

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมงและก่อนอาหารเย็นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด

รณันต์ เกษสุวรรณ และ สุรชาติพิย์ พิชญ์ไพบุลย์

ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากอดอาหาร 8 ชั่วโมง หลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมง และก่อนอาหารเย็นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดทั้งสามช่วงเวลาดังกล่าว **วิธีการ:** การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้าในผู้ป่วยนอกที่มาใช้บริการที่คลินิกเบาหวาน ณ โรงพยาบาลพนัสนิคม ผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกได้รับการฝึกใช้และอ่านค่าระดับน้ำตาลในเลือดที่วัดได้จากเครื่อง Accu-Chek® Performa และบันทึกระดับน้ำตาลในเลือดที่วัดได้ที่บ้าน ใน 3 เวลา คือ หลังจากอดอาหาร หลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมง และก่อนอาหารเย็นระดับ HbA1C ของผู้ป่วยแต่ละคนได้รับการตรวจที่เวลา 2 เดือนหลังจากวันที่เริ่มตรวจระดับน้ำตาลในเลือดด้วยตนเอง **ผลการวิจัย:** ผู้ป่วยจำนวน 88 คนเข้าร่วมการวิจัย ระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากอดอาหาร หลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมง และก่อนอาหารเย็น มีความสัมพันธ์กับค่า HbA1C ($r = 0.607$, $r = 0.518$ และ $r = 0.595$ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) สมการทำนายค่า HbA1C จากระดับน้ำตาลในเลือด มีดังนี้ 1) $HbA1C = 3.849 + 0.029(\text{ระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากอดอาหาร})$ 2) $HbA1C = 5.296 + 0.017(\text{ระดับน้ำตาลในเลือดที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังอาหารกลางวัน})$ และ 3) $HbA1C = 5.310 + 0.018(\text{ระดับน้ำตาลในเลือดก่อนอาหารเย็น})$ **สรุป:** นอกจากการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารแล้ว การตรวจระดับน้ำตาลในเลือดช่วงก่อนอาหารเย็นอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการประเมินการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน และใช้ประกอบการพิจารณาวิธีการรักษาและการปรับยาทางเภสัชกรรมแก่ผู้ป่วยเบาหวานที่มาใช้บริการที่คลินิกนอกเวลาได้

คำสำคัญ: ระดับน้ำตาลสะสม ระดับน้ำตาลในเลือด เบาหวาน

รับต้นฉบับ: 13 มิย. 2559, รับลงตีพิมพ์: 29 กค. 2559

ผู้ประสานงานบทความ: สุรชาติพิย์ พิชญ์ไพบุลย์ ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 Email : sutathip.p@pharm.chula.ac.th

บทนำ

โรคเบาหวานจัดเป็นกลุ่มโรคทางเมตาบอลิซึมที่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดมีค่าสูงขึ้นอันมีสาเหตุมาจากการผิดปกติของการหลั่งอินซูลิน การทำงานของอินซูลินหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน (1) โรคนี้จัดเป็นโรคเรื้อรังที่เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้เกิดพยาธิสภาพและภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ได้ American Diabetes Association (ADA) ได้กำหนดเป้าหมายของการรักษา คือ HbA1C มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 7 ในขณะที่ American Association of Clinical

Endocrinologists และ American College of Endocrinology (AAACE/ACE) กำหนดเป้าหมายว่า HbA1C ต้องมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 6.5 ในการรักษาเบาหวานเพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนของหลอดเลือดขนาดเล็กและใหญ่ (1, 2) เนื่องจากค่า HbA1C ที่สูงซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเสียหายในการเกิด retinopathy neuropathy และ nephropathy ที่มากขึ้น (3, 4) นอกจากนี้ ADA ยังได้แนะนำให้มีการตรวจติดตามระดับน้ำตาลในเลือดด้วยตนเอง (self-monitoring of blood glucose : SMBG) เพื่อใช้ในการประเมิน

ความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานแต่ละราย

จากคำแนะนำของ ADA ในข้างต้น จึงได้มีหลายการศึกษาที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำตาลในเลือด ณ เวลาต่าง ๆ กับค่า HbA1C และนำมาสร้างสมการในการทำนายค่า HbA1C จากค่าระดับน้ำตาลในเลือด (5, 6) จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (fasting blood glucose : FBG) มีความสัมพันธ์กับค่า HbA1C (6-16) แต่ในบางการศึกษา พบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดหลังมีอาหารมีความสัมพันธ์กับ HbA1C มากกว่า FBG นอกจากนี้ หลายการศึกษาพบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารกลางวันและก่อนอาหารเย็นมีความสัมพันธ์ที่ดีกับค่า HbA1C (17-20)

การรักษาผู้ป่วยเบาหวานในเวลาราชการตามแนวทางการรักษาในปัจจุบัน แพทย์ผู้รักษาใช้ค่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารเป็นเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมงในตอนเช้า ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการในเวลาราชการจำเป็นต้องอดอาหารเป็นเวลา 8 ชั่วโมงก่อนมาเจาะเลือดในช่วงก่อนอาหารเช้า แต่เนื่องจากมีผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการในช่วงนอกเวลาราชการในตอนเย็น (ตั้งแต่เวลา 16.00 น. เป็นต้นไป) ซึ่งผู้ป่วยเบาหวานดังกล่าวจะไม่ได้รับการเจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือดเนื่องจากเป็นช่วงเวลาในตอนเย็น คือ หลังรับประทานอาหารกลางวันมาแล้ว 4-6 ชั่วโมง ทำให้แพทย์ไม่มีข้อมูลหรือแนวทางในการพิจารณาค่าระดับน้ำตาลในเลือด และไม่สามารถปรับเปลี่ยนการรักษาหรือขนาดยาให้เหมาะสมกับระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยได้ เช่นเดียวกับเภสัชกรที่ไม่สามารถประเมินปัญหาที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยที่จะนำไปสู่การให้คำแนะนำที่เหมาะสมได้ จากการทบทวนวรรณกรรมของผู้วิจัย พบว่า ระดับน้ำตาลที่วัด ณ เวลาต่าง ๆ มีขนาดความสัมพันธ์กับค่า HbA1C ที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ขนาดปานกลางถึงสูง จึงควรคัดเลือกระดับน้ำตาลที่วัดในเวลาที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ทำนายค่า HbA1C ให้ใกล้เคียงมากที่สุด ผู้วิจัยจึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดในเวลาที่แตกต่างกัน 2 จุด คือ ระดับน้ำตาลในเลือด 4 ชั่วโมง หลังอาหารกลางวัน (4-hr post lunch) และก่อนอาหารเย็น (pre-dinner) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เพื่อใช้ในการติดตามระดับน้ำตาลใน

เลือดสำหรับผู้ป่วยเบาหวานหรือผู้ที่มาคลินิกนอกเวลาในกรณีที่ไม่ได้อดอาหารก่อนมารับการเจาะเลือด ซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ในการพิจารณาเลือกวิธีการรักษาและให้บริบาลทางเภสัชกรรมแก่ผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการที่คลินิกนอกเวลาต่อไป

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้า ซึ่งได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์สำหรับโครงการวิจัยทางชีวเวชศาสตร์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชลบุรี การวิจัยดำเนินการตั้งแต่เดือนธันวาคม 2558 – พฤษภาคม 2559

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยนอกที่มารับบริการที่คลินิกเบาหวาน โรงพยาบาลพนัสนิคม จำนวน 88 คน ที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า คือ 1) ผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 อย่างน้อย 3 เดือน ซึ่งแพทย์ระบุการวินิจฉัยตาม ICD-10 โดยใช้รหัสที่เกี่ยวข้อง คือ E11 (เบาหวานชนิดที่ 2 หรือ เบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน) 2) อายุมากกว่า 18 ปีขึ้นไป 3) ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดยาในการรักษาระหว่างการวิจัยและไม่มีการเปลี่ยนแปลงชนิดยาที่ได้รับในการมาพบแพทย์ 2 ครั้งก่อนหน้า 4) ผู้ป่วยมีการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดคงที่ โดย FBG ต้องไม่เปลี่ยนแปลงมากกว่าร้อยละ 10 ในการตรวจวัดระหว่างการมาพบแพทย์ 2 ครั้งติดกัน และ 5) ผู้ป่วยที่ยินยอมเจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือดตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ส่วนเกณฑ์การคัดออก คือ 1) ผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับการรักษาต่อเนื่องที่โรงพยาบาลพนัสนิคม 2) ผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับรู้หรือเข้าใจหรือให้ข้อมูลต่าง ๆ ได้ 3) ผู้ป่วยที่มีค่า AST หรือ ALT มากกว่า 3 เท่าของค่าปกติสูงสุด 4) ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเลือด 5) ผู้ป่วยที่มีภาวะติดเชื้อรุนแรง 6) ผู้ป่วยที่มีค่า serum creatinine ≥ 1.5 mg/dL 7) ผู้ป่วยที่เป็นโรคทางระบบต่อมไร้ท่ออื่นนอกจากโรคเบาหวานที่มีผลกระทบต่อความสมดุลของกลูโคส 8) ผู้ป่วยที่ต้องเข้าพักรักษาตัวในโรงพยาบาลขณะที่อยู่ในการวิจัย 9) ผู้ป่วยที่ตั้งครรภ์ขณะที่อยู่ในการวิจัย และ 10) ผู้ป่วยที่เจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือดไม่ครบตามเวลาที่ระบุในวัตถุประสงค์การวิจัย

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบบันทึกข้อมูลของผู้ป่วย ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง สถานภาพ ระดับการศึกษา สิทธิการรักษา อาชีพ ประวัติทางสังคม เป็นต้น ประวัติการเจ็บป่วย ได้แก่ ระยะเวลาการเจ็บป่วยจากโรคเบาหวาน และภาวะโรคร่วม/โรคแทรกซ้อน ประวัติการใช้ยา และผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ 2) คู่มือการใช้และอ่านค่าระดับน้ำตาลในเลือดที่ตรวจวัดได้จากเครื่อง Accu-Chek® Performa และ 3) แบบบันทึกผลการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดด้วยตนเอง

ขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากผู้ป่วยเบาหวานที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยการจับฉลากจากรายชื่อผู้ป่วยทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์กำหนดในวันที่มีคลินิกเบาหวาน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยจากเวชระเบียนและการสัมภาษณ์ผู้ป่วยหรือญาติผู้ป่วย และบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูลทั่วไป ผู้ป่วยแต่ละคนได้รับการฝึกใช้และอ่านค่าระดับน้ำตาลในเลือดที่เจาะวัดได้จากเครื่อง Accu-Chek® Performa และได้รับแบบบันทึกผลการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดด้วยตนเอง เพื่อใช้ในการบันทึกค่าระดับน้ำตาลที่เจาะวัดได้ที่บ้าน เวลาในการเจาะระดับน้ำตาลในเลือด คือ หลังจากอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง (FBG) หลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมง (4-hr post lunch) และก่อนอาหารเย็น (pre-dinner) ตัวอย่างต้องเจาะเลือดเพื่อวัดระดับน้ำตาลในเลือดวันละ 1 จุดเวลา โดยเจาะเลือดวันเว้นวัน (3 วัน หรือ 3 จุดเวลา ต่อสัปดาห์) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ รวมได้ข้อมูลระดับน้ำตาลทั้งสิ้น 6 จุด พร้อมทั้งบันทึกวันที่ เวลา และอาหารที่รับประทานในมื้อนั้น ๆ เมื่อผู้ป่วยวัดระดับน้ำตาลในเลือดครบตามวันและเวลาที่กำหนด ผู้ป่วยนำแบบบันทึกและเครื่อง Accu-Chek® Performa มาคืน โดยผู้วิจัยตรวจสอบค่าน้ำตาลในเลือดที่ถูกบันทึกในเครื่อง Accu-Chek® Performa และแบบบันทึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัย ระดับ HbA1C ถูกวัดที่เวลา 2 เดือนหลังจากวันที่เริ่มตรวจระดับน้ำตาลในเลือดด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง สถานภาพ ระดับการศึกษา สิทธิการรักษา อาชีพ ประวัติทางสังคม ระยะเวลาการเจ็บป่วยจากโรคเบาหวาน ภาวะโรคร่วม/โรคแทรกซ้อน ประวัติการใช้ยา และผลทางห้องปฏิบัติการ แสดงโดยสถิติเชิงพรรณนาในรูปของความถี่ ร้อยละ ความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดแต่ละจุดเวลาที่แตกต่างกัน แสดงโดย Pearson's correlation (r) ขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดแต่ละจุดเวลาได้รับการเปรียบเทียบด้วยวิธีการสำหรับตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (21) ส่วนการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดแต่ละจุดเวลาที่แตกต่างกัน ใช้การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น

ผลการวิจัย

ผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 88 คนเข้าร่วมการวิจัย ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยหญิง (ร้อยละ 60.2) อายุเฉลี่ย 59.1 ± 10.3 ปี ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 51-60 ปี (ร้อยละ 35.2) และ 61-70 ปี (ร้อยละ 34.1) สถานภาพสมรส (ร้อยละ 70.5) การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 76.1) และมัธยมศึกษาตอนต้น (ร้อยละ 11.4) ส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพ (ร้อยละ 33.0) และมีอาชีพรับจ้าง (ร้อยละ 26.1) สิทธิการรักษาเป็นบัตรทอง (ร้อยละ 60.2) ผู้ป่วยส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ (ร้อยละ 72.7) หรือเคยสูบบุหรี่แล้ว (ร้อยละ 18.2) และไม่ดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 61.4)

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางคลินิกของผู้ป่วย ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีโรคร่วมเป็นโรคความดันโลหิตสูงและโรคไขมันในเลือดสูง (ร้อยละ 53.4) จำนวนรายการยารักษาเบาหวานที่ผู้ป่วยได้รับมีตั้งแต่ 1-3 รายการ ส่วนใหญ่ผู้ป่วยได้รับการรักษาเบาหวาน 1 ชนิด (ร้อยละ 45.5) โดยรายการยาลดระดับน้ำตาลในเลือดที่ใช้มากที่สุด คือ metformin (ร้อยละ 35.2) ระยะเวลาของการเป็นโรคเบาหวานเฉลี่ยคือ 5.0 ± 3.6 ปี ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงน้อยกว่า 5 ปี (ร้อยละ 56.8) ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 26.87 ± 4.94 กิโลกรัม/ตารางเมตร ส่วนใหญ่มีดัชนีมวลกายอยู่ในช่วง 25.00–29.99 กก./ม.² ซึ่งจัดอยู่ในภาวะอ้วนระยะที่ 1 (ร้อยละ 48.9)

ค่าระดับน้ำตาลในเลือด (คำนวณจากการเจาะเลือดจุดเวลาเดียวกันที่ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ รวมจำนวน 2 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย) แบ่งออกเป็น 3 จุดเวลา ได้ดังนี้ 1) FBG มีค่าตั้งแต่ 82-234.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร มีค่าเฉลี่ย 130.9±24.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร 2) 4-hr post lunch มีค่าตั้งแต่ 84.5-245.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร มีค่าเฉลี่ย 138.4±35.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และ 3) pre-dinner มีค่าตั้งแต่ 88.5-317.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร มีค่าเฉลี่ย 131.9±39.1 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ค่า HbA1C เฉลี่ยของผู้ป่วยมีค่าร้อยละ 7.7±1.2 ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงร้อยละ 7.0-7.9 (ร้อยละ 40.9 ของตัวอย่าง) และเป็นผู้ป่วยที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ (HbA1C < 7) ร้อยละ 28.4 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ข้อมูลทางคลินิกของผู้ป่วย (n=88)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประวัติโรคร่วม		
ไม่มีโรคร่วม	5	5.7
ความดันโลหิตสูง	13	14.8
ไขมันในเลือดสูง	6	6.8
ความดันโลหิตสูงและไขมันในเลือดสูง	47	53.4
ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง และโรคไต	13	14.8
อื่น ๆ	4	4.5
จำนวนยารักษาเบาหวานที่ได้รับ		
1 ชนิด		
metformin	31	35.2
glibenclamide	2	2.3
glipizide	7	8.0
2 ชนิด		
metformin, glipizide	27	30.6
metformin, glibenclamide	2	2.3
glipizide, pioglitazone	2	2.3
3 ชนิด		
metformin, glipizide, pioglitazone	16	18.2
metformin, glibenclamide, pioglitazone	1	1.1

ตารางที่ 1. ข้อมูลทางคลินิกของผู้ป่วย (n=88) (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระยะเวลาของการเป็นโรคเบาหวาน		
< 5 ปี	50	56.8
5 – 10 ปี	28	31.8
11 - 20 ปี	10	11.4
ดัชนีมวลกาย		
< 18.50 กก./ม. ²	1	1.1
18.50 – 22.99 กก./ม. ²	18	20.5
23.00 – 24.99 กก./ม. ²	13	14.8
25.00 – 29.99 กก./ม. ²	43	48.9
≥ 30.00 กก./ม. ²	13	14.8
HbA1C (ร้อยละ)		
5.0 – 5.9	3	3.4
6.0 – 6.9	22	25.0
7.0 – 7.9	36	40.9
8.0 – 8.9	14	15.9
9.0 – 9.9	10	11.4
≥ 10.0	3	3.4

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ระดับน้ำตาลในเลือด 4 ชั่วโมงหลังอาหารกลางวัน และระดับน้ำตาลในเลือดก่อนอาหารเย็น พบว่า มีความสัมพันธ์ไปในเชิงบวกในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.607$, $r = 0.518$ และ $r = 0.595$ ตามลำดับ; $P < 0.001$) เมื่อทดสอบความแตกต่างของความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร 4 ชั่วโมงหลังอาหารกลางวัน และก่อนอาหารเย็นที่พบในแต่ละการศึกษา (21) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นตรงเพื่อทำนายค่า HbA1C จากระดับน้ำตาลในเลือดแต่ละจุดเวลา สามารถเขียนเป็นสมการทำนายได้ดังนี้ 1) $HbA1C = 3.849 + 0.029(FBG)$ มีค่า R^2 เท่ากับ 0.369 2) $HbA1C = 5.296 + 0.017(4\text{-hr post lunch})$ มีค่า R^2 เท่ากับ 0.268 และ 3) $HbA1C = 5.310 + 0.018(\text{Pre-dinner})$ มีค่า R^2 เท่ากับ 0.354 โดย FBG สามารถอธิบายความแปรปรวนของ HbA1C ได้มากที่สุด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. การวิเคราะห์ถดถอยเพื่อทำนายค่า HbA1C (N=88)

สมการ ¹	สัมประสิทธิ์ถดถอยแบบ		t	P
	ไม่ปรับมาตรฐาน	มาตรฐาน		
1 จุดตัดแกน FBG	3.849	0.550	7.002	<0.001
	0.029	0.004	7.084	<0.001
2 จุดตัดแกน 4-hr post lunch	5.296	0.438	12.104	<0.001
	0.017	0.003	5.617	<0.001
3 จุดตัดแกน Pre-dinner	5.310	0.359	14.772	<0.001
	0.018	0.003	6.864	<0.001

1: R² = 0.369, 0.268 และ 0.354

การอภิปรายผล

ตัวอย่างผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมดจำนวน 88 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 60.2) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลสุขภาพไทยและการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบว่าเพศหญิงมีอุบัติการณ์ในการเป็นโรคเบาหวานมากกว่าเพศชาย (22-24) อาจเนื่องจากเพศหญิงมีระบบการเผาผลาญที่ต่ำกว่าเพศชาย ทำให้เพศหญิงมีภาวะน้ำหนักตัวเกินหรือโรคอ้วนมากกว่าเพศชาย และพัฒนาไปเป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ (22) ตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 59.14 ± 10.32 ปี ในส่วนของประวัติโรคร่วม พบว่า ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยเบาหวานที่มีโรคความดันโลหิตสูงและโรคไขมันในเลือดสูงร่วมด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบว่าภาวะของโรคร่วมในผู้ป่วยเบาหวานส่วนใหญ่ คือ โรคความดันโลหิตสูงและโรคไขมันในเลือดสูง (25-26) ผู้ป่วยเบาหวานส่วนใหญ่จะได้รับยาในการรักษาเบาหวาน 1 รายการ (ร้อยละ 45.5) โดยรายการยารักษาเบาหวานที่ใช้มากที่สุด คือ metformin ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแนวทางการรักษาเบาหวานแนะนำให้ใช้ metformin เป็นยาแรกในการรักษาเบาหวานหากไม่มีข้อห้ามใช้ เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการลดระดับน้ำตาลได้ดี โอกาสเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำน้อยมาก ราคาไม่แพง และไม่เปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว จึงสามารถใช้ในผู้ป่วยที่อ้วนได้ (27) ระยะเวลาของการเป็นโรคเบาหวานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.04 ± 3.61 ปี โดยส่วนใหญ่พบว่าเป็นผู้ป่วยเบาหวานที่มีระยะเวลาของการเป็นโรคเบาหวานน้อยกว่า 5 ปี (ร้อยละ 56.8) ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 26.87 ± 4.94 กก./ม.² การศึกษานี้พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีน้ำหนักเกิน

มาตรฐาน (BMI > 23 กก./ม.²) ถึงร้อยละ 78.5 และร้อยละ 63.7 เป็นผู้ที่มีภาวะอ้วน (BMI > 25 กก./ม.²) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่ามากกว่าร้อยละ 75 ของผู้ป่วยเบาหวานในการศึกษาเป็นผู้ที่มีภาวะน้ำหนักอ้วนและน้ำหนักเกิน (28-29) ภาวะน้ำหนักเกินเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ประมาณ 3 เท่า ในขณะที่โรคอ้วนเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ประมาณ 7 เท่าเมื่อเทียบกับคนที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (30) และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดตามเกณฑ์ปกติได้นอกจากนี้ยังพบว่า ภาวะอ้วนลงพุงมีความสัมพันธ์กับภาวะต้านอินซูลินอีกด้วย (31)

ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารเข้าเท่ากับ 130.9 ± 24.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ใกล้เคียงกับการศึกษาในอดีต (14, 32) ค่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมงเท่ากับ 138.4 ± 35.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อาจมีค่าแตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา (32) เนื่องจากระยะห่างในการวัดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารกลางวันแตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดก่อนอาหารเย็นเท่ากับ 131.9 ± 39.1 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ใกล้เคียงกับการศึกษาในอดีต (32) ค่าเฉลี่ยของ HbA1C เท่ากับร้อยละ 7.7 ± 1.2 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมา (14) ผู้ป่วยมีค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดทั้ง 3 จุดเวลาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน (27) และเป็นผู้ป่วยที่พอกควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ (HbA1C < ร้อยละ 7) ร้อยละ 28.4 ของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดในอดีตที่ผ่านมา มีหลายการศึกษาที่พบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารมีความสัมพันธ์กับค่า HbA1C ในระดับปานกลางถึงสูง (r อยู่ในช่วง 0.673-0.830) (6, 7, 12, 13, 15, 16, 18) แต่ในทางกลับกัน บางการศึกษาพบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดหลังมื้ออาหารมีความสัมพันธ์กับค่า HbA1C (r อยู่ในช่วง 0.327-0.790) มากกว่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (r อยู่ในช่วง 0.215-0.739) (9-12, 14, 16) การศึกษาของ Avignon และคณะ (17) พบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดช่วงหลังอาหารกลางวัน (r อยู่ในช่วง 0.780-0.810) สามารถประเมินการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีกว่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ($r=0.620$) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารเข้า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ($r=0.607$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (r อยู่ในช่วง 0.452-0.830) (6-9, 11-16, 18) ความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมง มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ($r=0.518$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ($r=0.529$) (19) แต่มีความสัมพันธ์น้อยกว่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารเข้าซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในอดีต ($r=0.628$) (19) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในเลือดก่อนอาหารเย็น มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ($r=0.595$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา (r อยู่ในช่วง 0.504-0.750) (19, 20, 32)

เมื่อทดสอบความแตกต่างของขนาดความสัมพันธ์ระหว่างค่า HbA1C กับระดับน้ำตาลในทั้งสามช่วงเวลาการศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากพิจารณา ขนาดความสัมพันธ์ที่พบจะเห็นว่า HbA1C มีความสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารมากกว่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมงและระดับน้ำตาลในเลือดก่อนอาหารเย็น ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Pichayapaiboon (19) แต่แตกต่างจากการศึกษาในอดีตที่พบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดในช่วงกลางวันและช่วงเย็น มีความสัมพันธ์มากกว่าระดับน้ำตาลในเลือดในช่วง

เช้า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของผู้เข้าร่วมการวิจัย งานวิจัยก่อนหน้าทำในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 (20) และเวลาในการวัดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารกลางวันต่างกัน การศึกษาของ Rohlfing และคณะ (20) วัดระดับน้ำตาลที่เวลา 90 นาทีหลังอาหารกลางวัน และการศึกษาของ Borona และคณะ (31) วัดระดับน้ำตาลที่เวลา 2-3 ชั่วโมงหลังอาหารกลางวัน จึงอาจทำให้ความสัมพันธ์กับ HbA1C มีค่าแตกต่างกัน นอกจากนี้รายการยารักษาเบาหวานที่ผู้ป่วยได้รับในการศึกษาที่ผ่านมา มีความแตกต่างกัน โดยการศึกษาของ Rohlfing และคณะ (20) ทำในผู้ป่วยที่ได้รับยาฉีดอินซูลิน และถึงแม้ว่าการศึกษาของ Borona และคณะ (31) เป็นการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ แต่มีผู้ป่วยที่ได้รับยา metformin มีเพียงร้อยละ 10.3 ได้รับยา sulfonylureas ร้อยละ 27.6 และได้รับยา metformin ร่วมกับ sulfonylureas ร้อยละ 41.4 ในขณะที่การศึกษานี้มีผู้ป่วยที่ได้รับยา metformin ถึงร้อยละ 35.2 ได้รับยากลุ่ม sulfonylureas เพียงร้อยละ 10.3 และได้รับยา metformin ร่วมกับ sulfonylureas ร้อยละ 32.9 อาจเป็นเพราะ metformin ออกฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารได้ดี ส่งผลให้ระดับ HbA1C ลดลงด้วย (33) ทำให้ความสัมพันธ์ของระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารกับค่า HbA1C ของการศึกษานี้มีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับระดับน้ำตาลจุดอื่น เนื่องจากผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ได้รับยา metformin นอกจากนี้ ระยะเวลาของการเป็นโรคเบาหวานของผู้ป่วยของการศึกษาที่ผ่านมา (32) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.3 ± 7.3 ปี ในขณะที่การศึกษานี้ ระยะเวลาของการเป็นโรคเบาหวานเฉลี่ยเท่ากับ 5.04 ± 3.61 ปี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานได้ไม่นาน (น้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 56.8) อาจจะสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีอยู่ จึงทำให้ผลการศึกษาดังกล่าวแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามยังคงให้ความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

จากสมการทำนายทั้ง 3 สมการบอกแนวโน้มได้ว่า หากผู้ป่วยเบาหวานมีระดับน้ำตาลในเลือดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่า HbA1C เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นความสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ณ เวลาดังกล่าวให้มีค่าลดลงใกล้เคียงกับเกณฑ์เป้าหมาย น่าจะบ่งชี้ถึงความสามารถควบคุมระดับน้ำตาลสะสมได้ด้วย

การวิจัยมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ความถูกต้องในการวัดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วย เช่น ความสามารถในการใช้เครื่อง Accu-Chek® Performa อย่างถูกต้อง การบันทึกผลเลือดตามความเป็นจริง เป็นต้น ผู้วิจัยได้โทรศัพท์เพื่อสอบถามปัญหาดังกล่าวและออกเยี่ยมบ้านในกรณีที่มีผู้ป่วยมีปัญหาในการใช้เครื่อง Accu-Chek® Performa เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว และได้ตรวจเทียบผลจากแบบบันทึกกับผลที่วัดได้จากเครื่อง Accu-Chek® Performa เพื่อให้มั่นใจได้ว่า ผู้ป่วยได้บันทึกค่าตามความจริง การวิจัยนี้อาจมีผลจากปฏิกิริยาอันเนื่องมาจากวิธีการวิจัย โดยผู้ป่วยบางรายอาจปรับพฤติกรรมและควบคุมระดับน้ำตาลอย่างเข้มงวดในขณะดำเนินการวิจัย เพื่อให้ค่าระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากคิดว่าตนกำลังถูกติดตามระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้ค่าระดับน้ำตาลในเลือดที่วัดได้ในสองสัปดาห์มีความสัมพันธ์เพียงในระดับปานกลางกับค่า HbA1C ที่วัดในอีกสองเดือนถัดมา อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ชี้แจงผู้ป่วยเรื่องไม่ให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใด ๆ ในด้านของอาหารที่รับประทาน (ประเภทและปริมาณที่รับประทาน) และการออกกำลังกายในระหว่างการดำเนินการวิจัย เพื่อลดผลจากปฏิกิริยาดังกล่าวและให้การใช้ชีวิตประจำวันของผู้ป่วยไปเป็นตามปกติ การวิจัยนี้ไม่ได้มีการควบคุมอาหารที่ผู้ป่วยรับประทานและประเมินพฤติกรรมความร่วมมือในการใช้ยา ซึ่งอาจเป็นปัจจัยกวนที่ส่งผลกระทบต่อระดับน้ำตาลในเลือดได้ ข้อมูลที่ได้เป็นการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ใช้เฉพาะยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือดเท่านั้น จึงไม่อาจขยายผลไปใช้กับผู้ป่วยเบาหวานกลุ่มอื่นได้

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารเช้า หลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมง และก่อนอาหารเย็น มีความสัมพันธ์กับค่า HbA1C และสามารถทำนายค่า HbA1C ได้ ขนาดความสัมพันธ์ของ HbA1C กับระดับน้ำตาลที่วัดทั้งสามเวลาที่ศึกษามีขนาดใกล้เคียงกันโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดซึ่งวัดที่เวลาทั้งสามสะท้อนความสามารถในการควบคุม HbA1C ด้วย ดังนั้น นอกจาก

การตรวจระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารแล้ว การตรวจระดับน้ำตาลในเลือดช่วงก่อนอาหารเย็นหรือหลังอาหารกลางวัน 4 ชั่วโมงอาจเป็นทางเลือกสำหรับการประเมินการควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือดในผู้ป่วยเบาหวาน และยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการพิจารณาการรักษาผู้ป่วยและให้บริบาลทางเภสัชกรรมได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพแก่ผู้ป่วยเบาหวานที่มารับบริการที่คลินิกนอกเวลาได้

การศึกษาในอนาคตควรเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมในส่วนของการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 และผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ใช้ยาฉีดอินซูลินเพียงอย่างเดียวหรือร่วมด้วย เพื่อให้ครอบคลุมผู้ป่วยเบาหวานทุกกลุ่มและสามารถขยายผลการวิจัยไปยังกลุ่มประชากรที่กว้างขึ้นได้ และควรมีการควบคุมปัจจัยกวนอื่น ๆ เช่น อาหาร เครื่องดื่ม พฤติกรรมด้านความร่วมมือในการใช้ยา ที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นพ. ประยุทธ์ หมิ่นหน้า (ผู้อำนวยการโรงพยาบาลพนัสนิคม) ที่อนุญาตให้เก็บข้อมูลในการวิจัย ขอขอบคุณกลุ่มงานเภสัชกรรม พยาบาล และเจ้าหน้าที่คลินิกเบาหวาน นักเทคนิคการแพทย์ เจ้าหน้าที่งานเวชระเบียน โรงพยาบาลพนัสนิคม และผู้ป่วยทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือผู้วิจัย ขอขอบคุณบริษัท โรช ไตแอกโนสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนเครื่องตรวจระดับน้ำตาล Accu-Chek® Performa ในการทำวิจัย และการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก “ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต” บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

1. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2016. Diabetes Care. 2016;39(Suppl 1):S1-119.
2. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology. Clinical practice guidelines for developing a diabetes

- mellitus comprehensive care plan. *Endocr Pract.* 2015;21(Suppl 1):S1-87.
3. Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Control and Complications Trial Research Group. New Engl J Med.* 1993; 329: 977-86.
 4. Diabetes Control and Complications Trial Research Group. Effect of intensive diabetes treatment on the development and progression of long-term complications in adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus: Diabetes Control and Complications Trial. *J Pediatr.* 1994;125:177-88.
 5. Nathan DM, Kuenen J, Borg R, Zheng H, Schoenfeld D, Heine RJ, et al. Translating the A1C assay into estimated average glucose values. *Diabetes Care.* 2008;31:1473-8.
 6. Liang CC, Tsan KW, Ma SM, Chow SF, Wu CC. The relationship between fasting glucose and HbA1c among customers of health examination services. *Formos J Endocrin Metab.* 2010;1:1-5.
 7. Bouma M, Dekker JH, de Sonnaville JJ, van der Does FE, de Vries H, Kriegsman DM, et al. How valid is fasting plasma glucose as a parameter of glycemic control in non-insulin-using patients with type 2 diabetes?. *Diabetes Care.* 1999;22:904-7.
 8. Mekvanich N. The relationship between fasting plasma glucose and hemoglobin A1c for creating average plasma glucose chart in diabetes patients of Pranangklaio Hospital. *J Med Tech Assoc Thailand.* 2557;42:4975-89.
 9. Soonthornpun S, Rattarasarn C, Leelawattana R, Setasuban W. Postprandial plasma glucose: a good index of glycemic control in type 2 diabetic patients having near-normal fasting glucose levels. *Diabetes Res Clin Pr.* 1999; 46: 23-7.
 10. Bastyr EJ, 3rd, Stuart CA, Brodows RG, Schwartz S, Graf CJ, Zagar A, et al. Therapy focused on lowering postprandial glucose, not fasting glucose, may be superior for lowering HbA1c. *IOEZ Study Group. Diabetes Care.* 2000;23:1236-41.
 11. Rosediani M, Azidah AK, Mafauzy M. Correlation between fasting plasma glucose, post prandial glucose and glycated haemoglobin and fructose-mine. *Med J Malaysia.* 2006;61:67-71.
 12. van 't Riet E, Alssema M, Rijkkelijkhuizen JM, Kostense PJ, Nijpels G, Dekker JM. Relationship between A1C and glucose levels in the general Dutch population: the new Hoorn study. *Diabetes Care.* 2010;33:61-6.
 13. Saiedullah M, Begum S, Shermin S, Rahman MR, Khan M. Relationship of glycosylated hemoglobin with fasting and postprandial plasma glucose in nondiabetic, pre-diabetic and newly diagnosed diabetic subjects. *Bangladesh Med J.* 2011; 40: 37-8.
 14. Shrestha L, Jha B, Yadav B, Sharma S. Correlation between fasting blood glucose, postprandial blood glucose and glycated hemoglobin in non-insulin treated type 2 diabetic subjects. *STCJ.* 2012;1:18-21.
 15. Vaneet K, Minni V, Brinder C, Amandeep K, Kamaljit S. To study the correlation between glycated hemoglobin and Fasting or random blood sugar levels for the screening of DM. *JARBS.* 2014;6:21-5.
 16. Swetha NK. Comparison of fasting blood glucose & post prandial blood glucose with HbA1c in assessing the glycemic control. *IJHBR.* 2014;2:134-9.
 17. Avignon A, Radauceanu A, Monnier L. Nonfasting plasma glucose is a better marker of diabetic control than fasting plasma glucose in type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 1997;20:1822-6.

18. Kikuchi K, Nezu U, Shirakawa J, Sato K, Togashi Y, Kikuchi T, et al. Correlations of fasting and postprandial blood glucose increments to the overall diurnal hyperglycemic status in type 2 diabetic patients: variations with levels of HbA1c. *Endocr J.* 2010;57:259-66.
19. Pichayapaiboon S. Area under the curve of glucose: an accurate indicator of glucose control in type 2 diabetic patients [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2011.
20. Rohlfing CL, Wiedmeyer HM, Little RR, England JD, Tennill A, Goldstein DE. Defining the relationship between plasma glucose and HbA(1c): analysis of glucose profiles and HbA(1c) in the Diabetes Control and Complications Trial. *Diabetes Care.* 2002;25:275-8.
21. Howell DC. *Statistical methods for psychology.* 8th ed. CA: Wadsworth Cengage Learning; 2013.
22. Bureau of Epidemiology, Department of Disease Control. Annual epidemiology surveillance report 2014 [online]. 2014 [cited May 25, 2016]. Available from: <http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2014/aesr2557/Part%201/ncd/diabetes.pdf>.
23. Diabetes Association of Thailand under The Patronage of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn. The epidemic of diabetes and its impact on Thailand [online]. 2013 [cited June 6, 2015]. Available from: http://www.diabassocthai.org/sites/default/files/briefingbook_38.pdf.
24. Mongkolchaipak T. Factors affecting medication adherence of diabetes patients at Police General Hospital [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2015.
25. Warakornpipat S. Glycemic management using self-monitoring of blood glucose in insulin-treated type 2 diabetes patients with uncontrollable blood glucose level [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2008.
26. Lekphet J. Medication therapy management for type 2 diabetes outpatients by the pharmacist at Nongbua Hospital [dissertation]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2011.
27. Diabetes Association of Thailand under The Patronage of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, The Endocrine Society of Thailand, Department of Medical Services, Nation Health Security Office. Clinical Practice Guideline for Diabetes. Bangkok: Aroonkarpim; 2014.
28. Bays HE, Chapman RH, Grandy S, Group SI. The relationship of body mass index to diabetes mellitus, hypertension and dyslipidaemia: comparison of data from two national surveys. *Int J Clin Pract.* 2007;61:737-47.
29. Chavier-Roper RG, Alick-Ortiz S, Davila-Plaza G, Morales-Quinones AG. The Relationship between diabetes mellitus and body mass index: primary care facility in Puerto Rico. *Bol Asoc Med P R.* 2014;106:17-21.
30. Abdullah A, Peeters A, de Courten M, Stoelwinder J. The magnitude of association between overweight and obesity and the risk of diabetes: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Diabetes Res Clin Pr.* 2010;89:309-19.
31. Poldongnauk S, Rattanachaiwong S, Wichai J, Thonrach T. *Metabolic syndrome.* Khonkaen: Klungnanawittaya; 2015.
32. Bonora E, Calcaterra F, Lombardi S, Bonfante N, Formentini G, Bonadonna RC, et al. Plasma glucose levels throughout the day and HbA1C interrelationships in type 2 diabetes: implications for treatment and monitoring of metabolic control. *Diabetes Care.* 2001;24:2023-9.
33. Fonseca V. Clinical significance of targeting postprandial and fasting hyperglycemia in managing type 2 diabetes mellitus. *Curr Med Res Opin.* 2003;19:635-41.

Correlation Between HbA1C and Four Hours After Lunch and Before Dinner Blood Sugar Levels in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus Treated with Oral Antidiabetic Drugs

Thananan Ketsuwan, Sutathip Pichayapaiboon

Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmaceutical Science, Chulalongkorn University

Abstract

Objective: To determine the relationship between HbA1C and blood sugar levels measured at 8 hours of fasting, 4-hours post lunch and before dinner (pre-dinner) in type 2 diabetes mellitus and derive linear regression equation between HbA1C and these 3 blood sugar levels. **Methods:** The study was prospective research in outpatients receiving cares from the diabetes clinic at Panatnikhom Hospital. Those who met the inclusion criteria were trained to do self-monitoring of blood glucose (SMBG) using Accu-Chek[®] Performa and recorded sugar levels measured at 8 hours of fasting, 4-hours post lunch and pre-dinner. HbA1C levels were measured two months after the start of SMBG. **Results:** There were 88 participants in the study. The correlations between HbA1C and blood glucose levels measured at 8 hours of fasting, 4-hours post lunch and pre-dinner were statistically significant with $r=0.607$, 0.518 and 0.595 , respectively ($P < 0.001$). Equations to predict HbA1C levels from blood sugar levels were 1) $HbA1C = 3.849 + 0.029(\text{fasting blood glucose})$ 2) $HbA1C = 5.296 + 0.017(\text{blood glucose at 4-hr post lunch})$ and 3) $HbA1C = 5.310 + 0.018(\text{blood glucose at pre-dinner})$. **Conclusion:** In addition to fasting blood glucose, blood sugar levels before dinner could be an alternative for evaluating blood glucose control in patients with type 2 diabetes mellitus and for making decision on the provision of treatment and pharmaceutical care to patients with type 2 diabetes attending an after-hours clinic.

Keywords: HbA1C, blood sugar levels, diabetes