, A. S., Nota, N. M., Vlot, M. C., de Jongh, R. T., & den Heijer, M. (2020). Fracture risk in trans women and trans men using long-term gender-affirming hormonal treatment: a nationwide cohort study. *Journal of Bone and Mineral Research*, *35*(1), 64-70.

Wiik, A., Lundberg, T. R., Rullman, E., Andersson, D. P., Holmberg, M., Mandić, M., ... & Gustafsson, T. (2020). Muscle strength, size, and composition following 12 months of gender-affirming treatment in transgender individuals. *The Journal of*

Clinical Endocrinology & Metabolism, *105*(3), e805-e813.

Wiik, A., Lundberg, T. R., Rullman, E., Andersson, D. P., Holmberg, M., Mandić, M., ... & Gustafsson, T. (2020). Muscle strength, size, and composition following 12 months of gender-affirming treatment in transgender individuals. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *105*(3), e805-e813.

Wiinberg, N., Høegholm, A., Christensen, H. R., Bang, L. E., Mikkelsen, K. L., Nielsen, P. E., ... & Bentzon, M. W. (1995). 24-h ambulatory blood pressure in 352 normal Danish subjects, related to age and gender. *American journal of hypertension*, *8*(10), 978-986.

Wilson, R., Spiers, A., Ewan, J., Johnson, P., Jenkins, C., & Carr, S. (2009). Effects of high dose oestrogen therapy on circulating inflammatory markers. Maturitas, 62(3), 281-286.

Winter, S. (2006). Thai transgenders in focus: demographics, transitions and identities. International Journal of Transgenderism, 9(1), 15-27.

Winter, S., Diamond, M., Green, J., Karasic, D., Reed, T., Whittle, S., & Wylie, K. (2016). Transgender people: health at the margins of society. The Lancet, 388(10042), 390-400.

World Health Organization (WHO). (2016). International statistical classification of diseases and related health problems 10th revision. France: World Health Organization.

Wu, B. W., Berger, M., Sum, J. C., Hatch, G. F., & Schroeder, E. T. (2014). Randomized control trial to evaluate the effects of acute testosterone administration in men on muscle mass, strength, and physical function following ACL reconstructive surgery: rationale, design, methods. BMC surgery, 14(1), 102.

Yen, S., Jaffe, R., Barbieri, R. (1999). Reproductive endocrinology 4th edition. Philadelphia: W.B.Saunders Company.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Zhu, K., Briffa, K., Smith, A., Mountain, J., Briggs, A. M., Lye, S., ... & Walsh, J. P. (2014). Gender differences in the relationships between lean body mass, fat mass and peak bone mass in young adults. *Osteoporosis International*, *25*, 1563-1570.

Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(9), 2598-2604.

Chen, L., Nelson, D. R., Zhao, Y., Cui, Z., & Johnston, J. A. (2013). Relationship between muscle mass and muscle strength, and the impact of comorbidities: a population-based, cross-sectional study of older adults in the United States. *BMC geriatrics*, *13*, 1-8.

Wu, B. W., Berger, M., Sum, J. C., Hatch, G. F., & Schroeder, E. T. (2014). Randomized control trial to evaluate the effects of acute testosterone administration in men on muscle mass, strength, and physical function following ACL reconstructive surgery: rationale, design, methods. *BMC surgery*, *14*, 1-9.

Yoon, M. S. (2017). mTOR as a key regulator in maintaining skeletal muscle mass. *Frontiers in physiology*, *8*, 788.

Popel, A. S. (1989). Theory of oxygen transport to tissue. *Critical reviews in biomedical engineering*, *17*(3), 257.

De Ste Croix, M. B., Deighan, M. A., Ratel, S., & Armstrong, N. (2009). Age-and sex-associated differences in isokinetic knee muscle endurance between young children and adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *34*(4), 725-731.

Bachman, E., Travison, T. G., Basaria, S., Davda, M. N., Guo, W., Li, M., ... & Bhasin, S. (2014). Testosterone induces erythrocytosis via increased erythropoietin and suppressed hepcidin: evidence for a new erythropoietin/hemoglobin set

point. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *69*(6), 725-735.

Hunter, S. K. (2014). Sex differences in human fatigability: mechanisms and insight to physiological responses. *Acta physiologica*, *210*(4), 768-789.

Yu, S., Lin, L., Liang, H., Lin, M., Deng, W., Zhan, X., ... & Liu, C. (2022). Gender difference in effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on flexibility and stiffness of hamstring muscle. *Frontiers in Physiology*, *13*, 918176.

Leblanc, D. R., Schneider, M., Angele, P., Vollmer, G., & Docheva, D. (2017). The effect of estrogen on tendon and ligament metabolism and function. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, *172*, 106-116.

Beynnon, B. D., Bernstein, I. M., Belisle, A., Brattbakk, B., Devanny, P., Risinger, R., & Durant, D. (2005). The effect of estradiol and progesterone on knee and ankle joint laxity. *The American journal of sports medicine*, *33*(9), 1298-1304.

Alvares, L. A. M., Santos, M. R., Souza, F. R., Santos, L. M., de Mendonça, B. B., Costa, E. M. F., ... & Domenice, S. (2022). Cardiopulmonary capacity and muscle strength in transgender women on long-term gender-affirming hormone therapy: a cross-sectional study. *British Journal of Sports Medicine*, *56*(22), 1292-1299.

Raghuveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Takken, T., Wiltz, J. L., Mietus-Snyder, M., ... & American Heart Association Young Hearts Athero, Hypertension and Obesity in the Young Committee of the Council on Lifelong Congenital Heart Disease and Heart Health in the Young. (2020). Cardiorespiratory fitness in youth: an important marker of health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, *142*(7), e101-e118.

Diaz-Canestro, C., Pentz, B., Sehgal, A., & Montero, D. (2022). Sex differences in cardiorespiratory fitness are explained by blood volume and oxygen carrying

CHULALONGKORN UNIVERSITY

capacity. *Cardiovascular Research*, *118*(1), 334-343.

Usui, T., Kajita, K., Kajita, T., Mori, I., Hanamoto, T., Ikeda, T., ... & Ishizuka, T. (2014). Elevated mitochondrial biogenesis in skeletal muscle is associated with testosterone-induced body weight loss in male mice. *FEBS letters*, *588*(10), 1935-1941.

Brand, M. D., Orr, A. L., Perevoshchikova, I. V., & Quinlan, C. L. (2013). The role of mitochondrial function and cellular bioenergetics in ageing and disease. *British Journal of Dermatology*, *169*(s2), 1-8.

Yin, L., Luo, M., Wang, R., Ye, J., & Wang, X. (2021). Mitochondria in sex hormone-induced disorder of energy metabolism in males and females. *Frontiers in endocrinology*, *12*, 749451.

Kouloumenta, V., Hatziefthimiou, A., Paraskeva, E., Gourgoulianis, K., & Molyvdas, P. A. (2006). Non-genomic effect of testosterone on airway smooth muscle. *British journal of pharmacology*, *149*(8), 1083-1091.

Park, J. E., Chung, J. H., Lee, K. H., & Shin, K. C. (2012). The effect of body composition on pulmonary function. *Tuberculosis and respiratory diseases*, *72*(5), 433-440.

Bassett, A. J., Ahlmen, A., Rosendorf, J. M., Romeo, A. A., Erickson, B. J., & Bishop, M. E. (2020). The biology of sex and sport. *JBJS reviews*, *8*(3), e0140.

Handelsman, D. J., Hirschberg, A. L., & Bermon, S. (2018). Circulating testosterone as the hormonal basis of sex differences in athletic performance. *Endocrine reviews*, *39*(5), 803-829.

Jones, B. A., Arcelus, J., Bouman, W. P., & Haycraft, E. (2017). Sport and transgender people: a systematic review of the literature relating to sport participation and competitive sport policies. *Sports medicine*, *47*, 701-716.

Hilton, E. N., & Lundberg, T. R. (2021). Transgender women in the female category of

sport: perspectives on testosterone suppression and performance advantage. *Sports Medicine*, *51*, 199-214.

Safer, J. D. (2022). Fairness for transgender people in Sport. *Journal of the Endocrine Society*, *6*(5), bvac035.

McGovern, M. M., Lowenstein, N. A., & Matzkin, E. G. (2023). Sports Medicine Considerations When Caring for the Transgender Athlete. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 100736.

Bompa, T., & Carrera, M. (2005). *Periodization training for sports, 2nd edition*. Human kinetics.

Dykiert, D., Der, G., Starr, J. M., & Deary, I. J. (2012). Sex differences in reaction time mean and intraindividual variability across the life span. *Developmental psychology*, *48*(5), 1262.

Bonis, M., & Tillery, K. (2021). Gender Differences in Static and Dynamic Balance Testing. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, *35*(3), 27688-27691.

Robert, J. (2023). Sex differences in vascular endothelial cells. *Atherosclerosis*, 117278.

Green, D. J., Hopkins, N. D., Jones, H., Thijssen, D. H., Eijsvogels, T. M., & Yeap, B. B. (2016). Sex differences in vascular endothelial function and health in humans: impacts of exercise. *Experimental physiology*, *101*(2), 230-242.

Merz, A. A., & Cheng, S. (2016). Sex differences in cardiovascular ageing. *Heart*, *102*(11), 825-831.

Mitchell, G. F. (2021). Arterial stiffness in aging: does it have a place in clinical practice? Recent advances in hypertension. *Hypertension*, *77*(3), 768-780.

Schank, B. J., Acree, L. S., Longfors, J., & Gardner, A. W. (2006). Differences in vascular

reactivity between men and women. *Angiology*, *57*(6), 702-708.

Hu, R., Wang, W. Q., Lau, C. P., & Tse, H. F. (2008). Gender differences on brachial flow‐mediated dilation and carotid intima‐media thickness for prediction of spontaneous cardiovascular events. *Clinical Cardiology: An International Indexed and Peer‐Reviewed Journal for Advances in the Treatment of Cardiovascular Disease*, *31*(11), 525-530.

American board of internal medicine. (2023, July). *ABIM Laboratory Test Reference Ranges—July 2023*. https://www.abim.org/search?q=Laboratory%20Test%20Reference%20Ranges.

Olson-Kennedy, J., Okonta, V., Clark, L. F., & Belzer, M. (2018). Physiologic response to gender-affirming hormones among transgender youth. *Journal of Adolescent Health*, *62*(4), 397-401.

Bakker, J. (2021). Kisspeptin and neurokinin B expression in the human hypothalamus: Relation to reproduction and gender identity. *Handbook of Clinical Neurology*, *180*, 297-313.

Varenhorst, E., Wallentin, L., & Carlström, K. (1982). The effects of orchidectomy, estrogens, and cyproterone acetate on plasma testosterone, LH, and FSH concentrations in patients with carcinoma of the prostate. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology*, *16*(1), 31-36.

Hammond, G. L. (2011). Diverse roles for sex hormone-binding globulin in reproduction. *Biology of reproduction*, *85*(3), 431-441.

Wang, Y., & Charchar, F. J. (2021). Establishment of sex difference in circulating uric acid is associated with higher testosterone and lower sex hormone-binding globulin in adolescent boys. *Scientific reports*, *11*(1), 17323.

Campbell, B. (2020). DHEAS and human development: an evolutionary

perspective. *Frontiers in Endocrinology*, *11*, 101.

Clark, B. J., Prough, R. A., & Klinge, C. M. (2018). Mechanisms of action of dehydroepiandrosterone. *Vitamins and hormones*, *108*, 29-73.

Cervi, A., & Balitsky, A. K. (2017). Testosterone use causing erythrocytosis. *CMAJ*, *189*(41), E1286-E1288.

Vita, R., Settineri, S., Liotta, M., Benvenga, S., & Trimarchi, F. (2018). Changes in hormonal and metabolic parameters in transgender subjects on cross-sex hormone therapy: a cohort study. *Maturitas*, *107*, 92-96.

Mairbäurl, H. (2013). Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. *Frontiers in physiology*, *4*, 332.

Yan, H., Yang, W., Zhou, F., Li, X., Pan, Q., Shen, Z., ... & Guo, S. (2019). Estrogen improves insulin sensitivity and suppresses gluconeogenesis via the transcription factor Foxo1. *Diabetes*, *68*(2), 291-304.

Kautzky-Willer, A., Leutner, M., & Harreiter, J. (2023). Sex differences in type 2 diabetes. *Diabetologia*, *66*(6), 986-1002.

Zucker, K. J. (2017). Epidemiology of gender dysphoria and transgender identity. *Sexual health*, *14*(5), 404-411.ONGKORN UNIVERSITY

Abeln, B., & Love, R. (2019). Considerations for the care of transgender individuals. *Nursing Clinics*, *54*(4), 551-559.

Hilton, E. N., & Lundberg, T. R. (2021). Transgender women in the female category of sport: perspectives on testosterone suppression and performance advantage. *Sports Medicine*, *51*, 199-214.

Sainas, G., Milia, R., Palazzolo, G., Ibba, G., Marongiu, E., Roberto, S., ... & Crisafulli, A. (2016). Mean blood pressure assessment during post-exercise: result from two different methods of calculation. *Journal of Sports Science & Medicine*, *15*(3),

424.

Westerterp, K. R. (2017). Control of energy expenditure in humans. *European journal of clinical nutrition*, *71*(3), 340-344.

Zurlo, F., Larson, K., Bogardus, C., & Ravussin, E. (1990). Skeletal muscle metabolism is a major determinant of resting energy expenditure. *The Journal of clinical investigation*, *86*(5), 1423-1427.

Hunter, G. R., Singh, H., Carter, S. J., Bryan, D. R., & Fisher, G. (2019). Sarcopenia and its implications for metabolic health. *Journal of obesity*, *2019*.

Wu, B. W., Berger, M., Sum, J. C., Hatch, G. F., & Schroeder, E. T. (2014). Randomized control trial to evaluate the effects of acute testosterone administration in men on muscle mass, strength, and physical function following ACL reconstructive surgery: rationale, design, methods. *BMC surgery*, *14*, 1-9.

Yoon, M. S. (2017). mTOR as a key regulator in maintaining skeletal muscle mass. *Frontiers in physiology*, *8*, 788.

Heymsfield, S. B., Stanley, A., Pietrobelli, A., & Heo, M. (2020). Simple skeletal muscle mass estimation formulas: what we can learn from them. *Frontiers in Endocrinology*, *11*, 31.

Pedersen, S. B., Kristensen, K., Hermann, P. A., Katzenellenbogen, J. A., & Richelsen, B. (2004). Estrogen controls lipolysis by up-regulating α2A-adrenergic receptors directly in human adipose tissue through the estrogen receptor α. Implications for the female fat distribution. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *89*(4), 1869-1878.

Rosenfeld, R. G. (2004). Gender differences in height: an evolutionary perspective. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism: JPEM*, *17*, 1267-1271.

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Heymsfield, S. B., Hwaung, P., Ferreyro‐Bravo, F., Heo, M., Thomas, D. M., & Schuna Jr, J. M. (2019). Scaling of adult human bone and skeletal muscle mass to height in the US population. *American Journal of Human Biology*, *31*(4), e23252.

Han, H., Chen, S., Wang, X., Jin, J., Li, X., & Li, Z. (2023). Association between muscle strength and mass and bone mineral density in the US general population: data from NHANES 1999–2002. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, *18*(1), 1-14.

Malisoux, L., Francaux, M., & Theisen, D. (2007). What do single-fiber studies tell us about exercise training?. *Medicine and science in sports and exercise*, *39*(7), 1051.

Ben Mansour, G., Kacem, A., Ishak, M., Grélot, L., & Ftaiti, F. (2021). The effect of body composition on strength and power in male and female students. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *13*(1), 1-11.

Assmann, G., & Gotto Jr, A. M. (2004). HDL cholesterol and protective factors in atherosclerosis. *Circulation*, *109*(23_suppl_1), III-8.

Lamon-Fava, S., Postfai, B., Diffenderfer, M., DeLuca, C., O'Connor Jr, J., Welty, F. K., ... & Schaefer, E. J. (2006). Role of the estrogen and progestin in hormonal replacement therapy on apolipoprotein AI kinetics in postmenopausal women. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, *26*(2), 385-391.

Wang, X., Magkos, F., & Mittendorfer, B. (2011). Sex differences in lipid and lipoprotein metabolism: it's not just about sex hormones. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *96*(4), 885-893.

Rosenson, R. S., Brewer Jr, H. B., Ansell, B. J., Barter, P., Chapman, M. J., Heinecke, J. W., ... & Webb, N. R. (2016). Dysfunctional HDL and atherosclerotic cardiovascular disease. *Nature reviews cardiology*, *13*(1), 48-60.

Devarbhavi, H., Asrani, S. K., Arab, J. P., Nartey, Y. A., Pose, E., & Kamath, P. S. (2023). Global burden of liver disease: 2023 update. *Journal of Hepatology*.

Cruz-Topete, D., Dominic, P., & Stokes, K. Y. (2020). Uncovering sex-specific mechanisms of action of testosterone and redox balance. *Redox Biology*, *31*, 101490.

Imborek, K. L., Graf, E. M., & McCune, K. (2017, September). Preventive health for transgender men and women. In *Seminars in Reproductive Medicine* (Vol. 35, No. 05, pp. 426-433). Thieme Medical Publishers.

Mori, H. (2014). Effect of timing of protein and carbohydrate intake after resistance exercise on nitrogen balance in trained and untrained young men. *Journal of physiological anthropology*, *33*(1), 1-7.

Børsheim, E., Bui, Q. U. T., Tissier, S., Kobayashi, H., Ferrando, A. A., & Wolfe, R. R. (2008). Effect of amino acid supplementation on muscle mass, strength and physical function in elderly. *Clinical nutrition*, *27*(2), 189-195.

Strawford, A., Barbieri, T., Neese, R., Van Loan, M., Christiansen, M., Hoh, R., ... & Hellerstein, M. (1999). Effects of nandrolone decanoate therapy in borderline hypogonadal men with HIV-associated weight loss. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes and Human Retrovirology: Official Publication of the International Retrovirology Association*, *20*(2), 137-146.

Sadana, A. (2001). *Engineering biosensors: kinetics and design applications*. Academic Press.

Smith, G. I., Atherton, P., Villareal, D. T., Frimel, T. N., Rankin, D., Rennie, M. J., & Mittendorfer, B. (2008). Differences in muscle protein synthesis and anabolic signaling in the postabsorptive state and in response to food in 65–80 year old men and women. *PLOS one*, *3*(3), e1875.

Hembree, W. C., Cohen-Kettenis, P. T., Gooren, L., Hannema, S. E., Meyer, W. J., Murad,

M. H., ... & T'Sjoen, G. G. (2017). Endocrine treatment of gender-dysphoric/gender-incongruent persons: an endocrine society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *102*(11), 3869-3903.

Mishra, J. S., More, A. S., Gopalakrishnan, K., & Kumar, S. (2019). Testosterone plays a permissive role in angiotensin II-induced hypertension and cardiac hypertrophy in male rats. *Biology of Reproduction*, *100*(1), 139-148.

Shigehara, K., Izumi, K., Kadono, Y., & Mizokami, A. (2021). Testosterone and bone health in men: a narrative review. *Journal of Clinical Medicine*, *10*(3), 530.

Streicher, C., Heyny, A., Andrukhova, O., Haigl, B., Slavic, S., Schüler, C., ... & Erben, R. G. (2017). Estrogen regulates bone turnover by targeting RANKL expression in bone lining cells. *Scientific reports*, *7*(1), 6460.

Petrovic, A., Vukadin, S., Sikora, R., Bojanic, K., Smolic, R., Plavec, D., ... & Smolic, M. (2022). Anabolic androgenic steroid-induced liver injury: An update. *World Journal of Gastroenterology*, *28*(26), 3071.

Schutte, M. H., Kleemann, R., Nota, N. M., Wiepjes, C. M., Snabel, J. M., T'Sjoen, G., ... & Den Heijer, M. (2022). The effect of transdermal gender-affirming hormone therapy on markers of inflammation and hemostasis. *PLoS One*, *17*(3), e0261312.

Kerner, A., Avizohar, O., Sella, R., Bartha, P., Zinder, O., Markiewicz, W., ... & Aronson, D. (2005). Association between elevated liver enzymes and C-reactive protein: possible hepatic contribution to systemic inflammation in the metabolic syndrome. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, *25*(1), 193-197.

Sakakibara, I., Yanagihara, Y., Himori, K., Yamada, T., Sakai, H., Sawada, Y., ... & Imai, Y. (2021). Myofiber androgen receptor increases muscle strength mediated by a

skeletal muscle splicing variant of Mylk4. *Iscience*, *24*(4).

Sato, K., & Iemitsu, M. (2015). Exercise and sex steroid hormones in skeletal muscle. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, *145*, 200-205.

ภาษาไทย

ดรุณวรรณ สุขสม. (2561). การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เดโช แขน้ำแก้ว, หทัยชนก คะตะสมบูรณ์, เบญญาภา อัฉฤกษ์, สัญญา สดประเสริฐ และลดาวัลย์ จันทวงค์. (2562). ชาย-หญิง-เพศที่สาม (ข้ามเพศ) : การเปรียบเทียบคุณภาพชีวิตของแรงงานพม่าจังหวัดนครศรีธรรมราช ในมิติทางเพศภาวะ. *วารสารวิชาการสังคมมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*. 9(2), 36-51.

ตรีทิพย์ รัตนวรชัย. (2549). ชีวเคมีของฮอร์โมนเชิงบูรณาการ: ฮอร์โมนระบบสืบพันธุ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล. (2552). หลักวิทยาศาสตร์ในการฝึกกีฬา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิญาภรณ์ นามวงสา และกรแก้ว จันทภาษา. (2564). ประสบการณ์การใช้ยาฮอร์โมนเพศของหญิงข้ามเพศในจังหวัดสกลนคร. *วารสารเภสัชกรรมไทย*, 14(3), 756-763.

ศุภชัย ไชยธีระพันธุ์ และสมชาย เอี่ยมอ่อง. (2540). Endothelium. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร.

สมนึก นิลบุหงา และ ปานสิริ พันธุ์สุวรรณ. (2555). ระบบหัวใจและการทำงาน (Functional cardiology). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมาคมเพื่อการวิจัยอนุมูลอิสระไทย. (2555). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ (FREE RADICALS AND ANTIOXIDANTS). เชียงใหม่: นวัตกรรมสุขภาพสำนักพิมพ์.

สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2562). แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกาย ของประชาชน อายุ 19 - 59 ปี. กรุงเทพมหานคร: บริษัท โอเคแมส จำกัด.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สุภาพร วรรณศิริ. (2559). สรีรวิทยาพื้นฐานระบบต่อมไร้ท่อ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

ผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

AF 02-12

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 175/2563

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 080.1/63 : อิทธิพลของฮอร์โมนบำบัดระยะยาวที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในหญิงข้ามเพศ

ผู้วิจัยหลัก : นายอธิวัฒน์ สายทอง

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณาโดยใช้หลักของ Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOM) 2016, มาตรฐานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (มคจค.) 2560, นโยบายแห่งชาติและแนวทางปฏิบัติการวิจัยในมนุษย์ 2558 อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม.....
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ)
ประธาน

ลงนาม.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 5 สิงหาคม 2563 **วันหมดอายุ** : 4 สิงหาคม 2564

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย
4) แบบสอบถาม
5) ใบประชาสัมพันธ์

เลขที่โครงการวิจัย 080.1/63
วันที่รับรอง -5 ส.ค. 2563
วันหมดอายุ -4 ส.ค. 2564

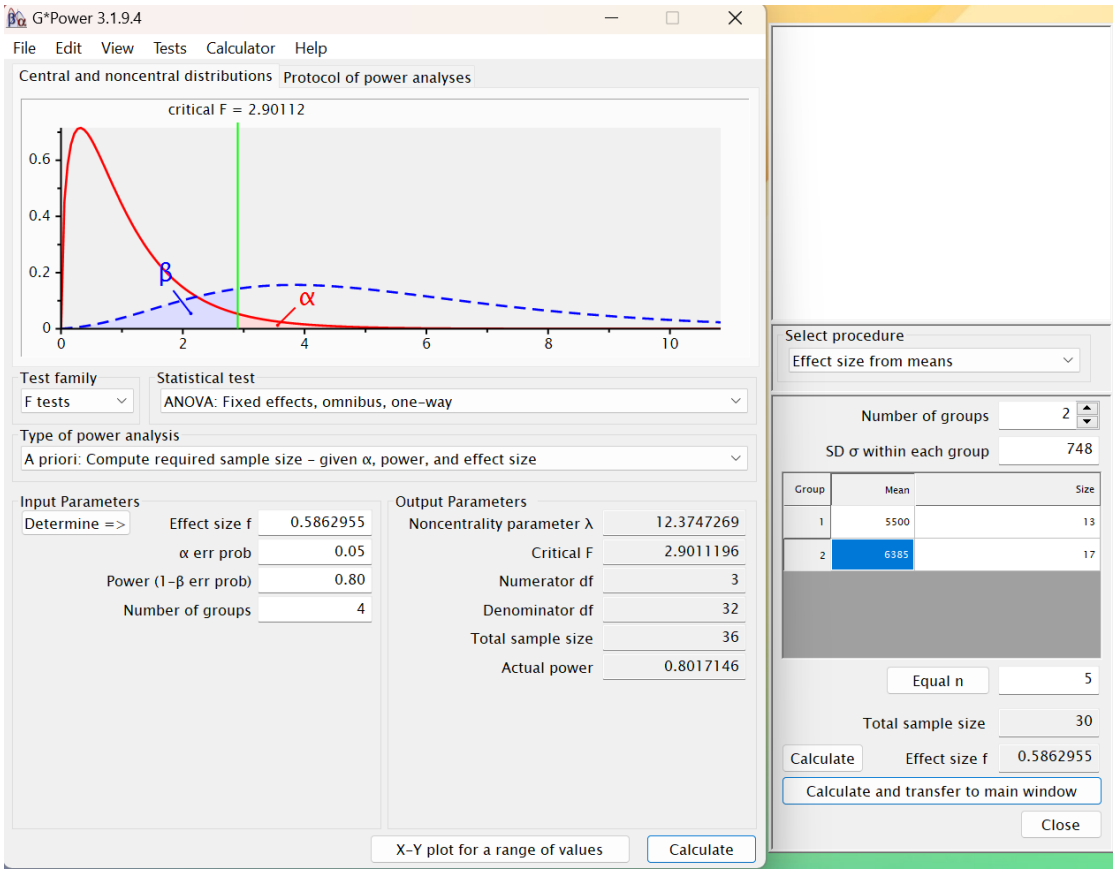
เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) **เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น**
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. หากยุติโครงการวิจัยก่อนกำหนดต้องแจ้งคณะกรรมการฯ ภายใน 2 สัปดาห์พร้อมคำชี้แจง
8. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 01-15) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น
9. โครงการวิจัยที่มีหลายระยะ จะรับรองโครงการเป็นระยะ เมื่อดำเนินการวิจัยในระยะแรกเสร็จสิ้นแล้ว ให้ดำเนินการส่งรายงานความก้าวหน้า พร้อมโครงการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องในระยะถัดไป
10. คณะกรรมการฯ สงวนสิทธิ์ในการตรวจเยี่ยมเพื่อติดตามการดำเนินการวิจัย
11. สำหรับโครงการวิจัยจากภายนอก ผู้บริหารส่วนงาน กำกับการดำเนินการวิจัย

ภาคผนวก ข

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


G*Power 3.1.9.4
File Edit View Tests Calculator Help
Central and noncentral distributions
Protocol of power analyses
critical F = 2.90112
β
α
Test family
F tests
Statistical test
ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way
Type of power analysis
A priori: Compute required sample size – given α, power, and effect size
Input Parameters
Determine =>
Effect size f 0.5862955
α err prob 0.05
Power (1-β err prob) 0.80
Number of groups 4
Output Parameters
Noncentrality parameter λ 12.3747269
Critical F 2.9011196
Numerator df 3
Denominator df 32
Total sample size 36
Actual power 0.8017146
X-Y plot for a range of values
Calculate
Select procedure
Effect size from means
Number of groups 2
SD σ within each group 748
Group Mean Size
1 5500 13
2 6385 17
Equal n 5
Total sample size 30
Calculate
Effect size f 0.5862955
Calculate and transfer to main window
Close

ภาคผนวก ค

แบบประเมินวินิจฉัยเพศสภาพไม่ตรงกับเพศกำเนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัส.....

แบบสอบถามการวินิจฉัยเพศสภาพไม่ตรงกับเพศโดยกำเนิด

DSM-5 (Diagnosis and Statistical Manual of Mental Disorder,5th)

ท่านมีความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความไม่สอดคล้องระหว่างเพศที่รู้สึกว่าตนเป็นหรือเพศที่แสดงออกกับเพศที่ถูกกำหนดมาตั้งแต่เกิด นานต่อเนื่องอย่างน้อย 6 เดือน

☐ ใช่ (โปรดตอบข้อ A และ B ในลำดับต่อไป)

☐ ไม่ใช่ (ไม่ต้องตอบคำถามข้อ A และ B)

A. ท่านมีความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกทางเพศดังต่อไปนี้

(สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ มีความรู้สึกไม่สอดคล้องอย่างมาก (ไม่พอใจอย่างมาก) ระหว่างเพศที่รู้สึกว่าตนเองเป็นหรือเพศที่อยากแสดงออก กับลักษณะทางกายที่บ่งถึงเพศในขณะนั้นของตน

☐ มีความต้องการอย่างมากที่จะกำจัดลักษณะทางกายที่บ่งบอกถึงเพศ ตามเพศกำเนิดของตน หรือต้องการที่จะป้องกัน (ปกปิด) การพัฒนาขึ้นของลักษณะทางกายเหล่านั้น

☐ มีความต้องการอย่างมากที่จะมีลักษณะทางกายที่บ่งบอกถึงเพศอีกเพศหนึ่ง

☐ มีความต้องการอย่างมากที่จะเป็นอีกเพศหนึ่ง

☐ มีความต้องการอย่างมากที่จะถูกปฏิบัติในฐานะอีกเพศหนึ่ง

☐ มีความเชื่อมั่นว่าตนมีความรู้สึกและจะตอบสนองเหมือนกับเพศหนึ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

B. ท่านรับรู้และมีลักษณะทางเพศดังต่อไปนี้

1. ท่านมีลักษณะเพศที่ผิดปกติแต่กำเนิด (congenital adrenogenital disorder)

☐ ไม่มี

☐ มี โปรดระบุ

☐ โรคภาวะต่อมหมวกไตผลิตฮอร์โมนมากผิดปกติ (congenital adrenal hyperplasia)

☐ กลุ่มอาการต่อต้านแอนโดรเจน (androgen insensitivity syndrome)

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

2. ท่านใช้กระบวนการข้ามเพศ (หรือกำลังเตรียมการเพื่อข้ามเพศ) ดังต่อไปนี้ (สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ การใช้ฮอร์โมนเพื่อการข้ามเพศ

1) ชนิดของฮอร์โมน.....
ปริมาณและความถี่ที่ใช้.....
ระยะเวลาในการใช้.....

2) ชนิดของฮอร์โมน.....
ปริมาณและความถี่ที่ใช้.....
ระยะเวลาในการใช้.....

☐ การผ่าตัดเพื่อข้ามเพศ

☐ การผ่าตัดอัณฑะ (orchiectomy)
☐ การเสริมหน้าอก (breast augmentation)
☐ การผ่าตัดองคชาต (penectomy)
☐ การสร้างช่องคลอดใหม่ (vaginoplasty)
☐ การตัดเต้านม (mastectomy)
☐ การผ่าตัดสร้างอวัยวะเพศชาย(phalloplasty)

ท่านคิดว่าภาวะเพศสภาพไม่ตรงกับเพศโดยกำเนิดทำให้เกิดความทุกข์อย่างมาก หรือทำให้เกิดความบกพร่องในการเข้าสังคม การเรียน หรือหน้าที่อื่นๆ หรือไม่

☐ ไม่
☐ ใช่ โปรดระบุ

.....
.....
.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แหล่งที่มา: คัดแปลงจาก American Psychiatric Association, 2013

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัส..... วันที่.....

แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย✓ลงใน ☐ หน้าข้อความที่เลือกและเติมข้อมูลในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริง

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

อายุ .....ปี น้ำหนัก ..... กิโลกรัม ส่วนสูง ..... เซนติเมตร อาชีพ .....

ที่อยู่พักอาศัยปัจจุบัน: ☐ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ☐ อื่นๆ โปรดระบุ .....

เพศ: ☐ เพศชาย ☐ เพศหญิง ☐ หญิงข้ามเพศ

หมวดที่ 2 ข้อมูลสุขภาพ

โรคประจำตัว ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ.....

ใน 1 เดือนที่ผ่านมาท่านประเมินสุขภาพทั่วไปของท่านอย่างไร

☐ เยี่ยม ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ต่ำ

ประวัติสุขภาพในอดีต			**ข้อมูลของคนในครอบครัว**			**ข้อมูลสุขภาพในปัจจุบัน**		
คุณเคยมีอาการเหล่านี้	**มี**	**ไม่มี**	**ญาติสายตรงมีอาการเหล่านี้**	**มี**	**ไม่มี**	**คุณมีอาการเหล่านี้**	**มี**	**ไม่มี**
ความดันโลหิตสูง			หัวใจวาย			เจ็บแน่นหน้าอก		
โรคหัวใจ			ความดันโลหิตสูง			หายใจติดขัด		
โรคลิ้นหัวใจ			คอเลสเตอรอลสูง			ใจสั่น		
โรคหลอดเลือดแดง			หลอดเลือดสมอง			หัวใจเต้นผิดจังหวะ		
เส้นเลือดขอด			เบาหวาน			มีอาการไอเมื่อมีการ		
โรคปอด			ผ่าตัดหัวใจ			เคลื่อนไหวร่างกาย		
หอบหืด			โรคหัวใจแต่กำเนิด			ไอเป็นเลือด		
โรคไต			เสียชีวิตก่อนวัย			เวียนศีรษะ		
ตับอักเสบ			อาการป่วยอื่น ๆ			ปวดศีรษะบ่อย		
เบาหวาน			.....			เป็นหวัดบ่อย		
กระดูกเสื่อม			.....			ปวดหลัง		
			.....			มีปัญหากระดูก		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ท่านมีอาการบาดเจ็บทางร่างกายหรือไม่ ☐ ไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย

☐ มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย โปรดระบุ.....

ช่วงระหว่าง 2 เดือนที่ผ่านมาท่านใช้ยาหรือไม่ ☐ ไม่ใช้ยา

☐ ใช้ยา โปรดระบุ

ยาที่ใช้.....สาเหตุที่ใช้.....ระยะเวลาที่ใช้.....

ยาที่ใช้.....สาเหตุที่ใช้.....ระยะเวลาที่ใช้.....

ท่านใช้ฮอร์โมนเพศหรือไม่ ☐ ไม่ใช้

☐ ใช้ โปรดระบุ

ยาที่ใช้..... รูปแบบยา.....สาเหตุที่ใช้.....ระยะเวลาที่ใช้.....

ยาที่ใช้..... รูปแบบยา.....สาเหตุที่ใช้.....ระยะเวลาที่ใช้.....

ปัจจุบันคุณสูบบุหรี่หรือไม่

☐ ไม่สูบ

☐ สูบ ประมาณ.....มวน / วัน

☐ เคยสูบ สูบมานาน.....ปี แต่เลิกมาแล้ว.....ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่

☐ ไม่ดื่ม

☐ ดื่ม ระบุชนิด.....ประมาณ.....แก้ว / สัปดาห์

ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนหรือไม่

☐ ไม่ดื่ม

☐ ดื่ม ระบุชนิด.....ประมาณ.....แก้ว / สัปดาห์

หมวดที่ 3 พฤติกรรมการออกกำลังกายและการพักผ่อน

ข้อคำถาม	รายการคำตอบ
1. หน้าที่การงานของท่านมีการเคลื่อนไหวแนวระดับใด	☐ นั่งทำงาน ☐ ยืนและเดินบ้าง ☐ เคลื่อนไหวร่างกายเป็นประจำ ☐ มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา
2. ท่านนอนหลับวันละกี่ชั่วโมง	☐ 1) 1-3 ชม. ☐ 2) 4-6 ชม. ☐ 3) 7-9 ชม. ☐ 4) 10-12 ชม. ☐ 5) 13 ชม. ขึ้นไป
3. ท่านใช้เวลาว่างทำกิจกรรมใด	☐ 1) ดูทีวี ☐ 2) อ่านหนังสือ/เขียนหนังสือ ☐ 3) เล่นกีฬา/ออกกำลังกาย ☐ 4) เลี้ยงสัตว์ ☐ 5) ปลูกต้นไม้ ☐ 7) พักผ่อน/นอนหลับ ☐ 8) เที่ยวกลางคืน ☐ 9) อื่น ๆ โปรดระบุ.....
4. ขณะนี้ท่านกำลังลดน้ำหนักตัวอยู่หรือไม่	☐ 1) ไม่ลดน้ำหนักตัว ☐ 2) กำลังลดน้ำหนักตัว ด้วยวิธี ☐ ออกกำลังกาย ☐ ควบคุมอาหาร ☐ ใช้ยาลดน้ำหนัก ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....
5. ใน 1 เดือนที่ผ่านมาท่านออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬาหรือไม่	☐ 1) ออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬา ☐ 2) ไม่ออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬา เนื่องจาก ☐ ไม่สนใจ/ไม่ชอบ ☐ ไม่มีเวลา ☐ ไม่มีสถานที่ ☐ ไม่มีอุปกรณ์ ☐ ไม่มีผู้สนับสนุน ☐ ไม่มีเพื่อน ☐ เสียเวลาทำงาน ☐ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย☐ ไม่มีความรู้หรือเล่นไม่เป็น ☐ เคยได้รับบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย/เล่นกีฬา ☐ อื่น ๆ ระบุ.....
6. ท่านออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬา เพื่อวัตถุประสงค์ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	☐ 1) เพื่อสุขภาพ ☐ 2) เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพ ☐ 3) เพื่อความสนุกสนาน ☐ 4) เพื่อการแข่งขัน ☐ 5) เพื่อแก้ไขความบกพร่องทางร่างกาย ☐ 6) เพื่อสังสรรค์สมาคม ☐ 7) เพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย ☐ 8) คลายความเครียด ☐ 9) คำแนะนำจากแพทย์ ☐ 10) อื่น ๆ โปรดระบุ.....
7. กิจกรรมใดที่ท่านเล่นและออกกำลังกายเป็นประจำ	☐ 1) กายบริหาร ☐ 2) เต้นแอโรบิก ☐ 3) รำมวยจีน ☐ 4) โยคะ ☐ 5) เดิน วิ่ง/วิ่งเหยาะ ☐ 6) อื่น ๆ โปรดระบุ.....
8. ท่านออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬา กี่ครั้งต่อสัปดาห์	☐ 1) 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ 2) 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ 3) 4-5 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ 4) 6-7 ครั้ง/สัปดาห์
9. ระยะเวลาที่ท่านออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬาในแต่ละครั้ง	☐ 1) 1-15 นาที ☐ 2) 15-30 นาที ☐ 3) 31-45 นาที ☐ 4) 46-60 นาที ☐ 5) มากกว่า 60 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	รายการคำตอบ
10. ระดับความหนักในการออกกำลังกายของท่านในแต่ละครั้ง	☐ 1) ออกกำลังกายเบาไม่รู้สึกเหนื่อย ☐ 2) ออกกำลังกายจนรู้สึกเหนื่อยหรือเหงื่อออก ☐ 3) ออกกำลังกายจนเหนื่อยมากแต่ยังมีแรงเหลือ ☐ 4) ออกกำลังกายเหนื่อยมากจนหมดแรง
11. ช่วงเวลาที่ท่านชอบออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬาประจำ	☐ 1) 6.00-8.00 น. ☐ 2) 8.00-10.00 น. ☐ 3) 10.00-12.00 ☐ 4) 12.00-13.00 น. ☐ 5) 13.00-15.00 น. ☐ 6) 15.00-17.00 น. ☐ 7) 17.00-19.00 น. ☐ 8) 19.00-21.00 น. ☐ 9) อื่น ๆ โปรดระบุ.....
12. ท่านมีข้อปฏิบัติในการออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬา ดังนี้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	☐ 1) อบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนออกกำลังกาย ☐ 2) มีการผ่อนคลายให้หายเหนื่อยหลังออกกำลังกาย ☐ 3) แต่งกายให้เหมาะสม ☐ 4) ออกกำลังกายหลังรับประทานอาหารแล้วอย่างน้อย 2 ชม. ☐ 5) ใช้อุปกรณ์ป้องกันการบาดเจ็บ ☐ 6) อื่น ๆ โปรดระบุ.....
13. ท่านคิดว่าท่านได้อะไรจากการออกกำลังกายและ/หรือเล่นกีฬา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	☐ 1) กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้น ☐ 2) รูปร่างดีขึ้น ☐ 3) ชะลอความเสื่อมของอวัยวะ ☐ 4) สมรรถภาพทางกายดีขึ้น ☐ 5) ขับถ่ายดีขึ้น ☐ 6) หัวใจ ปอด และหลอดเลือดดีขึ้น ☐ 7) นอนหลับได้ดีขึ้น ☐ 8) การทรงตัวดีขึ้น ☐ 9) สนุกสนานคลายเครียด ☐ 10) สังสรรค์ สมาคม ☐ 11) สดชื่นกระปรี้กระเปร่า ☐ 12) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

หมวดที่ 4 พฤติกรรมการบริโภคอาหาร

ข้อคำถาม	ไม่เคย	จำนวนครั้งใน 1 สัปดาห์			จำนวนครั้งใน 1 เดือน	จำนวนครั้งใน 3 เดือน
		1-2	3-4	5-7		
1. ท่านรับประทานข้าวซ้อมมือ ขนมปังโฮลวีท ธัญพืช หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งที่ไม่ได้ขัดสี						
2. ท่านรับประทานผลไม้ที่มีรสไม่หวานจัดแทนการรับประทานขนมขบเคี้ยวอื่น ๆ						
3. ท่านดื่มน้ำสะอาดแทนการดื่มน้ำผลไม้ น้ำหวาน หรือน้ำอัดลม						
4. ท่านรับประทานอาหารผักสุกหรือผักสด						
5. ท่านเลือกรับประทานเนื้อสัตว์เฉพาะเนื้อล้วน						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	ไม่เคย	จำนวนครั้งใน 1 สัปดาห์			จำนวนครั้งใน 1 เดือน	จำนวนครั้งใน 3 เดือน
		1-2	3-4	5-7		
6. โดยเลาะไขมันที่เห็นออกทุกครั้ง						
7. ท่านเติมเกลือ น้ำปลา ซอสปรุงรสในอาหาร						
8. ท่านรับประทานอาหารที่มีกะทิเป็นองค์ประกอบ						
9. ท่านใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร โปรดระบุ						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

แบบประเมินกิจกรรมทางกายสากล (Global Physical Activity Questionnaire-GPAQ$_{v2}$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินกิจกรรมทางกายสากล (Global Physical Activity Questionnaire-GPAQ$_{v2}$)

กิจกรรมทางกาย

ต่อไปนี้จะถามท่านเกี่ยวกับระยะเวลาที่ท่านใช้ในการทำกิจกรรมทางกายรูปแบบต่างๆ ในแต่ละสัปดาห์ กรุณาตอบคำถามเหล่านี้แม้ว่าท่านไม่ได้คิดว่าท่านเป็นคนที่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายมากนักก็ตาม ก่อนอื่นลองนึกถึงระยะเวลาที่ท่านใช้ในการทำงาน โดยนึกถึงงานที่ท่านต้องทำทั้งเป็นงานที่มีค่าจ้างและไม่มีค่าจ้าง การเรียน/การฝึกซ้อม งานบ้าน ทำสวนครัว/เพาะปลูก ตกปลาหรือล่าสัตว์เพื่อเป็นอาหาร การหางานทำ (และตัวอย่างอื่นๆ)

ในการตอบข้อคำถามต่อไปนี้ “กิจกรรมที่มีความหนักค่อนข้างมาก” หมายถึง กิจกรรมที่ต้องออกแรงมาก ซึ่งเป็นเหตุให้ต้องหายใจถี่ขึ้นมาก หรืออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก และ “กิจกรรมที่มีความหนักปานกลาง” หมายถึง กิจกรรมที่ออกแรงปานกลาง เป็นเหตุให้หายใจถี่ขึ้นเล็กน้อย หรืออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

	คำถาม	**คำตอบ**	**รหัส**
กิจกรรมในการทำงาน			
1	งานของท่านมีส่วนเกี่ยวข้องกับ “กิจกรรมที่มีความหนักค่อนข้างมาก” จนเป็นเหตุให้ต้องหายใจถี่ขึ้นมาก หรืออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เช่น งานยก/แบก/หามของหนัก งานขุดดิน หรืองานก่อสร้าง ติดต่อกันอย่างน้อย 10 นาที	ใช่ 1 ไม่ใช่ 2 (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ข้ามไปตอบ P4)	P1
2	ท่านต้องทำ “กิจกรรมที่มีความหนักค่อนข้างมาก” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานของท่าน สัปดาห์ละกี่วัน	จำนวนวัน	P2
3	ท่านใช้เวลานานเพียงใดในการทำ “กิจกรรมที่มีความหนักค่อนข้างมาก” ในการทำงานแต่ละวัน	☐☐ ☐☐ ชั่วโมง นาที	P3 (a-b)
4	งานของท่านมีส่วนเกี่ยวข้องกับ “กิจกรรมที่มีความหนักปานกลาง” ที่ทำให้ท่านมีการหายใจถี่ขึ้นเล็กน้อย หรืออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เช่น เดินเร็วๆ หรือมีการยกของเบาๆ ติดต่อกันเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที	ใช่ 1 ไม่ใช่ 2 (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ข้ามไปตอบ P7)	P4
5	ท่านต้องทำ “กิจกรรมที่มีความหนักปานกลาง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานของท่าน สัปดาห์ละกี่วัน	จำนวนวัน	P5
6	ท่านใช้เวลานานเพียงใดในการทำ “กิจกรรมที่มีความหนักปานกลาง” ในการทำงานแต่ละวัน	☐☐ ☐☐ ชั่วโมง นาที	P6 (a-b)

Chulalongkorn University

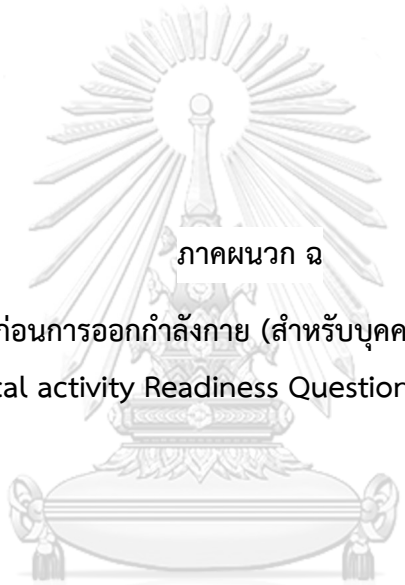
การเดินทางไป-กลับที่ต่างๆ (Travel to and from places)			
คำถามต่อไปจะ ไม่เกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย ที่เกิดขึ้นในการทำงาน ตามที่ท่านได้ตอบไปแล้ว ตอนนี้ จะขอถามท่านถึงเรื่องการเดินทางตามปกติไปยังที่ต่างๆ ในชีวิตประจำวันของท่าน เช่น ไปทำงาน ไปซื้อของ ไปตลาด ไปวัด ฯลฯ			
7	ท่านเดินทางไป-กลับ ยังที่ต่างๆ โดยการเดิน หรือขี่จักรยาน ติดต่อกันอย่างน้อย 10 นาที หรือไม่	ใช่ 1 ไม่ใช่ 2 (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ข้ามไปตอบ P10)	P7
8	ในแต่ละสัปดาห์ มีกี่วันที่ท่านได้เดินหรือขี่จักรยานไป-กลับยังที่ต่างๆ ติต่อกันอย่างน้อย 10 นาที	จำนวนวัน	P8
9	ในแต่ละวัน ท่านใช้เวลาเพื่อการเดิน หรือขี่จักรยานนานเพียงใด	☐☐ ☐☐ ชั่วโมง นาที	P9 (a-b)
กิจกรรมนันทนาการ			
คำถามต่อไป จะไม่เกี่ยวกับกิจกรรมในการทำงานและการเดินทางที่ท่านได้ตอบไปแล้วตอนนี้ จะถามท่านถึง กีฬา การฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง และกิจกรรมนันทนาการ (กิจกรรมยามว่าง)			
10	ท่านได้เล่นกีฬา หรือฝึกหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง หรือทำกิจกรรมนันทนาการยามว่าง ที่ต้องออกแรงหนักค่อนข้างมาก จนทำให้ท่านต้องหายใจถี่ขึ้น หรือหัวใจเต้นเร็วขึ้นอย่างมาก เช่น วิ่ง หรือเล่นฟุตบอล ติดต่อกันอย่างน้อย 10 นาที	ใช่ 1 ไม่ใช่ 2 (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ข้ามไปตอบ P13)	P10
11	ท่านได้เล่นกีฬาหรือฝึกหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง หรือทำกิจกรรมนันทนาการยามว่าง ที่ต้องออกแรงหนักค่อนข้างมาก สัปดาห์ละกี่วัน	จำนวนวัน	P11
12	ท่านได้เล่นกีฬา หรือฝึกหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง หรือทำกิจกรรมนันทนาการยามว่าง ที่ต้องออกแรงหนักค่อนข้างมาก นานเท่าไรในแต่ละวัน	☐☐ ☐☐ ชั่วโมง นาที	P12 (a-b)
13	ท่านได้เล่นกีฬา หรือฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง หรือทำกิจกรรมนันทนาการยามว่าง ที่ออกแรงปานกลาง ทำให้ท่านหายใจถี่ขึ้นย หรือหัวใจเต้นเร็วขึ้นเล็กน้อย เช่น เดินเร็ว ขี่จักรยาน ว่ายน้ำ ฟุตบอล ติดต่อกันอย่างน้อย 10 นาที	ใช่ 1 ไม่ใช่ 2 (ถ้าตอบว่า **ไม่ใช่** ให้ข้ามไปตอบ P16)	P13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

14	ท่านได้เล่นกีฬา หรือฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง หรือทำกิจกรรมนันทนาการยามว่าง ที่ออกแรงปานกลาง สัปดาห์ละกี่วัน	จำนวนวัน	P14
15	ท่านได้เล่นกีฬา หรือฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง หรือทำกิจกรรมนันทนาการยามว่าง ที่ออกแรงปานกลาง นานเท่าไรในแต่ละวัน	☐☐ ☐☐ ชั่วโมง นาที	P15 (a-b)
พฤติกรรมการนั่ง			
ต่อไปเป็นคำถามเกี่ยวกับการนั่งๆนอนๆ ทั้งที่บ้าน หรือที่ทำงาน การเดินทางไป-กลับยังที่ต่างๆ รวมถึงเวลาที่ใช้ในการนั่งโต๊ะทำงาน นั่งคุยกับเพื่อน นั่งอยู่ในรถยนต์ รถประจำทาง รถไฟ นั่งอ่านหนังสือ นั่งเล่นไพ่ นั่งดูโทรทัศน์ แต่ไม่รวมถึงเวลานอนหลับ			
16	ในแต่ละวัน ท่านใช้เวลาไปกับการนั่งๆนอนๆนานเพียงใด	☐☐ ☐☐ ชั่วโมง นาที	P16 (a-b)

แหล่งที่มา : ดรุณวรรณ สุขสม, 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 15-69 ปี)

(Physical activity Readiness Questionnaire; PAR-Q)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 15-69 ปี)

(Physical activity Readiness Questionnaire; PAR-Q)

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเป็นผลดีต่อสุขภาพและมีความสนุกสนาน ประชาชนจำนวนมากเริ่มสนใจที่จะเข้าร่วมออกกำลังกายมากขึ้นทุกวัน โดยทั่วไปการออกกำลังกายหนักปานกลางค่อนข้างปลอดภัยสำหรับคนส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามอาจมีบางคนที่จำเป็นต้องได้รับการตรวจร่างกายจากแพทย์ก่อนที่จะเข้าร่วมการออกกำลังกายที่หนักขึ้น

ถ้าท่านมีแผนการที่จะออกกำลังกายหนักปานกลางมากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน กรุณาตอบคำถามทั้ง 7 ข้อข้างล่างนี้ ถ้าท่านมีอายุระหว่าง 15-69 ปี การตอบคำถามในแบบประเมินจะช่วยบอกว่าท่านสมควรเข้ารับการตรวจร่างกายจากแพทย์ก่อนที่ท่านจะเริ่มต้นออกกำลังกายหรือไม่

โปรดอ่านอย่างละเอียดและตอบคำถามเหล่านี้ตามความเป็นจริงว่า มี/เคย หรือ ไม่มี/ไม่เคย ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

☐ เคย ☐ ไม่เคย	1. แพทย์ที่ตรวจรักษาท่าน เคยบอกหรือไม่ว่า ท่านมีความผิดปกติของหัวใจและควรออกกำลังกาย ภายใต้คำแนะนำของแพทย์เท่านั้น
☐ มี ☐ ไม่มี	2.ท่านมีความรู้สึกเจ็บปวดหรือแน่นบริเวณหน้าอกในขณะที่ท่านออกกำลังกายหรือไม่?
☐ เคย ☐ ไม่เคย	3. ในรอบเดือนที่ผ่านมา ท่านเคยมีอาการเจ็บแน่นหน้าอกในขณะที่อยู่เฉยๆ โดยไม่ได้ออกกำลังกายหรือไม่?
☐ มี ☐ ไม่มี	4. ท่านมีอาการสูญเสียการทรงตัว (ยืนหรือเดินเซ) เนื่องมาจากอาการวิงเวียนศีรษะหรือไม่? หรือท่านเคยเป็นลมหมดสติหรือไม่?
☐ มี ☐ ไม่มี	5. ท่านมีปัญหาที่กระดูกหรือข้อต่อ ซึ่งจะมีอาการแย่ลง ถ้าออกกำลังกายหรือไม่
☐ มี ☐ ไม่มี	6. แพทย์ที่ตรวจรักษาท่าน มีการสั่งยารักษาโรคความดันโลหิตสูง หรือความผิดปกติของหัวใจให้ท่านหรือไม่?
☐ มี ☐ ไม่มี	7. เท่าที่ท่านทราบ ยังมีเหตุผลอื่นๆ อีก ที่ทำให้ท่านไม่สามารถออกกำลังกายได้หรือไม่

ข้าพเจ้าได้อ่านได้ทำความเข้าใจและกรอกแบบ PAR-Q ทุกคำถามด้วยความเต็มใจ

แหล่งที่มา : ดรุณวรรณ สุขสม, 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช

แบบประเมินคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดย่อ ฉบับภาษาไทย (WHOQOL - BREF – THAI)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดยอ ฉบับภาษาไทย

(WHOQOL - BREF – THAI)

คำชี้แจง ขอคำถามต่อไปนี้จะถามถึงประสบการณอยางใดอย่างหนึ่งของท่าน ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมาใหท่านสำรวจตัวทานเอง และประเมิน เหตุการณหรือ ความรู้สึกของท่านแล้วทำเครื่องหมาย X ในช่องคำตอบที่เหมาะสมและเปน

จริงกับตัวท่านมากที่สุด โดยคำตอบมี 5 ตัวเลือก คือ

ไม่เลย หมายถึง ท่านไม่มีความรู้สึกเช่นนั้นเลย รู้สึกไม่พอใจมาก หรือรู้สึกแย่มาก

เล็กน้อย หมายถึง ท่านมีความรู้สึกเช่นนั้นนานๆ ครั้งรู้สึกเช่นนั้นเล็กน้อยรู้สึกไม่พอใจหรือรู้สึกแย่

ปานกลาง หมายถึง ท่านมีความรู้สึกเช่นนั้นปานกลาง รู้สึกพอใจระดับกลางๆ หรือรู้สึกแย่ระดับกลาง

มาก หมายถึง ท่านมีความรู้สึกเช่นนั้นบ่อยๆ รู้สึกพอใจหรือรู้สึกดี

มากที่สุด หมายถึง ท่านมีความรู้สึกเช่นนั้นเสมอ รู้สึกเช่นนั้นมากที่สุด รู้สึกว่าสมบูรณ์ รู้สึกพอใจมาก หรือรู้สึกดีมาก

ลำดับ	ในช่วง 2 สัปดาห์	ไม่เลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1	ท่านพอใจกับสุขภาพของท่านในตอนนี้เพียงใด					
2	การเจ็บปวดตามร่างกาย เช่นปวดหัว ปวดท้อง ปวดตามตัว ทำให้ท่านไม่สามารถทำในสิ่งที่ต้องการมากน้อยเพียงใด					
3	ท่านมีกำลังเพียงพอที่จะทำสิ่งต่างๆ ในแต่ละวันไหน (ทั้งเรื่องงาน หรือการดำเนินชีวิตประจำวัน)					
4	ท่านพอใจกับการนอนหลับของท่านมากน้อยเพียงใด					
5	ท่านรู้สึกพึงพอใจในชีวิต (เช่น มีความสุข ความสงบ มีความหวัง) มากน้อยเพียงใด					
6	ท่านมีสมาธิในการทำงานต่างๆ ดีเพียงใด					
7	ท่านรู้สึกพอใจในตนเองมากน้อยแค่ไหน					
8	ท่านยอมรับรูปร่างหน้าตาของตัวเองได้ไหม					
9	ท่านมีความรู้สึกไม่ดี เช่น รู้สึกเหงา เศร้า หดหู่ สิ้นหวัง วิตกกังวล บ่อยแค่ไหน					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	ในช่วง 2 สัปดาห์	ไม่เลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
10	ท่านรู้สึกพอใจมากน้อยแค่ไหนที่สามารถทำอะไรๆผ่านไปได้ในแต่ละวัน					
11	ท่านจำเป็นต้องไปรับการรักษาพยาบาลมากน้อยเพียงใดเพื่อที่จะทำงานหรือมีชีวิตอยู่ไปได้ในแต่ละวัน					
12	ท่านพอใจกับความสามารถในการทำงานได้อย่างที่เคยทำมามากน้อยเพียงใด					
13	ท่านพอใจต่อการผูกมิตรหรือเข้ากับคนอื่นอย่างที่ผ่านมาแค่ไหน					
14	ท่านพอใจกับการช่วยเหลือที่เคยได้รับจากเพื่อนๆ แค่ไหน					
15	ท่านรู้สึกว่าชีวิตมีความมั่นคงปลอดภัยดีไหมในแต่ละวัน					
16	ท่านพอใจกับสภาพบ้านเรือนที่อยู่ตอนนี้มากน้อยเพียงใด					
17	ท่านมีเงินพอใช้จ่ายตามความจำเป็นมากน้อยเพียงใด					
18	ท่านพอใจที่จะสามารถไปใช้บริการสาธารณสุขได้ตามความจำเป็นเพียงใด					
19	ท่านได้รู้เรื่องราวข่าวสารที่จำเป็นในชีวิตแต่ละวันมากน้อยเพียงใด					
20	ท่านมีโอกาสได้พักผ่อนคลายเครียดมากน้อยเพียงใด					
21	สภาพแวดล้อมดีต่อสุขภาพของท่านมากน้อยเพียงใด					
22	ท่านพอใจกับการเดินทางไปไหนมาไหนของท่าน (หมายถึงการคมนาคม) มากน้อยเพียงใด					
23	ท่านรู้สึกว่าชีวิตท่านมีความหมายมากน้อยแค่ไหน					
24	ท่านสามารถไปไหนมาไหนด้วยตนเองได้ดีเพียงใด					
25	ท่านพอใจในชีวิตทางเพศของท่านแค่ไหน (ชีวิตทาง เพศ หมายถึง เมื่อเกิดความรู้สึก					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	ในช่วง 2 สัปดาห์	ไม่เลย	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	ทางเพศขึ้นแล้วท่านมีวิธีจัดการทำให้ผ่อนคลายลงได้ รวมถึง การช่วยตัวเองหรือการมีเพศสัมพันธ์					
26	ท่านคิดว่าท่านมีคุณภาพชีวิต (ชีวิตความเป็นอยู่) อยู่ในระดับใด					

แหล่งที่มา : ดรุณวรรณ สุขสม, 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ซ

แบบวัดความเครียดสวนปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดความเครียดสวนปรุง

ให้คุณอ่านข้อคำถามต่อไปนี้ แล้วสำรวจดูว่าในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา มีเหตุการณ์ในข้อใดเกิดขึ้นกับตัวคุณบ้าง ถ้าข้อไหนไม่ได้เกิดขึ้น ให้ข้ามไปไม่ต้องตอบ แต่ถ้ามีเหตุการณ์ในข้อใดเกิดขึ้นกับตัวคุณให้ประเมินว่าคุณมีความรู้สึกอย่างไรต่อเหตุการณ์นั้นแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงช่องตามที่คุณประเมิน โดย

ระดับของความเครียด

1 หมายถึง ไม่รู้สึกเครียด

2 หมายถึง รู้สึกเครียดเล็กน้อย

3 หมายถึง รู้สึกเครียดปานกลาง

4 หมายถึง รู้สึกเครียดมาก

5 หมายถึง รู้สึกเครียดมากที่สุด

ข้อที่	คำถามในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา	ระดับของความเครียด				
		1	2	3	4	5
1.	กลัวทำงานผิดพลาด					
2.	ไปไม่ถึงเป้าหมายที่วางไว้					
3.	ครอบครัวมีความขัดแย้งกันในเรื่องเงิน หรือเรื่องงานในบ้าน					
4.	เป็นกังวลกับเรื่องสารพิษ หรือมลภาวะในอากาศ น้ำ เสียง และดิน					
5.	รู้สึกว่าต้องแข่งขันหรือเปรียบเทียบ					
6.	เงินไม่พอใช้จ่าย					
7.	กล้ามเนื้อตึงหรือปวด					
8.	ปวดหัวจากความตึงเครียด					
9.	ปวดหลัง					
10.	ความอยากอาหารเปลี่ยนแปลง					
11.	ปวดศีรษะข้างเดียว					
12.	รู้สึกวิตกกังวล					
13.	รู้สึกคับข้องใจ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อที่	คำถามในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา	ระดับของความเครียด				
		1	2	3	4	5
14.	รู้สึกโกรธ หรือหงุดหงิด					
15.	รู้สึกเศร้า					
16.	ความจำไม่ดี					
17.	รู้สึกสับสน					
18.	ตั้งสมาธิลำบาก					
19.	รู้สึกเหนื่อยง่าย					
20.	เป็นหวัดบ่อยๆ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ด

การทดสอบตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

เครื่องมือ : เครื่องวัดความหนาแน่นของกระดูก (Dual Energy X-ray Absorptiometry: DXA) ยี่ห้อจีอีเฮลท์แคร์ รุ่นโพรดิจี-โปร (GE healthcare, Prodigy-Pro , USA)

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างถอดเครื่องประดับ หรือเครื่องใช้ที่เป็นโลหะออกจากร่างกาย
2. สวมใส่เสื้อผ้าที่ไม่หนามากจนเกินไป
3. นอนราบลงให้ลำตัวอยู่บริเวณกลางเบาะของตัวเครื่อง ภายในกรอบสี่เหลี่ยมมุมมองการรับภาพของเครื่องโดยให้ศีรษะอยู่ใต้เส้นขอบบน 3 เซนติเมตร
4. จัดระเบียบท่าทางการวางมือให้ตั้งตรงด้วยสันมือ และปลายเท้าแยกออกจากกันเล็กน้อย
5. ใช้แถบผ้าล็อกการเคลื่อนไหวบริเวณเข่า และข้อเท้าเพื่อป้องกันการขยับขณะทำการทดสอบ
6. เปิดโปรแกรมวิเคราะห์ โดยใช้เวลาการทดสอบประมาณ 10 นาที โดยขณะทดสอบกลุ่มตัวอย่างสามารถหลับตาหรือลืมตาได้โดยอิสระ

แหล่งที่มา : Shepherd, Sommer & Heymsfield, 2017

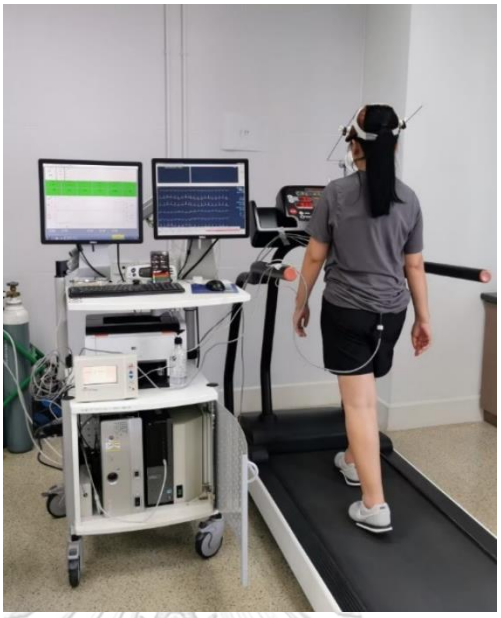
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ต

การทดสอบตัวแปรสมรรถภาพระบบหัวใจและหายใจ (Cardiorespiratory fitness)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรสมรรถภาพระบบหัวใจและหายใจ (Cardiorespiratory fitness)



เครื่องมือ : 1. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system) ยี่ห้อวีแมกซ์ รุ่นเอ็นคอร์ 29 ซิสเต(VMAX, Encore 29 system, USA)

2. ลู่กล (Treadmills) ยี่ห้อ แทรคมาสเตอร์ รุ่นทีเอ็มเอ็กซ์ 425 ซีพี (Trackmaster TMX 425 CP, USA)

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายด้วยการเดินบนลู่กลเป็นเวลา 5 นาที

2. ทำการทดสอบตามโปรโตคอลที่กำหนด คือ บรูซ โปรโตคอล (Bruce Protocol) โดยกำหนดความหนักให้มีการเพิ่มความหนักด้วยความเร็วและความชัน ทุกๆ 3 นาที ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Stage	Minutes	% grade	km/h	MPH	METS
1	3	10	2.7	1.7	5
2	6	12	4.0	2.5	7
3	9	14	5.4	3.4	10
4	12	16	6.7	4.2	13
5	15	18	8.0	5.0	15
6	18	20	8.8	5.5	18
7	21	22	9.6	6.0	20

3. การทดสอบจะยุติเมื่อสัดส่วนระหว่างการเกิดขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการออกซิเจนในการหายใจ (Respiratory exchange ratio; RER) มากกว่า 1.15 หรือกลุ่มตัวอย่างหยุดการทดสอบ

4. เมื่อสิ้นสุดการทดสอบทำการคูลดาวน์ 5 นาที

แหล่งที่มา : Strom et al.,2018

ภาคผนวก ถ

การทดสอบตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)

เครื่องมือ : เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Isokinetic machine) ยี่ห้อไบโอเด็กซ์ รุ่นไบโอเด็กซ์ มัลติ-จอยท์ซิสเต็ม-โปร (Biodex Multi-Joint System-Pro, Biodex, USA)

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างนั่งลงบนเครื่องทดสอบ โดยปรับตำแหน่งเบาะนั่งและพนักพิงให้มีความรู้สึกสบาย พร้อมจำกัดมุมการเคลื่อนไหวข้อต่ออื่นๆ ด้วยแถบผ้า

2. ทำการอบอุ่นกล้ามเนื้อด้วยเตะขาในท่างอเข่าและเหยียดเข่า 5 ครั้ง ด้วยแรงพยายามเกือบสูงสุด ที่ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที

2. พัก 1 นาทีเพื่อรบทดสอบจริง

3. เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่มให้ออกแรงเตะขาด้วยแรงพยายามสูงสุด ด้วยท่างอเข่า (Knee flexion) และท่าเหยียดเข่า (Knee extension) ต่อเนื่อง 5 ครั้งต่อรอบ ที่ความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที โดยทำการทดสอบ 2 รอบ แต่ละรอบพัก 1 นาที

4. นำค่าแรงเชิงมุมสูงสุด (Average peak torque) ขณะทดสอบด้วยการออกแรงเตะขาด้วยท่าด้วยท่างอเข่า และท่าเหยียดเข่า เป็นข้อมูลในการวิจัย

แหล่งที่มา : Pincivero, Lephart & Karunakara, 1996

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ท

การทดสอบตัวแปรความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance)

เครื่องมือ : เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Isokinetic machine) ยี่ห้อไบโอเด็กซ์ รุ่นไบโอเด็กซ์ มัลติ-จอยท์ซิสเต็ม-โปร (Biodex Multi-Joint System-Pro, Biodex, USA)

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างนั่งลงบนเครื่องทดสอบ โดยปรับตำแหน่งเบาะนั่งและพนักพิงให้มีความรู้สึกสบาย พร้อมจำกัดมุมการเคลื่อนไหวข้อต่ออื่นๆ ด้วยแถบผ้า

2. ทำการอบอุ่นกล้ามเนื้อด้วยเตะขาในท่างอเข่าและเหยียดเข่า 5 ครั้ง ด้วยแรงพยายามเกือบสูงสุด ที่ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที

2. พัก 1 นาทีเพื่อรบทดสอบจริง

3. เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่มให้ออกแรงเตะขาด้วยแรงพยายามสูงสุด ด้วยท่างอเข่า (Knee flexion) และท่าเหยียดเข่า (Knee extension) ต่อเนื่อง 30 ครั้งต่อรอบ ที่ความเร็วเชิงมุม 180 องศาต่อวินาที โดยทำการทดสอบ 2 รอบ แต่ละรอบพัก 1 นาที

4. นำค่าเฉลี่ยแรงเชิงมุมสูงสุด (Average peak torque) ขณะทดสอบด้วยการออกแรงเตะขาด้วยท่าด้วยท่างอเข่า และท่าเหยียดเข่า เป็นข้อมูลในการวิจัย

แหล่งที่มา : Pincivero, Lephart & Karunakara, 1996

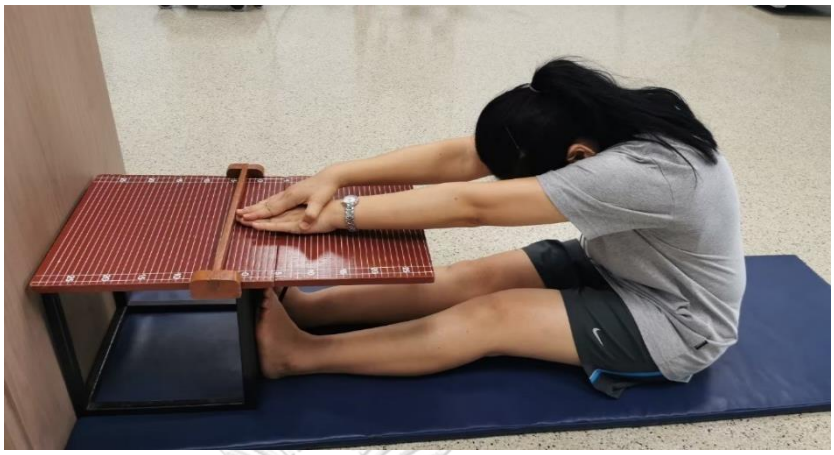
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก น

การทดสอบตัวแปรความความอ่อนตัว (Flexibility)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรความความอ่อนตัว (Flexibility)



เครื่องมือ : กล่องวัดความอ่อนตัว (Sit and reach box) ยี่ห้อแกรนด์สปอร์ต (Grandsport, Thailand)

วิธีการ

1. ให้ผู้รับการทดสอบยืดเหยียดกล้ามเนื้อแขน ขาและหลัง (ก่อนทดสอบให้ถอดรองเท้า)

2. ผู้รับการทดสอบนั่งตัวตรง เหยียดขาตรงไปข้างหน้าให้เข่าตึง ฝ่าเท้าทั้งสองข้างตั้งขึ้นในแนวตรง และให้ฝ่าเท้าวางราบชิดติดกับผนังกล่องวัดความอ่อนตัว ฝ่าเท้าวางห่างกันเท่ากับความกว้างของช่วงสะโพกของผู้รับการทดสอบ

3. เมื่อได้ยินสัญญาณ “เริ่ม” ให้ผู้รับการทดสอบยกแขนทั้ง 2 ข้างขึ้นในท่าข้อศอกเหยียดตรงและคว่ำมือให้ฝ่ามือทั้งสองข้างวางคว่ำซ้อนทับกันพอดีแล้วยื่นแขนตรงไปข้างหน้าแล้วให้ผู้รับการทดสอบค่อยๆก้มลำตัวไปข้างหน้าพร้อมกับเหยียดแขนที่มือคว่ำซ้อนทับกันไป วางไว้บนกล่องวัดความอ่อนตัวให้ได้ไกลที่สุดจนไม่สามารถก้มลำตัวลงไปได้อีก ให้ก้มตัวค้างไว้ 3 วินาทีแล้วกลับมาสู่ท่านั่งตัวตรง ทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้งติดต่อกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

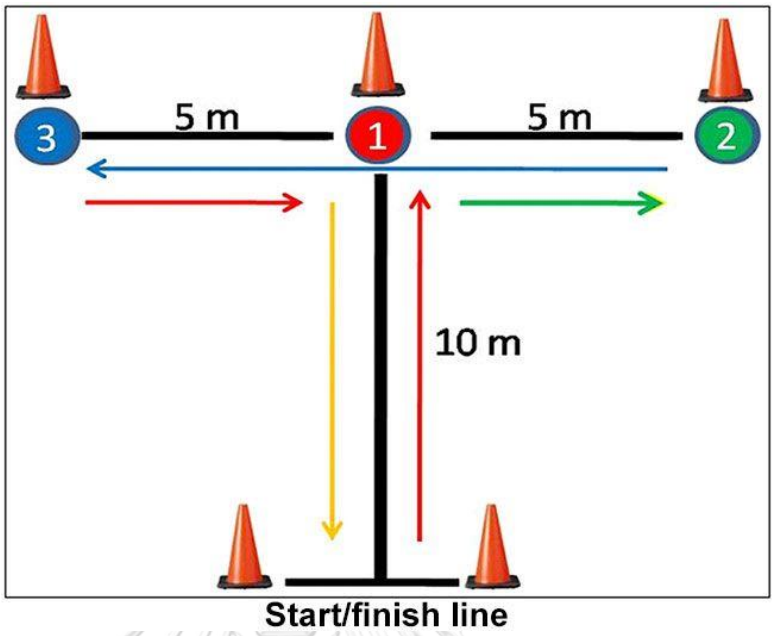
แหล่งที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562

ภาคผนวก บ

การทดสอบตัวแปรความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)



เครื่องมือ : 1. กรวยพลาสติก (Plastic cone) ยี่ห้อแกรนด์สปอร์ต (Grandsport, Thailand)

2. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)

3. ตลับเมตร (Tape measure)

4. เครื่องตรวจจับเวลาและระยะทาง (Timing Systems) ยี่ห้อ Swift Performance รุ่น Speedlight

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการ

1. วางสถานีด้วยกรวยพลาสติก 4 ตำแหน่ง ตามระยะทางดังภาพ

2. กลุ่มตัวอย่างยืนที่จุดเริ่มต้น เมื่อได้ยินเสียงให้สัญญาณเริ่ม ให้วิ่งด้วยความเร็วสูงสุด ตรงไปยังตำแหน่งที่ 1 และนำมือแตะสัมผัสกรวย

3. จากนั้นวิ่งสไลด์ข้างไปยังตำแหน่งที่ 2 และนำมือแตะสัมผัสกรวย

4. จากนั้นวิ่งสไลด์ข้างไปยังตำแหน่งที่ 3 และนำมือแตะสัมผัสกรวย

5. จากนั้นวิ่งสไลด์ข้างไปยังตำแหน่งที่ 1 อีกครั้ง และนำมือแตะสัมผัสกรวย

6. แล้ววิ่งถอยหลังไปยังจุดเริ่มต้น ถือเป็นการสิ้นสุดการทดสอบ

แหล่งที่มา : Raya et al., 2013

ภาคผนวก ป

การทดสอบตัวแปรการทรงตัว (Balance)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การทดสอบตัวแปรการทรงตัว (Balance)

เครื่องมือ : เครื่องวัดการทรงตัว (Postural sway detected machine) ยี่ห้อ Biodex รุ่น BioSway™ (Biodex, BioSway, USA)

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้าและถุงเท้าขึ้นยืนบนเครื่องทดสอบ

2. กลุ่มตัวอย่างยืนทดสอบจำนวน 3 ท่า ได้แก่ ท่าเท้าสองข้างชิดติดกัน (Double leg position) ท่ายืนด้วยเท้าข้างเดียว (Single leg position) และท่ายืนต่อเท้า (Tandem leg position) โดยยืนบนพื้นแข็ง (Firm surface) และพื้นโฟม (Foam surface)

2. เมื่อเริ่มการทดสอบให้ยืนด้วยความมั่นคง ให้เท้าอยู่กลางแผ่นทดสอบ และเซนเซอร์วัดการไหวเอียงอยู่กึ่งกลางจอมากที่สุด

3. ทำการทดสอบทีละท่าตามลำดับ จนครบ 6 ท่า ท่าละ 20 วินาที ระหว่างการทดสอบแต่ละท่ากลุ่มตัวอย่างจะต้องหลับตาขณะทำการทดสอบ

4. เมื่อสิ้นสุดการทดสอบนำค่าดัชนีการทรงตัวเป็นข้อมูลในการทดสอบ

แหล่งที่มา : Dewan et al., 2019

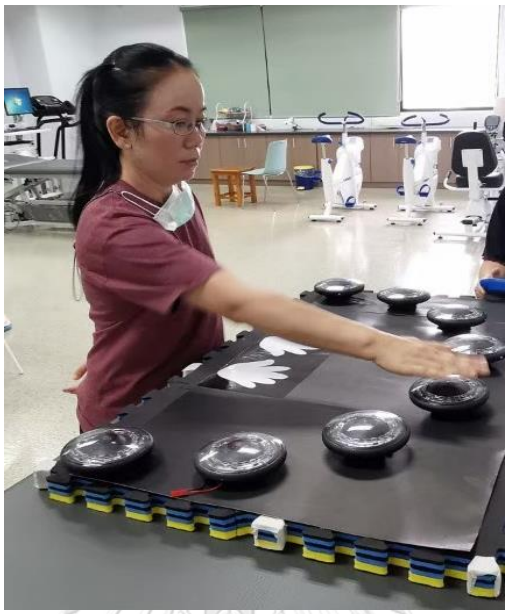
ภาคผนวก ผ

การทดสอบตัวแปรเวลาปฏิกิริยา (Reaction time)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรเวลาปฏิกิริยา

(Reaction time)



เครื่องมือ : 1. ชุดอุปกรณ์ทดสอบเวลาปฏิกิริยา (FITLIGHT trainer™)

2. โต๊ะความสูง 1 เมตร

วิธีการ : ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยา ด้วยวิธี Eye hand coordination test ด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

1. นำไฟสัญญาณ 8 ดวง วางเป็นรูปครึ่งวงกลมขนาดรัศมี 40 เซนติเมตร โดยให้ไฟสัญญาณแต่ละดวงห่างกัน 20 เซนติเมตร บนโต๊ะที่มีความสูงจากพื้น 1 เมตร

2. กำหนดโปรแกรมทดสอบจากเครื่องควบคุมให้แสดงไฟสัญญาณจำนวน 60 ครั้ง โดยแสดงไฟสัญญาณด้วยวิธีการสุ่มทีละ 1 ดวง

3. ให้กลุ่มตัวอย่างยืนด้านหน้าโต๊ะ และใช้มือปัดผ่านด้านบนของไฟสัญญาณดวงที่แสดงสัญญาณไฟ

3.1 การทดสอบ Simple reactiontime test ให้ใช้สัญญาณไฟสีเดียวแสดงตลอดการทดสอบ และใช้มือข้างที่ถนัด ตอบสนองจนครบ 60 ครั้ง

3.2 การทดสอบ Complex reaction time test ให้ใช้สัญญาณไฟ 2 สีแสดงแบบสุ่ม โดยให้มือข้างหนึ่งตอบสนองสีหนึ่งและมืออีกข้างหนึ่งตอบสนองอีกสีหนึ่ง ตอบสนองจนครบ 60 ครั้ง

4. ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการตอบสนองต่อแสงไฟสัญญาณเป็นค่าการทดสอบ

แหล่งที่มา : Reigal et al., 2019

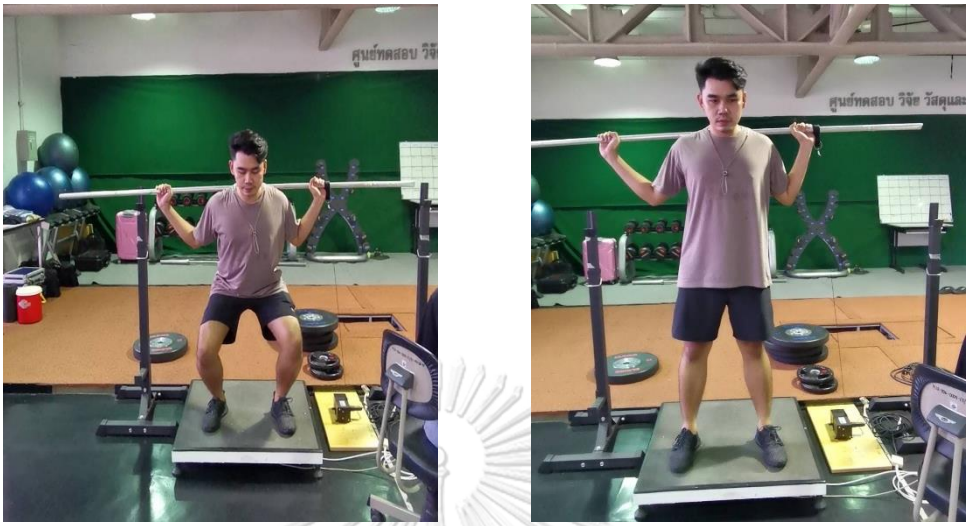
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฝ

การทดสอบตัวแปรพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power)



เครื่องมือ : แท่นวัดแรง (Force platform) รุ่น FT 700 Power Cage และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System (FT 700 Power Cage, Fitness Technology, Australia)

วิธีการ

1. วัดมุมองศาข้อเข่าด้วยท่าย่อตัวโดยใช้ Goniometer ให้ได้ 90 องศา และกั้นระยะต่ำสุดของการกระโดดด้วยยางเพื่อให้ผู้ทดสอบทราบระยะต่ำสุดของการเคลื่อนที่ขณะทดสอบด้วยการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump และท่า Squat jump ทีละท่า

2. จัดท่าเริ่มต้นด้วยการยืนตรงบนแท่นวัดแรง โดยใช้มือทั้ง 2 ข้างจับบาร์เบลไว้ตลอดการทดสอบ (บาร์เบลวางไว้ที่ตำแหน่งบริเวณหลังในแนวระนาบของไหล่ทั้ง 2 ข้าง)

3. ทำการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump และท่า Squat jump ทีละท่า ที่มุมข้อเข่า 90 องศา (Half squat jump) ต่อเนื่องจำนวน 1 ครั้งต่อรอบ จำนวน 3 รอบ โดยมีระยะเวลาพักแต่ละรอบ 60 วินาที

4. นำค่าพลังสูงสุดขณะทดสอบด้วยการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump และท่า Squat jump เป็นข้อมูลในการวิจัย

แหล่งที่มา : Hammami et al., 2018

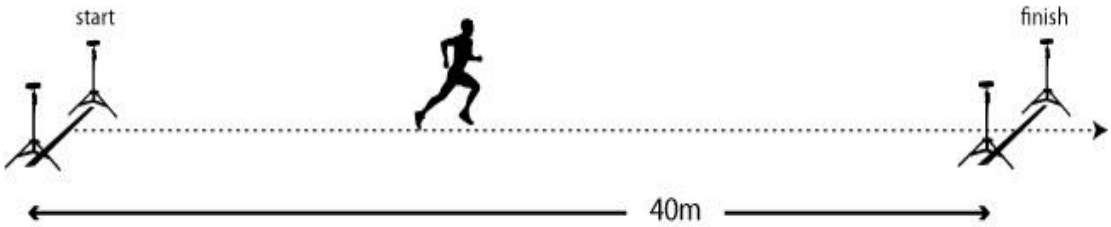
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก พ

การทดสอบตัวแปรความเร็ว (Speed)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การทดสอบตัวแปรความเร็ว (Speed)



เครื่องมือ : 1. กรวยพลาสติก (Plastic cone) ยี่ห้อแกรนด์สปอร์ต (Grandsport, Thailand)

2. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)

3. ตลับเมตร (Tape measure)

4. เครื่องตรวจจับเวลาและระยะทาง (Timing Systems) ยี่ห้อ Swift Performance รุ่น Speedlight

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายก่อนเริ่มการทดสอบ 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
2. เมื่อพร้อมแล้วให้ยืนฟังสัญญาณที่เส้นออกตัว
3. เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณให้ออกตัว ให้วิ่งด้วยความเร็วสูงสุด ในระยะทาง 40 เมตร
4. ทำการทดสอบ 3 รอบ โดยมีระยะเวลาพักระหว่างรอบ 10 นาที

*หมายเหตุ สถานีทดสอบควรตั้งระยะ 45 เมตรเพื่อลดการชะลอความเร็วก่อนเข้าเส้นชัยของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งอาจจะทำให้ได้ข้อมูลความเร็ว และเวลาไม่เต็มที่ตามความสามารถ

แหล่งที่มา : Healy et al., 2018

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฟ

การทดสอบตัวแปรสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก (Anaerobic fitness)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบตัวแปรสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก (Anaerobic fitness)

เครื่องมือ : จักรยานวัดงาน (Ergocycle) ยี่ห้อโมนาร์ค รุ่น 894อี (Monark, 894e, Sweden)

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายก่อนเริ่มการทดสอบ 5 นาที ที่ความเร็วรอบ 50 – 70 รอบต่อนาที โดยปราศจากน้ำหนักถ่วง
2. เมื่อพร้อมเริ่มการทดสอบ ให้ใส่น้ำหนักถ่วง ที่ความหนัก 7.5 % ของน้ำหนักตัว
3. เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณให้เริ่ม ให้ปั่นจักรยานด้วยความเร็วสูงสุด ในระยะเวลา 30 วินาที
4. โดยผลการทดสอบจะถูกคำนวณผ่านโปรแกรม Monark anaerobic test solfware

แหล่งที่มา : Hirschberg et al., 2019

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	อธิวัฒน์ สายทอง
วัน เดือน ปี เกิด	30 เมษายน 2534
สถานที่เกิด	สมุทรสาคร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2552 - 2555 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2557 - 2558
ที่อยู่ปัจจุบัน	195 หมู่ที่ 4 ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190
ผลงานตีพิมพ์	-
รางวัลที่ได้รับ	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University