

ผลการวิจัย และอภิปรายผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป

จำนวนอาสาสมัครทั้งหมดที่ต้องการเข้าร่วมมีจำนวนทั้งสิ้น 409 ราย เมื่อพิจารณาตามกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการแล้ว ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 369 รายที่เข้าเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 90

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทางคลินิก และระดับสารชีวเคมีที่ตรวจวิเคราะห์ได้ในกลุ่มตัวอย่าง (n =369)

Parameters		
Gender	n	%
Male n, %	100	27
Female n, %	269	73
Group of subjects		
No disease (control)	55	15
Central obesity	89	24
Dyslipidemia	30	8
Prehypertension	15	4
Hypertension	67	18
DM	22	6
Mix Disease	55	15
Age, years	55	40-80
BMI, kg/m ²	27	17-35
Waist circumference (cm)	105	75-119
Current smoking n, %	121	33
ABI mmHg/mmHg	1.05±0.05	0.84-1.20
PWV	1168 ±107	460-1470
SP mmHg	140	90-185
DP mmHg	72	60-110

(มีต่อ)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทางคลินิก และระดับสารชีวเคมีที่ตรวจวิเคราะห์ได้ในกลุ่มตัวอย่าง (n =369)
(ต่อ)

Biochemical analytes	mean±SD	range
Glu mg/dL	157±45	49-265
TC mg/dL	206 ± 35	97-376
TG mg/dL	116 ± 62	40-823
HDL mg/dL	63± 15	20-97
LDL mg/dL	120 ± 33	61-270
hs-CRP [†] mg/L	2.9±4.2	0.1-9.8
AP mg/L	6.2 ±2.2	3.9-10.2
MPO pmol/L	671±118	498-1,019
	Median	Range
MA mg/g creatinine	58.8	21.6-159.1
pH		
pH paper	6.25	5.50-7.00
pH meter	6.16	5.14-7.14

หมายเหตุ:

- ABI=Angle Brachial Index, PWV=Pulse Wave Velocity, SP= Systolic blood pressure, DP= Diastolic blood pressure, DM = Diabetes mellitus , Glu=Glucose, TC=total cholesterol, TG=Triglyceride, HDL= High density lipoprotein cholesterol, LDL= Low density lipoprotein cholesterol, hs-CRP= high sensitivity C reactive protein, AP= adiponectin, MPO = myeloperoxidase, MA= urinary microalbumin, pH = urinary pH
- hs-CRP ตัดค่า ≥ 10 mg/L ออก n= 154

ก่อนทำการตรวจวิเคราะห์สารชีวเคมีต่างๆ คณะผู้วิจัยได้ทำการควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติต่างๆที่ใช้ในการศึกษานี้ เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติทั้งหมดที่ใช้มีสมรรถภาพที่ดี มี Precision อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เนื่องจาก CV% ต่ำ มี accuracy ดีเนื่องจาก Recovery % ใกล้เคียงกับ 100% มีผลการเปรียบเทียบการตรวจวัดสารชีวเคมีต่างๆกับเครื่องมาตรฐานหรือเครื่องที่ใช้ในโรงพยาบาลอื่น ไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ทำการควบคุมคุณภาพเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติก่อนการใช้งานทุกครั้ง

การตรวจวัดพีเอชในปัสสาวะทั้ง 2 วิธี พบว่ามีความสัมพันธ์กันและไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แสดงว่าการตรวจวัดด้วย pH paper ซึ่งเป็นวิธีการตรวจอย่างง่ายสามารถนำมาใช้แทนการตรวจวัดด้วย pH meter ที่เป็นการตรวจวัดแบบมาตรฐานได้ ในการศึกษาต่อไปคณะผู้วิจัยจึงแสดงผลเฉพาะของ pH paper ทั้งนี้ได้ตรวจวิเคราะห์โดย pH meter ควบคู่ไปด้วย เนื่องจากการตรวจด้วย pH paper สะดวก ราคาไม่แพงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในอนาคต

ในจากการคัดเลือกเบื้องต้นโดยบุคลากรของสถานีอนามัย พบว่าอาสาสมัคร 36 ราย คิดเป็น ร้อยละ 10 ไม่เข้าเกณฑ์จากการคัดเลือก จึงถูกตัดออก (Excluded) จากการศึกษานี้ เป็นเพศชาย 13 คน (ร้อยละ 4) และเป็นเพศหญิง 23 คน (ร้อยละ 6)

การศึกษานี้มีกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เนื่องจากเพศหญิงสะดวกในการมาร่วมงานวิจัย ส่วนเพศชายต้องทำงานประจำในเวลากลางวันจึงไม่สะดวกในการมาร่วมในโครงการ

ตารางที่ 2 แสดงระดับสารชีวเคมีที่ปกติและผิดปกติในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดโดยไม่แยกกลุ่ม (n =369)

Biochemical analytes	Reference range	Mean±SD	Range	Normal n (%)	Abnormal n (%)
Glu mg/dL	≤ 110 mg/dL	157±45	49-265	272 (73)	97 (27)
TC mg/dL	≤ 200 mg/dL	206 ± 35	97-376	168 (45)	201 (55)
TG mg/dL	≤ 150 mg/dL	116 ± 62	40-823	247 (67)	122 (33)
HDL mg/dL	> 55 mg/dL	63± 15	20-97	52 (14)	318 (86)
LDL mg/dL	≤ 130 mg/dL	120 ± 33	61-270	151 (41)	218 (59)
hs-CRP [†] mg/L	< 3 mg/L	2.9±4.2	0.1-9.8	123 (80)	31 (20)
AP mg/L	NA	6.2 ±2.2	3.9-10.2	NA	NA
MPO pmol/L	NA	671±118	498-1,019	NA	NA
MA mg/g creatinine	*<30	5.9±2.4	1.1-83.9	327 ()	42 ()
pH	**5.5-7.5	6.5±0.3	5.5-8.2	358 (97)	11 (3)

หมายเหตุ:

- Glu=Glucose, TC=total cholesterol, TG=Triglyceride, HDL= High density lipoprotein cholesterol, LDL= Low density lipoprotein cholesterol, hs-CRP= high sensitivity C reactive protein, AP= adiponectin, MPO = myeloperoxidase, MA= urinary microalbumin, pH = urinary pH, NA= not available
- ค่าอ้างอิงอ้างอิงจากคู่มือการใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Hitachi 912, * อ้างอิงที่ 46-47, **อ้างอิงที่ 48
- [†]hs-CRP ตัดค่า ≥10 mg/L ออก n= 154



ตารางที่ 3. จำนวน เพศ และอายุ ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

Subjects	Overall n(%)	Gender		Age	
		Man n(%)	Woman n(%)	Mean (SD)	Range
No disease	55(15)	23(6)	32(9)	53(8)	41-77
Central obesity	89(24)	12(3)	77(21)	52(8)	40-80
Dyslipidemia	30(8)	7(2)	23(6)	57(10)	42-75
Prehypertension	15(4)	6(2)	9(2)	52(7)	42-65
Hypertension	67(18)	16(4)	51(14)	56(8)	41-80
Diabetes mellitus	22(6)	4(1)	18(5)	56(8)	40-73
Mix Disease	55(15)	19(5)	36(10)	58(10)	40-77
Total	369 (100)	100 (27)	269 (73)	55(9)	40-80

2. ผลการจำแนกกลุ่มเสี่ยงต่อ Atherosclerosis ในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม โดยใช้ค่า ABI และ PWV

จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สามารถตรวจวัดค่า PWV และ ABI ได้มีจำนวนทั้งหมด 349 ราย จำนวนที่เหลืออีก 13 ราย พบว่ารอบแขนใหญ่เกินขนาด Cup ปกติของเครื่อง VP-1000 จำนวน 4 ราย ไม่มาตามนัด และเครื่องไม่สามารถตรวจวัดได้ เนื่องจากสาเหตุอื่นๆจำนวน 3 ราย จึงไม่สามารถตรวจวัดค่า ABI และ PWV ได้ รวมทั้งสิ้น 20 ราย ผลการตรวจวัดดัชนี หลอดเลือด สามารถจำแนกตามประเภทรูปแบบที่พบได้ 4 ประเภท ได้แก่ Type 1= ปกติ (Normal vascular), Type 2= มีความเสี่ยงของหลอดเลือดอุดตัน (Possible occlusion), Type 3 = หลอดเลือดแข็งทุกระดับ (Harder or moderately harder or lightly harder), Type 4 = การ มีหลอดเลือดแข็งร่วมกับการอุดตัน (Harder+ Possible occlusion or slightly harder +possible occlusion or harder +moderate occlusion or harder +Occlusion) ข้อมูลแสดง ดัง ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การจำแนก Vascular patterns โดยใช้ค่า PWV, ABI และ ABI+PWV จากเครื่อง VP-1000 (n=349)

Type of Vascular	Overall n (%)	Non disease %	Obesity %	Dyslipidemia %	Prehypertension %	Hypertension %	DM %	Mix %
Type 1	80(23)	48	17	37	9	31	7	6
Type 2	7(2)	4	0	0	9	6	0	0
Type 3	231(66)	45	80	42	64	57	86	82
Type 4	30(9)	3	3	22	18	6	7	12
	349(100)	52(15)	73(21)	30(9)	15(4)	66(19)	21(6)	54(15)

Note: Type 1= Normal vascular,
Type 2= Possible occlusion,
Type 3 = Harder or moderately harder or lightly harder,
Type 4 = Harder+ Possible occlusion or slightly harder +possible occlusion
or harder +moderate occlusion or harder +Occlusion

ในกลุ่มคนที่ไม่เป็นโรค Non disease พบ Vascular patter Type 1 หลอดเลือดปกติมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจาก กลุ่ม Prehypertension, DM, mix disease อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่หลอดเลือดปกติสามารถได้ในกลุ่มที่เป็นโรคได้ เช่นกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่นการดูแลสุขภาพ การช้ำยา การรักษาระดับความดันโลหิตที่ดีของผู้ป่วย เป็นต้น

Vascular patter Type 3 หลอดเลือดแข็ง พบมากที่สุดถึงร้อยละ 66 และพบมากในกลุ่มของ DM (ร้อยละ 86), mix disease (ร้อยละ 82) และ obesity (ร้อยละ 80) และแตกต่างจาก vascular pattern Type 1 ที่พบใน non diseases อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Vascular patter Type 4 หลอดเลือดแข็งและอุดตัน พบมากในกลุ่ม Dyslipidemia และ Prehypertension ซึ่งแตกต่างจาก vascular pattern Type 1 ที่พบใน non diseases ที่พบเพียง ร้อยละ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เครื่อง VP-1000 สามารถใช้ตรวจประเมินความแข็งและการอุดตันของหลอดเลือดได้ดี เป็น non invasive technique ที่ไม่ทำให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับความเจ็บปวด ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของเครื่องนี้ได้ถูกประเมินและใช้ในงานวิจัยก่อนหน้านี้เป็นจำนวนมาก (51, 52, 55) แต่มีข้อเสียคือการวางแผนอิเล็กทรอนิกส์โทรด ซึ่งจะต้องใช้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ เช่นพยาบาลที่ได้รับการฝึกฝน หรือนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกเป็นผู้ทำการตรวจวัดและควบคุมคุณภาพการวัดของเครื่อง เช่นในการศึกษานี้มีนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกเป็นผู้วัด และแปลผลเบื้องต้น

ส่วนการแปลผลตั้งอาศัยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านช่วยแปลผลและยืนยันผล และสุดท้ายเครื่องนี้ มีราคาสูง ซึ่งเหมาะกับสถาบันเฉพาะกับโรคหัวใจ และสถาบันการศึกษา

การทดลองนี้มี Normal vascular หรือ non atherosclerosis ร้อยละ 23 และมี atherosclerosis ร้อยละ 77 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การจำแนก non atherosclerosis และ atherosclerosis ที่พบในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

Type of Vascular	Overall n (%)	Non disease %	Obesity %	Dyslipidemia %	Prehypertension %	Hypertension %	DM %	Mix %
non atherosclerosis (type 1)	80(23)	48	17	37	9	31	7	6
Atherosclerosis (type 2-4)	269(77)	52	83	64	91	69	93	94
Total	349(100)	52(15)	73(21)	30(9)	15(4)	66(19)	21(6)	54(15)

3. ผลการศึกษาความสามารถของสารชีวเคมีในเลือด ปัสสาวะ และพารามิเตอร์ในการวินิจฉัย

Atherosclerosis

ผลการเปรียบเทียบค่า Biomarkers ระหว่างกลุ่ม Non atherosclerosis และ Atherosclerosis (แสดงข้อมูลในรายงานวิจัยตีพิมพ์) พบว่า Biomarkers ที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ได้แก่ systolic blood pressure, waist circumference, ABI, PWV, HDL, LDL, hs-CRP, AP, MPO ส่วน Glu, TC, TG, MA, urinary pH มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อแบ่งข้อมูลของ Atherosclerosis เป็นสี่กลุ่ม ผลเปรียบเทียบค่า Biomarkers ในกลุ่ม Non atherosclerosis และ Type 1, 2, 3, 4 Atherosclerosis พบว่าสอดคล้องกับไม่แบ่ง

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของ Biomarkers ระหว่างความเข้มข้นของไขมันแต่ละชนิดในเลือด ภายในกลุ่ม Non disease พบว่า ความเข้มข้นของ Cholesterol แปรผันตรงกับความเข้มข้นของ Triglyceride, HDL และ LDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.224$; $P<0.05$, $r = 0.167$; $P<0.05$ และ $r = 0.900$; $P<0.05$ ตามลำดับ) ความเข้มข้นของ Triglyceride แปรผกผันกับความเข้มข้นของ HDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.420$; $P<0.05$) และความเข้มข้นของ HDL แปรผกผันกับความเข้มข้นของ LDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.134$; $P<0.05$) สำหรับภายในกลุ่ม Diseases ให้ผลในทำนองเดียวกับกลุ่ม non disease

ค่าเฉลี่ยของ Microalbumin ในปัสสาวะ พบว่ามีความสัมพันธ์กับเส้นรอบเอว และระดับ pH ของปัสสาวะ และระดับน้ำตาลในเลือดมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเข้มข้นของ Adiponectin ในซีรัมทั้งในกลุ่ม non disease และ diseases ($P<0.05$)

Adiponectin มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับระดับน้ำตาลในเลือด $r = -0.65$ ($P<0.05$) และเส้นรอบเอว $r = -0.47$ ($P<0.05$) และพบว่า มีระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ในกลุ่มเบาหวาน (Mean± SD= 3.52± 1.3) กลุ่มเสี่ยง ซึ่งมีระดับ Glu ตั้งแต่ 111 <126 mg/dL (Mean± SD= 4.3± 1.4) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม non disease มีระดับ Glu ≤ 110 mg/dL (Mean± SD= 7.1± 1.2)

สำหรับ hs-CRP หลังจากตัดข้อมูลที่เกิน 10 mg/L ออกไปแล้ว ทางคณะผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็นสามกลุ่มตามเกณฑ์ของ AHA ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ hs-CRP แยกตามกลุ่มตัวอย่าง

หมายเหตุ มีการ Adjusted โดยการตัดข้อมูล hs-CRP ≥10 mg/L ออก ตาม AHA Guideline

Subjects	n (%)	Gender		Range	hs-CRP (mg/L)		
		Man	Women		<1.0 n (%)	1.0-3.0 n (%)	>3.0 n (%)
No disease	29 (18.8)	11	18	0.1 -5.6	20(69)	7(24)	2(7)
Obesity	30 (19.5)	6	24	0.2 -6.5	11(37)	12(40)	7(23)
Hypertension	16 (10.4)	4	12	0.1 - 6.5	5(31)	9(56)	2(13)
Dyslipidemia	19 (12.3)	2	17	0.3 - 9.8	4(21)	12(63)	3(16)
DM	14 (9.1)	4	10	0.2 - 9.6	5(38)	6(43)	3(21)
Mix Disease	35 (22.7)	13	22	0.1 - 7.9	15(43)	11(31)	9(26)
Prehypertention	11 (7.2)	4	7	0.5 - 8.5	2(18)	4(36)	5(45)
Total	154	44	110	0.1 - 9.8	62(40)	61(40)	31(20)

ความเข้มข้นของ hs-CRP มีความสัมพันธ์กับแบบผกผัน ($r = -0.47$) กับค่า ABI อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่า ABI ที่ต่ำกว่า 0.9 บ่งถึงการหลอดเลือดแดงอุดตัน และเมื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่าง non atherosclerosis และ Atherosclerosis พบว่าระดับ hs-CRP ไม่แตกต่างกัน ($P = 0.58$) แต่ เมื่อนำข้อมูลของระดับ hs-CRP มาแบ่งตามเกณฑ์ของ AHA ในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง พบว่าระดับ hs-CRP >3mg/L ในกลุ่มdiseases มีร้อยละที่แตกต่างจาก non disease ดังตารางที่ 7 นอกจากนี้ยังพบว่า hs-CRP มีความสัมพันธ์กับระดับของ LDL, Myeloperoxidase และเส้นรอบเอว ($r = 0.77$)

เมื่อแบ่งกลุ่ม non disease, central obesity, dyslipidemia, pre-hypertension ที่ยังไม่ได้กินยา และปฏิเสธการเป็นโรคใด จำนวน 100 ราย ออกเป็น non metabolic syndrome และ metabolic syndrome อย่างละ 50 ราย ตามเกณฑ์ของ NCEP ATP III พบว่า pH ในปัสสาวะ เส้นรอบเอว, SBP,

Glu, TG, HDL, hs-CRP มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่ pH ในปัสสาวะ และ hs-CRP ยังไม่ได้เป็น component หนึ่งในพารามิเตอร์ต่างๆ ใช้จำแนกภาวะ MetS

MetS ในที่นี้ไม่นับคนที่เป็โรคอยู่แล้ว เช่น เบาหวาน ความดัน และไขมันในเลือดสูงที่รับประทานยาเป็นประจำ จากผลการศึกษาพบว่าระดับ urinary pH ที่ลดต่ำลงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับร้อยละของ MetS ที่เพิ่มขึ้น และระดับ urinary pH ในกลุ่ม MetS มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ผลการศึกษาความสามารถของ Biomarkers ในการทำนายโรคหัวใจหลอดเลือดในอนาคต

เมื่อติดตามระดับ Adiponectin หลังการเจาะเลือดครั้งแรกเป็นเวลา 24 เดือน ในกลุ่ม non disease, obesity, dyslipidemia ยังไม่ได้กินยา และปฏิเสธการเป็นโรคใด และมีระดับน้ำตาลไม่เกิน 110 mg/dL

ตารางที่ 7. แสดงจำนวนและร้อยละของ Impaired Glucose Tolerance, DM, Non DM หลังการติดตามเป็นเวลา 24 เดือน แบ่งตามระดับ Adiponectin (n=88)

Adiponectin mg/L	Types of subject		
	Did not developed DM n (%)	IGT n (%)	Developed DM n (%)
>6.5- > 7.0 n=40	40 (100)	0 (0)†	0 (0)†
5.5 - < 6.5 n=32	23 (71)	7 (23)*	2 (6)†
< 4.0 - < 5.5 n=16	1 (7)	2 (11)*	13 (82)†
Total (n)	64	9	13

หมายเหตุ

IGT = Impaired Glucose Tolerance

*Significant differences $P<0.05$, † Significant differences $P<0.001$

ตารางที่ 8. แสดงการเปรียบเทียบ Biomarkers ที่พบในกลุ่ม Impaired Glucose Tolerance, DM, Non DM (n=88)

Parameters	Types of subject		
	Did not developed DM	IGT	Developed DM
	64 (73)	9 (11)	13 (16)
Male/Female	29/35	4/5	6/7
Age (years)	48±17	42±15	41±16
SBP mmHg	115±12	125±14*	128±15*
DBP mmHg	78±10	82±8	80±9
WC cm	77±9	96±11 †	87±8*
Glu mg/dL	93±13	114±10*	155±42 †
AP mg/L	5.75±2.2	4.35±1.9*	3.45±1.6†

หมายเหตุ

SBP=Systolic blood pressure, DBP= Diastolic blood pressure, WC=Waist circumference, Glu=Glucose, AP=Adiponectin, IGT = Impaired Glucose Tolerance,

*Significant differences $P<0.05$, †Significant differences $P<0.001$

ระดับพีเอชในปัสสาวะระหว่างกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดีและกลุ่มที่มี MetS มีค่ากลางเท่ากับ 6.50 และ 6.00 ตามลำดับ โดยพบว่าค่าของพีเอชในปัสสาวะของกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดีมีค่าที่สูงกว่าในกลุ่มที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) และพบว่าค่า cut off ของระดับพีเอชในปัสสาวะที่ = 6.00 ที่ตรวจวัดด้วย pH paper มี Sensitivity และ specificity เท่ากับ 82% และ 90% ตามลำดับ พบ relative risk ต่อภาวะเมตาบอลิกซินโดรมเป็น 8.2 เท่าเมื่อเทียบกับระดับพีเอชในปัสสาวะ = 6.00

ตารางที่ 9. การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของ pH ระหว่าง Non-disease และ metabolic syndrome

pH	Healthy		MetS		Biases (P-value)
	Range	Median	Range	Median	
pH paper	6.00-7.00	6.50	5.50-7.00	6.00	0.50 (<0.001)
pH meter	6.21-7.14	6.69	5.14-6.80	5.87	0.82 (<0.001)
Biases (P-value)		0.04 (0.445)		0.13 (0.848)	
r (P-value)		0.75 (<0.001)		0.82 (<0.001)	

ในขั้นตอนการทดลองจะทำการตรวจวัดค่าพีเอชด้วย 2 วิธี คือ pH meter ซึ่งเป็นวิธีการตรวจวัดแบบมาตรฐาน และ pH paper ซึ่งเป็นวิธีการตรวจอย่างง่าย ในงานวิจัยนี้พบว่า กลุ่มที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมและกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดีมีค่าพีเอชในปัสสาวะที่ตรวจวัดได้จากทั้งสองวิธีนั้นมีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.05) โดยกลุ่มที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมจะมีพีเอชในปัสสาวะที่ลดลงหรือมีความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยที่ศึกษามาก่อนหน้านี้ (56) ผลการทดลองที่เกิดขึ้นนี้อาจจะเป็นเพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่างภาวะ insulin resistance (57) และภาวะเมตาบอลิกซินโดรมทำให้ไม่สามารถเผาผลาญสารอาหารและปรับสมดุลในร่างกายได้ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นและมีระดับไขมันผิดปกติ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน, ketone bodies เกิดการสลายไขมันและกรดยูริก เมื่อร่างกายมีความเข้มข้นของสารเหล่านี้สูงในเลือด จะทำให้เกิดภาวะ metabolic acidosis ซึ่งเป็นภาวะที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในเลือดสูง ได้จึงช่วยควบคุมความเป็นกรด-ด่างของร่างกาย จากผลต่างๆเหล่านี้ทำให้มีการขับไฮโดรเจนไอออนออกมาปัสสาวะ ทำให้ปัสสาวะมีภาวะเป็นกรดมากขึ้น (58)

จากการตรวจวัดค่าพีเอชในปัสสาวะระหว่าง 2 วิธี คือ การตรวจวัดด้วย pH paper ซึ่งเป็นวิธีการตรวจอย่างง่ายและการตรวจวัดด้วย pH meter หรือการตรวจวัดแบบมาตรฐาน พบว่ามีความสัมพันธ์กันและมีค่าที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value > 0.05) จึงสามารถนำ pH paper มาใช้ในการตรวจวัดระดับพีเอชแทนการตรวจวัด pH meter ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องตรวจแบบมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ต้องมีการ calibrate ทุกครั้งก่อนใช้งาน ไม่สะดวกต่อการใช้งาน มีความยุ่งยากในการตรวจวัด ซึ่ง pH paper ถือว่าเป็นวิธีการตรวจที่ทำได้ง่าย รวดเร็ว สะดวกสามารถใช้ตรวจประเมินสุขภาพด้วยตนเองได้

จากการทดลองพบว่าค่าการตรวจวัดด้วย pH paper มีค่าที่สูงกว่า pH meter เมื่อทดสอบในตัวอย่างเดียวกัน เนื่องมาจากความละเอียดของวิธีการตรวจวัดระดับพีเอชทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ pH paper มีความละเอียด 0.5 ส่วน pH meter มีความละเอียด 0.001 จึงทำให้มีค่าการตรวจวัดที่สูงกว่า

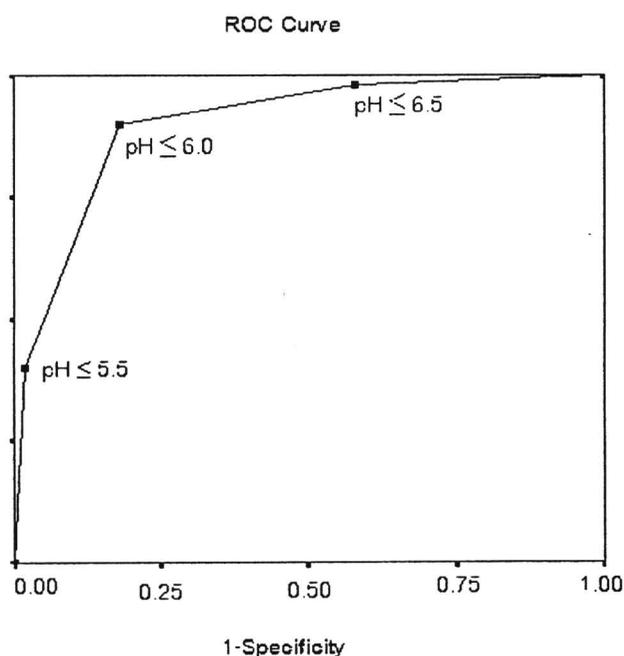
ตารางที่ 10. Sensitivity, specificity, and 100- specificity at cut-off point of pH levels

Cutoff point of pH	pH paper		
	Sensitivity (%)	Specificity (%)	100-Specificity (%)
5.5	42	98	2
6.0	82	90	10
6.5	98	40	60



ตารางที่ 11. Relative risk (RR) of metabolic syndrome and healthy at urinary pH ≤ 6

Factors	RR	95%CI	P-value
MetS vs. Healthy	8.20	3.53-19.03	< 0.001



ภาพที่. 3 ROC curve for urinary pH

เมื่อพบว่า pH paper และ pH meter ทั้ง 2 วิธีนี้มีค่าการตรวจวัดที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถนำ pH paper มาใช้เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการตรวจวัดค่าพีเอชในปัสสาวะได้ เมื่อพิจารณาจากค่า cut off ของระดับพีเอชในปัสสาวะ ≤ 6.00 พบว่ามีค่า relative risk ของกลุ่มที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมมากกว่าเป็น 8.2 เท่าของกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดี จากผลดังกล่าวมีประโยชน์ในการคัดแยกกลุ่มที่มีภาวะเมตาบอลิกซินโดรมออกจากกลุ่มที่มีสุขภาพดีได้นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นวิธีการตรวจคัดกรองเพื่อบอกความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมในประชาชนทั่วไป

จากผลการศึกษานี้สามารถที่จะนำ pH paper มาประยุกต์และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น เพื่อการตรวจวัดที่ประหยัดเวลา ราคาถูกและเป็นวิธีการที่ตรวจประเมินสุขภาพด้วยตัวเองได้ ส่งผลทำให้ประชาชนทั่วไปหันมาดูแลสุขภาพตัวเองมากยิ่งขึ้น โดยจะช่วยลดในเรื่องของการเลือกรับประทานอาหาร การออกกำลังกายและการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เพื่อควบคุมและป้องกันความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมในอนาคต

เมื่อติดตามระดับ pH ในปัสสาวะเป็นระยะเวลา 12 เดือนพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มี pH ต่ำกว่า 6.0 พัฒนาไปเป็น MetS เท่ากับร้อยละ 20 ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มที่มี $\text{pH} \geq 6.0$ พบเพียงร้อยละ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

5. ผลการสร้างแผนการวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือดในชุมชนที่มีประสิทธิภาพ และเพื่อประเมินค่าใช้จ่ายของแผนการวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือดรูปแบบต่างๆของสถานีนามัยและแบบใหม่ที่สร้างขึ้น

ทางสถานีนามัยได้ใช้แบบคัดกรองจำนวน 10 ข้อ ตอบใช่ หรือ ไม่ใช่ มีคะแนนตั้งแต่ 0-41 โดยคะแนนรวม การแปลผลและรายละเอียดของข้อคำถาม ดังในภาคผนวก ข และนำคะแนนที่ได้ < 21 และ > 21 คะแนน เป็น cut off รวมทั้งผู้ที่มีอาการของโรคหัวใจและหลอดเลือดมาดำเนินการต่อ ดัง Flow chart ในภาคผนวก ข

สำหรับแผนใหม่ ที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยนำผลการศึกษาที่ได้มาประยุกต์ใช้ สำหรับคัดกรองกลุ่มเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ แผนที่ 2 ใช้การตรวจวัดดัชนีหลอดเลือดโดยเครื่อง VP-1000 แผนที่ 3 ใช้เฉพาะระดับ hs-CRP ในเลือด และแผนที่ 4 ใช้เฉพาะระดับ LDL ผลการเปรียบเทียบ แสดงในตารางที่ 12

นำแผนที่สร้างขึ้น ไปใช้คัดกรองในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 ราย กลุ่มตัวอย่างเป็นคนที่อยู่ในชุมชนบ้านกร่างและรอบๆมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ แบ่งเป็น ยังไม่มีประวัติเป็นโรค 100 ราย และผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์ว่าเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด จำนวน 100 เมื่อคำนวณค่าความไวและความจำเพาะ พบว่าแผนการวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือดในชุมชน แบบที่ 3 ที่สร้างขึ้นโดยการให้ระดับ ระดับ hs-CRP ในเลือดที่มากกว่า $> 3.0 \text{ mg/L}$ (31) พบว่ามีความไวและความจำเพาะดีกว่าแบบอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตาม การให้ระดับ ระดับ hs-CRP ในเลือดมีข้อด้อยกว่าในเรื่องค่าใช้จ่ายและต้องรอผลตรวจจากห้องปฏิบัติการ 1 วัน ส่วนแผนที่ 1 และ 2 สามารถทราบผลการตรวจวิเคราะห์ได้เลย

ระดับ LDL ในเลือดมีความสัมพันธ์กับการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด (30) เนื่องจากเป็น hall mark ในการทำให้เกิด atherosclerosis แต่จากผลการศึกษาพบว่าการใช้ระดับ LDL เพียงอย่างเดียวให้ผลความไวและความจำเพาะต่ำกว่าวิธีอื่นๆ อาจเป็นไปได้ว่า อาจมีปัจจัย เช่น ไขมันชนิดอื่นที่มีส่วนร่วมในการก่อให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ไม่เฉพาะแต่ระดับ LDL ที่สูงขึ้นเท่านั้น

การนำสารชีวเคมี เช่น ระดับ hs-CRP มาใช้ในอนาคต และตรวจด้วย point-of-care testing คือใช้เครื่องที่ตรวจและออกผลให้ทราบเลย อาจเป็นแนวทางช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายทางสาธารณสุขโดยรวมได้ดีกว่า เนื่องจากสามารถได้กลุ่มเสี่ยงแท้จริง ทั้งนี้หลังจากได้กลุ่มเสี่ยงแล้ว ทางสถานีนามัยจะต้องเข้าไปติดตาม หรือควบคุมกลุ่มเสี่ยงเหล่านี้ เช่น การแนะนำการใช้ชีวิตประจำวัน การรับประทานอาหาร และการออกกำลังกายเป็นต้น เพื่อลดอัตราการป่วยเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดในอนาคตลง

ตารางที่ 12 แสดงผลการเปรียบเทียบแผนคัดกรองโรคหัวใจและหลอดเลือดแผนเดิมและแบบใหม่ที่สร้างขึ้น (n=200)

แผนที่	Marker หรือ พารามิเตอร์ที่ใช้	ค่า cut-off	ความไว (%)	ความจำเพาะ (%)	ค่าใช้จ่าย* (บาท)	จำนวนบุคลากร** (ราย)	ระยะเวลา*** (นาที)
Mean (SD)							
1	แบบสัมภาษณ์ 10 ข้อ ความดันโลหิต อาการแสดงของโรคหัวใจและหลอดเลือด	< 21 คะแนน ≥ 140/90 mmHg	96	67	0.5	1	20 (5)
2	ABI และ PWV	ใช้การประมวลผล โดยเครื่องเมื่อใส่ ข้อมูลของกุ่ม ตัวอย่างเข้าไป	90	52	30†	2	35 (10)
3	hs-CRP (30) n = 99 after cut hs-crp > 10 mg/L	> 3.0 mg/L	89	79	75	1	10 (2) รอด 1 วัน
4	LDL (31)	≥ 130 mg/dL	52	55	90	1	10 (2) รอด 1 วัน

หมายเหตุ

ค่าใช้จ่าย*—ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อราย รวมค่าตรวจ Biomarkers กระดาษ และวัสดุสิ้นเปลือง มีหน่วยเป็นบาท

จำนวนบุคลากรที่ใช้**—จำนวนบุคลากรที่มีส่วนร่วมเมื่อใช้แผนนั้นๆ ต่อราย

ระยะเวลา***—ตั้งแต่เริ่มการคัดกรอง การส่งตรวจ Biomarkers จนทราบผล ต่อราย ระยะเวลาสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป 5 นาทีแล้ว

†— คิดเฉพาะราคาวัสดุสิ้นเปลือง เช่นแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ โทรศ ไม่รวมราคาเครื่องตรวจวัด