

การปรับขนาดยา Insulin ตามปริมาณคาร์โบไฮเดรต

Insulin therapy and Carbohydrate counting

ภญ.ทิพากร กลั่นความดี

รศ.สุณี เลิศสินอุดม*

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้เภสัชกรที่ดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีการใช้อินซูลินมีความรู้ ความเข้าใจเรื่องอินซูลินและสามารถคำนวณขนาดยาอินซูลินตามปริมาณอาหารที่ผู้ป่วยรับประทานได้ ทำให้การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดมีประสิทธิภาพต่อไป

1. บทนำ

โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus) เป็นปัญหาสาธารณสุขที่คุกคามสุขภาพคนไทยเพิ่มสูงขึ้นทุกปี จากข้อมูลความชุกของโรคเบาหวานในประชากรอายุตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป พบผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 6.9 ใน พ.ศ. 2552 เป็นร้อยละ 8.9 ใน พ.ศ. 2557 และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ปัจจุบันประเทศไทย มีผู้เป็นเบาหวานไม่น้อยกว่า 4 ล้านคน โดยพบบ่อยในประชากรวัย 30 ถึง 60 ปี คิดเป็นมากกว่าร้อยละ 5 และหากนับเฉพาะประชากรในชุมชนเมืองอาจมีความชุกถึงร้อยละ 10 หากเป็นโรคเบาหวานและไม่ได้รับการดูแลรักษาที่ถูกต้อง จะก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อน ได้แก่ จอตาผิดปกติจากโรคเบาหวาน โรคไตเรื้อรัง โรคหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง และภาวะแทรกซ้อนที่เท้าและขา ส่งผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิต ภาวะเศรษฐกิจของผู้ป่วย ครอบครัว และประเทศได้¹

ชนิดของโรคเบาหวาน²⁻⁵ ตามสาเหตุของการเกิดโรค แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. โรคเบาหวานชนิดที่ 1 (type 1 diabetes mellitus; T1DM) เป็นโรคเบาหวานชนิดพึ่งอินซูลิน ที่ผู้ป่วยต้องการอินซูลินเพื่อควบคุมระดับน้ำตาล ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในผู้ที่มีอายุน้อย (มักต่ำกว่า 30 ปี) อาการเกิดขึ้นรวดเร็วและมักรุนแรง ถ้าผู้ป่วยไม่ได้รับการฉีดอินซูลิน จะเกิดภาวะ ketoacidosis ได้ง่าย เบาหวานชนิดนี้มีการทำลายที่เซลล์เบต้าของตับอ่อน ทำให้ไม่สามารถสร้างฮอร์โมนอินซูลินได้
2. โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (type 2 diabetes mellitus; T2DM) เป็นโรคเบาหวานชนิดไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ผู้ป่วยมักมีอาการเกิดขึ้นอย่างช้าๆ สามารถรักษาได้โดยการควบคุมอาหารอย่างเดียว หรือร่วมกับการรับประทานยา ในระยะหลังของโรคอาจต้องใช้อินซูลินเพื่อการควบคุมระดับน้ำตาล ส่วนใหญ่มักพบในผู้ที่มีอายุเกิน 40 ปี และอ้วน
3. โรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (gestational diabetes mellitus; GDM) เกิดจากการที่มีภาวะดื้อต่ออินซูลินมากขึ้นในระหว่างตั้งครรภ์ จากปัจจัยจากรก หรือ อื่นๆ และตับอ่อนของมารดาไม่สามารถผลิตอินซูลินให้เพียงพอกับความต้องการได้ โดยหลังคลอดผู้ป่วยอาจจะกลับมาปกติ หรือเป็น

โรคเบาหวานตลอดไป ซึ่งตามแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน พ.ศ.2560 แนะนำให้ใช้อินซูลินเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดร่วมกับยาลดระดับน้ำตาลชนิดรับประทาน

4. โรคเบาหวานที่มีสาเหตุจำเพาะ (specific types of diabetes due to other causes) เป็นโรคเบาหวานที่มีสาเหตุชัดเจน ได้แก่ โรคเบาหวานที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม เช่น MODY (Maturity-Onset Diabetes of the Young) โรคเบาหวานที่เกิดจากโรคของตับอ่อน จากความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ จากยา จากการติดเชื้อ จากปฏิกิริยาภูมิคุ้มกัน หรือโรคเบาหวานที่พบร่วมกับกลุ่มอาการต่างๆ ผู้ป่วยจะมีลักษณะจำเพาะของโรคหรือกลุ่มอาการนั้นๆ

อินซูลิน (Insulin)

อินซูลินเป็นฮอร์โมนที่สร้างและหลั่งจากเซลล์เบต้าของตับอ่อน ฮอร์โมนนี้มีผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์หรือเนื้อเยื่อที่เป็น Insulin-sensitive tissues เช่น เซลล์กล้ามเนื้อลายและเซลล์ไขมัน อินซูลินยังกระตุ้นกระบวนการสร้างไกลโคเจน (glycogenesis) ของเซลล์ตับและกล้ามเนื้อ รวมทั้งยับยั้งกระบวนการสลายไกลโคเจน (glycogenolysis) และกระบวนการสร้างกลูโคสขึ้นใหม่ (gluconeogenesis) อีกด้วย ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง⁶

ชนิดของอินซูลิน⁶⁻⁷ แบ่งตามระยะเวลาในการออกฤทธิ์ ได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Rapid-acting insulin เป็นอนุพันธ์ของอินซูลิน (insulin analog) ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลง amino acid บางตัวบนสายอินซูลิน ได้แก่ insulin lispro และ insulin aspart อินซูลินประเภทนี้เริ่มออกฤทธิ์ภายใน 15-30 นาที ยาสามารถฉีดก่อนหรือหลังอาหารได้ไม่เกิน 15 นาที หลังฉีดเข้าได้ผิวหนังออกฤทธิ์สูงสุดที่ 30-90 นาที และฤทธิ์คงอยู่นาน 3-5 ชั่วโมง และสามารถให้อินซูลินเหล่านี้น้ำทางหลอดเลือดดำได้ โดย Rapid-acting insulin มีข้อดี คือ สามารถลดระดับ HbA1C เทียบเท่ากับ regular insulin แต่สามารถลดภาวะ early postprandial hyperglycemia และ late postprandial hypoglycemia ได้อีกด้วย
2. Short-acting insulin ได้แก่ regular insulin เป็นอินซูลินชนิดใสที่เริ่มออกฤทธิ์ภายใน 30-60 นาที ออกฤทธิ์สูงสุดที่ 1-2 ชั่วโมง และออกฤทธิ์ได้นาน 5-8 ชั่วโมง จึงแนะนำให้ฉีดก่อนรับประทานอาหารประมาณครึ่งชั่วโมง อินซูลินชนิดนี้สามารถให้ทางหลอดเลือดดำได้
3. Intermediate-acting insulin เป็นอินซูลินที่มีลักษณะขุ่นและไม่สามารถฉีดเข้าหลอดเลือดดำ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ
 - 3.1 NPH (Neutral Protamine Hagedorn หรือ Isophane insulin) ใช้ protamine เป็นสารที่ทำให้อินซูลินออกฤทธิ์นานขึ้น อินซูลินชนิดนี้ออกฤทธิ์ภายใน 2-4 ชั่วโมงหลังฉีดเข้าได้ผิวหนัง ออกฤทธิ์สูงสุดที่ 6-10 ชั่วโมง และออกฤทธิ์ได้นาน 10-16 ชั่วโมง

3.2 Lente insulin ใช้สังกะสี (Zinc) เป็นสารที่ทำให้อินซูลินออกฤทธิ์นานขึ้น ระยะเวลาของการออกฤทธิ์ช้ากว่า NPH insulin เล็กน้อย โดยเริ่มออกฤทธิ์ภายใน 3-4 ชั่วโมงหลังฉีดเข้าใต้ผิวหนัง ออกฤทธิ์สูงสุดที่ 6-12 ชั่วโมง และออกฤทธิ์ได้นาน 12-18 ชั่วโมง

4. Long-acting insulin ได้แก่ ultralente insulin ที่เริ่มออกฤทธิ์ภายใน 6-10 ชั่วโมงหลังฉีดเข้าใต้ผิวหนัง ออกฤทธิ์สูงสุดที่ 10-16 ชั่วโมง และออกฤทธิ์ได้นาน 18-20 ชั่วโมง และอนุพันธ์ของอินซูลินอีกชนิดหนึ่ง คือ insulin glargine และ insulin detemir ที่สามารถออกฤทธิ์ได้ยาวนานถึง 20-24 ชั่วโมง ล่าสุด insulin degludec ที่ออกฤทธิ์ได้ยาว 36-42 ชั่วโมง โดยไม่มีจุดออกฤทธิ์สูงสุด (peak) ของอินซูลิน

นอกจากนี้ยังมีอินซูลินที่ผสมมาก่อนแล้วจากผู้ผลิตในสัดส่วนต่างๆกัน (premixed insulin) หรือนำมาผสมเองในหลอดฉีดอินซูลินก่อนฉีดก็ได้ เช่น regular insulin กับ NPH insulin, lispro กับ neutral protamine lispro (NPL) และ aspart กับ neutral protamine aspart ลักษณะเด่นของ premixed analogue คือเกิดอุบัติการณ์ของการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ โดยเฉพาะ nocturnal hypoglycemia ต่ำกว่า โดยที่ลด HbA1C ได้ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ premixed human insulin

ตารางที่ 1 ชนิดของอินซูลิน (แบ่งตามระยะเวลาการออกฤทธิ์)⁷

ชนิดของอินซูลิน (Preparation)	ชื่อการค้า (Trade Name)	เวลาในการออกฤทธิ์ (Timing of Action)			ข้อกำหนดการใช้อินซูลิน (Regimen)
		ระยะเวลาเริ่มออกฤทธิ์ (Onset)	จุดสูงสุด (Peak)	ระยะเวลาออกฤทธิ์ (Duration)	
Rapid-acting - Lispro - Aspart	Humalog Novorapid	15-30 นาที	30-90 นาที	3-5 ชั่วโมง	5-15 นาทีก่อนอาหาร
Short acting - Regular	Humulin R Actrapid HM	30-60 นาที	1-2 ชั่วโมง	5-8 ชั่วโมง	30 นาทีก่อนอาหาร
Intermediate acting - NPH	Humulin Insulatard	2-4 ชั่วโมง	6-10 ชั่วโมง	10-16 ชั่วโมง	30 นาทีก่อนอาหาร

- Lente	Monotard	3-4 ชั่วโมง	6-12 ชั่วโมง	12-18 ชั่วโมง	
Long acting - Glargine - Detemir - Degludec	Lantus Levemir Tresiba	1-2 ชั่วโมง	Less peak	24 ชั่วโมง 20-22 ชั่วโมง 36-42 ชั่วโมง	ก่อนอาหารเช้าหรือก่อนนอน
Pre-mixed insulin - 70%NPH / 30%RI - 75%Protaminated Lispro / 25% Lispro - 70%Protaminated aspart / 30% aspart	Humulin70/30 Mixtard70/30 Humalog mix 25 Novomix 30	30-60 นาที 15-30 นาที 15-30 นาที	Dual	10-16 ชั่วโมง 10-16 ชั่วโมง 10-16 ชั่วโมง	30 นาทีก่อนอาหาร 5-15 นาทีก่อนอาหาร 5-15 นาทีก่อนอาหาร

รูปแบบและชนิดของการฉีดยาอินซูลิน^๑

การฉีดยาอินซูลินในผู้ป่วยเบาหวานขึ้นกับชนิดของโรค ระยะของโรคและความสามารถในการควบคุม น้ำตาล

1. การฉีดยาอินซูลินวันละ 1 ครั้ง

ส่วนใหญ่ร่วมกับยาชนิดรับประทานด้วย อาจจะเป็น metformin อย่างเดียวหรือ metformin ร่วมกับยากลุ่ม sulfonylurea ชนิดของอินซูลินที่ใ้หมักเป็น basal insulin อาจจะเป็น NPH ก่อนนอน หรือ long acting insulin analog เช่น glargine หรือ detemir วันละ 1 ครั้ง หรือ premixed insulin หรือ premixed insulin analog ก่อนอาหารเช้า

2. การฉีดยาอินซูลินวันละ 2 ครั้ง

อาจให้อินซูลินแบบ premixed insulin หรือ premixed insulin analog หรือผสมอินซูลินชนิด RI+NPH ฉีดวันละ 2 ครั้ง หรือฉีด basal insulin อาจเป็น NPH ก่อนนอน หรือ long acting insulin analog วันละ 1 ครั้ง ร่วมกับ RI หรือ rapid acting insulin analog ก่อนอาหารมื้อหลัก

3. การฉีดยาอินซูลินวันละ 3 ครั้ง

อาจให้อินซูลินแบบ premixed insulin analog ฉีดวันละ 3 ครั้งก่อนอาหารแต่ละมื้อ หรือ premixed insulin ก่อนอาหารเช้าเพื่อควบคุมน้ำตาลในมื้ออาหารเช้า ฉีด short acting insulin ก่อนอาหารเย็น และ NPH ก่อนนอน หรือฉีด basal insulin 1 เข็ม และฉีด short acting หรือ rapid acting insulin analog ก่อนมื้ออาหารมื้อหลัก 2 มื้อ

4. การฉีดยาอินซูลินวันละ 4 ครั้ง

เป็นการฉีดยาอินซูลินที่เลียนแบบการออกฤทธิ์ของอินซูลินมากที่สุด โดยฉีด basal insulin อาจเป็น NPH ก่อนนอน หรือ long acting insulin analog วันละ 1 ครั้ง ร่วมกับ short acting insulin หรือ rapid insulin analog ก่อนอาหาร 3 มื้อ

ตารางที่ 2 รูปแบบและชนิดของการฉีดยาอินซูลิน⁸

จำนวนครั้ง	อาหารเช้า	อาหารกลางวัน	อาหารเย็น	ก่อนนอน	ยารับประทาน
1 ครั้ง				NPH	Metformin ± SU
	Glargine หรือ Detemir วันละ 1 ครั้ง				
			Premix หรือ Premix analog		
2 ครั้ง	Premix หรือ Premix analog		Premix หรือ Premix analog		± Metformin
	Glargine หรือ Detemir วันละ 1 ครั้ง หรือ NPH ก่อนนอน + RI หรือ rapid acting insulin ก่อนมื้ออาหารหลัก				
3 ครั้ง	Premix analog	Premix analog	Premix analog		± Metformin
	Premix หรือ Premix analog		RI หรือ rapid acting insulin	NPH	
	Glargine หรือ Detemir วันละ 1 ครั้ง หรือ NPH ก่อนนอน + RI หรือ rapid acting insulin ก่อนมื้ออาหาร 2 มื้อ				
4 ครั้ง	RI หรือ rapid acting insulin	RI หรือ rapid acting insulin	RI หรือ rapid acting insulin	Glargine หรือ Detemir วันละ 1 ครั้ง หรือ NPH ก่อนนอน	± Metformin

2. การคำนวณขนาดยา Insulin ตามปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารหลักที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดหลังรับประทานอาหาร แต่เดิมขนาดยาอินซูลินสำหรับผู้ป่วยเบาหวานจะเป็นแบบขนาดยาคงที่ (fixed dose) ที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย โดยผู้ป่วยจะต้องมีการควบคุมปริมาณอาหาร จำกัดอาหารให้มีความเหมาะสมกับขนาดยาอินซูลินที่ผู้ป่วยได้รับ เพื่อให้อินซูลินสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยได้เหมาะสม และเป็นการป้องกันการเกิดภาวะน้ำตาลต่ำ (hypoglycemia) เนื่องจากหากผู้ป่วยเกิดภาวะน้ำตาลต่ำอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตเฉียบพลันได้ หรือในกรณีที่ผู้ป่วยเกิดภาวะน้ำตาลต่ำรุนแรงเป็นเวลานานหรือเกิดซ้ำๆ อาจจะทำให้เกิดความผิดปกติทางสมองถาวรได้⁸ แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำแนวคิดเรื่องการปรับขนาดยาอินซูลินตามปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ผู้ป่วยรับประทาน เพื่อให้ผู้ป่วยได้มีอิสระในการเลือกรับประทานอาหารได้หลากหลายมากขึ้น และยังเป็นการลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำตาลต่ำได้อีกด้วย โดยที่ผู้ป่วยโรคเบาหวานจะต้องทราบถึงสัดส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่รับประทานในแต่ละมื้อ เพื่อให้สอดคล้องกับยาฉีดอินซูลินในมือนั้น^{9,10}

การคำนวณขนาดยา Insulin ตามคาร์โบไฮเดรต มีสิ่งที่ต้องคำนวณดังนี้¹¹

1. **Total daily insulin requirement (TDI)** คือ ปริมาณอินซูลินทั้งหมดที่ผู้ป่วยต้องการใน 1 วัน

ช่วงอายุ	Total daily insulin requirement (TDI)
เด็กเล็ก (toddler age; อายุ 1-5 ปี)	0.4-0.6 ยูนิต/กิโลกรัม/วัน
เด็กก่อนวัยรุ่น (pre-pubertal age: อายุ 6-12 ปี)	0.7-1.0 ยูนิต/กิโลกรัม/วัน
เด็กวัยรุ่น (pubertal age; อายุ 13-18 ปี)	1.0-2.0 ยูนิต/กิโลกรัม/วัน
ผู้ใหญ่ (adult; อายุ 18 ปีขึ้นไป)	0.4-0.6 ยูนิต/กิโลกรัม/วัน

2. **Basal insulin dose** คือ ปริมาณอินซูลิน basal ที่ผู้ป่วยต้องการ

“Basal insulin dose = 50% of Total daily insulin requirement”

3. **Carbohydrate coverage ratio (CHO:Insulin ratio)** คือ อาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรต (กรัม) ที่จะถูกจัดการโดยอินซูลิน 1 ยูนิต

“Carbohydrate coverage ratio (CHO:Insulin ratio) = (450 or 500)/Total daily insulin requirement”

(หมายเหตุ: 450 สำหรับ short acting insulin, 500 สำหรับ rapid acting insulin/Insulin pump)

4. **Correction factor หรือ The high blood sugar correction factor** คือ ระดับน้ำตาลในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ที่จะลดลง เมื่อใช้อินซูลิน 1 ยูนิต

“Correction factor = (1500 or 1800)/Total daily insulin requirement”

(หมายเหตุ: 1500 สำหรับ short acting insulin, 1800 สำหรับ rapid acting insulin)

5. Carbohydrate coverage at meal คือ ขนาดยาอินซูลิน (ยูนิต) ที่ครอบคลุมปริมาณคาร์โบไฮเดรตของมื้ออาหาร

“CHO insulin dose = Total of CHO in the meal /Carbohydrate coverage ratio”

6. High blood sugar correction dose คือ ขนาดยาอินซูลิน (ยูนิต) ที่ต้องการเพิ่ม เพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดส่วนเกินให้ได้ตามเป้าหมาย

“High blood sugar correction dose = [Actual blood sugar – Target blood sugar] /Correction factor”

7. Total mealtime dose คือ ขนาดยาอินซูลิน (ยูนิต) ทั้งหมดที่ผู้ป่วยต้องการในแต่ละรอบมื้ออาหาร

“Total mealtime dose = CHO insulin dose + High blood sugar correction dose”

3. การนับปริมาณคาร์โบไฮเดรต

การคำนวณขนาดยาอินซูลินตามปริมาณคาร์โบไฮเดรต ผู้ป่วยโรคเบาหวานจะต้องทราบถึงสัดส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่รับประทานในแต่ละมื้อ

สิ่งที่ต้องทราบก่อนเมื่อต้องนับปริมาณคาร์โบไฮเดรต⁹⁻¹⁰ มีดังนี้

- ☑ ประเภทของอาหารที่ต้องนับปริมาณคาร์โบไฮเดรต
- ☑ ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตในอาหารแต่ละประเภท
- ☑ อ่านฉลากโภชนาการบนบรรจุภัณฑ์ของอาหาร
- ☑ การใช้อุปกรณ์ชั่งตวง (ถ้วยตวง, ช้อนตวง, แท่งพี หรือเครื่องชั่ง) ที่จะช่วยในการวัดปริมาณ

การนับคาร์โบไฮเดรต⁹ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- แบบที่ 1 การนับคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนหรือคาร์บ

วิธีการนับคาร์โบไฮเดรตแบบส่วนหรือคาร์บเป็นวิธีที่สะดวกและเข้าใจง่าย เหมาะกับผู้ที่เริ่มเป็นโรคเบาหวาน และคำนวณปริมาณยาอินซูลินที่ฉีดเป็นยูนิตตามจำนวนส่วนของคาร์โบไฮเดรตได้ โดยอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรต 1 ส่วน หรือ 1 คาร์บ จะมีคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 15 กรัมโดยเฉลี่ย

ตัวอย่าง

ข้าวแบ่ง 1 ส่วน → ปริมาณ 1 แท่งพี

นมจืด 1 ส่วน → ปริมาณ 1 แก้ว/กล่อง (240 มิลลิลิตร)

ผลไม้ 1 ส่วน → ปริมาณตามความหวานของผลไม้แต่ละชนิด

- แบบที่ 2 การนับคาร์โบไฮเดรตเป็นกรัม

วิธีการนับคาร์โบไฮเดรตเป็นกรัมเป็นวิธีที่ทำให้สามารถปรับอินซูลินได้ชัดเจนมากขึ้นตามปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่รับประทาน ทำให้ควบคุมระดับน้ำตาลได้ดีขึ้น เพราะวิธีนี้ค่อนข้างมีความละเอียดในการคำนวณ

ตัวอย่าง ข้าวแบ่ง 1 ส่วน (1 ทัพพี) → มีคาร์โบไฮเดรต 18 กรัม
 นมจืด 1 ส่วน (240 มิลลิลิตร) → มีคาร์โบไฮเดรต 12 กรัม
 ผลไม้ 1 ส่วน → มีคาร์โบไฮเดรต 15 กรัม

ตัวอย่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหาร⁹

➤ หมวดข้าวแบ่งและผลิตภัณฑ์ (แสดงปริมาณ 1 คาร์บ: มีคาร์โบไฮเดรต 18 กรัม)

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณต่อ 1 คาร์บ	
			ทัพพี	ถ้วยตวง
1	ข้าวสวย, ข้าวกล้อง	55	1	1/3
2	ข้าวเหนียว	35	1/2	1/4
3	ข้าวต้ม	150-170	2	3/4
4	บะหมี่ (สุก)	40-50	1	1/3
5	เส้นหมี่ขาว (ลวก)	70	1	1/2
6	ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก (ลวก)	70	1	1/2
7	เส้นใหญ่ (ลวก)	60-70	1	1/2
8	ขนมจีน	75	1 จีบใหญ่	1/2
9	วุ้นเส้น (ลวก)	80	1	1/2
10	มักกะโรนี	70	1	1/2
11	โจ๊ก	135	2	1/2
12	ขนมปังแผ่น	25	1 แผ่น	-
13	เส้นก๋วยจั๊บ (สุก)	90	1	1/2

➤ หมวดผลไม้ (แสดงปริมาณ 1 คาร์บ; มีคาร์โบไฮเดรต 15 กรัม)

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ/ขนาด	น้ำหนัก (กรัม) ต่อ 1 คาร์บ
1	กล้วยน้ำว้า/กล้วยไข่	1 ผล	45
2	กล้วยหอม	1/2 ผล ขนาด 9 นิ้ว	50
3	แก้วมังกร	1/2 ผลกลาง	120
4	แตงโม	9-10 ชิ้นคำ (2 ถ้วยตวง)	285
5	ทุเรียนหมอนทอง	1/2 เม็ดกลาง	50

6	มะม่วงเขียวเสวยดิบ	½ ผลกลาง	135
7	มะม่วงน้ำดอกไม้สุก	½ ผลกลาง	80
8	มะละกอแขกดำสุก	8 ชิ้นคำ	115
9	มังคุด	4 ผล	75
10	ลำไยกะโหลก	6 ผล	80
11	ส้มเขียวหวาน	2 ผลกลาง	160
12	สับปะรดศรีราชา	8 ชิ้นคำ	125
13	แอปเปิ้ลแดง (ฟูจิ)	1 ผลเล็ก	100

➤ **หมวดนมและผลิตภัณฑ์ (แสดงปริมาณ 1 คาร์บ; มีคาร์โบไฮเดรต 12 กรัม)**

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	น้ำหนักต่อ	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต	
				กรัม	คาร์บ
1	นมสดจืดไขมันเต็มส่วน (นมสดรสจืด)	1 แก้ว	240 มล.	12	1
2	นมสดจืดพร่องมันเนย	1 แก้ว	240 มล.	12	1
3	นมสดจืดขาดมันเนย	1 แก้ว	240 มล.	12	1
4	โยเกิร์ตไขมันต่ำ (รสธรรมชาติ)	1 ถ้วยเล็ก	110 มล หรือ กรัม ?	13	1

➤ **หมวดเบเกอรี่ (Bakery)**

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ/น้ำหนัก	ขนาด	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต	
				กรัม	คาร์บ
1	ขนมปังกรอบทาเนยโรยน้ำตาล	3 ชิ้น (30 กรัม)	9.5x5x0.8 ซม.	16	1
2	ขนมปังเนยสด	1 ชิ้น (50 กรัม)	-	25	1.5
3	คุกกี้เนย	3 ชิ้น (15 กรัม)	4x4x0.4 ซม.	10	0.5
4	เค้กกล้วยหอม (ชิ้นสี่เหลี่ยม)	1 ชิ้น (80 กรัม)	5x8x4 ซม.	38	2.5
5	เค้กเนย	1 ชิ้น (40 กรัม)	5.5x5x3.5 ซม.	18	1
6	เค้กโรลรสกาแฟ	1 ชิ้น (60 กรัม)	9x4.8x3.5 ซม.	24	1.5
7	ซาลาเปาไส้ครีม (เล็ก)	1 ลูก (30 กรัม)	Ø 5.5x2.8 ซม.	10	0.5
8	ซาลาเปาไส้ครีม (กลาง)	1 ลูก (80 กรัม)	Ø 6.5x3.8 ซม.	26	2
9	ซาลาเปาไส้ครีม (ใหญ่)	1 ลูก (125 กรัม)	Ø 8.8x4.2 ซม.	42	3
10	ซาลาเปาไส้หมูสับ (กลาง)	1 ลูก (55 กรัม)	Ø 7.5x4.5 ซม.	20	1
11	ซาลาเปาไส้หมูสับ (ใหญ่)	1 ลูก (80 กรัม)	Ø 8.8x4.2 ซม.	29	2
12	ทาร์ตไข่	1 ชิ้น (50 กรัม)	-	18	1

13	บรวนี่	1 ชิ้น	2x2 นิ้ว	39	2.5
----	--------	--------	----------	----	-----

➤ หมวดขนมหวาน

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ/ขนาด	น้ำหนัก	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต	
				กรัม	คาร์บ
1	กล้วยแขก	1 ชิ้น (3.2x8.6x0.5 ซม.)	20	15	1
2	ขนมครก	1 คู่	30	15	1
3	ขนมชั้น	1 ชิ้น (3.6x4.5x3 ซม.)	-	26	2
4	ขนมทองหยอด	3 ลูก	27	15	1
5	ขนมฝอยทอง	1 แพ	30	12	1
6	ขนมปากหม้อ	4 ชิ้น	48	16	1
7	ขนมลอดช่องน้ำกะทิ	½ ถ้วยตวง	100	24	1.5
8	ขนมลูกชุบ	4 ชิ้น (3x1.5x1.5 ซม.)	35	16	1
9	ข้าวต้มมัดไส้กล้วย	1 กลีบ (10x5x2 ซม.)	70	31	2
10	ทองม้วน	1 ชิ้นกลม (13x1 ซม.)	7	6	0.5
11	ปาต่องโก๋	1 คู่ (6.5x4 ซม.)	20	9	0.5
12	วุ้นกะทิใบเตย	1 ชิ้น (3.8x5x3 ซม.)	75	16	1
13	สังขยาไข่	1 ชิ้น (3x3x3 ซม.)	45	11	1
14	ไอศกรีมกะทิ	1 ลูกใหญ่ (Ø 5 ซม.)	65	15	1

การนับปริมาณคาร์โบไฮเดรตบนฉลากโภชนาการอาหาร¹⁰

ข้อมูลโภชนาการ			
หนึ่งหน่วยบริโภค: 1 ถ้วย (30 กรัม) จำนวนหน่วยบริโภคต่อกล่อง: 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 100 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 5 กิโลแคลอรี)			
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำให้บริโภควัน*	
ไขมันทั้งหมด	0.5 ก.		1 %
ไขมันอิ่มตัว	0 ก.		0 %
โคเลสเตอรอล	20 มก.		7 %
โปรตีน	4 ก.		8 %
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	20 ก.		7 %
ใยอาหาร	0 ก.		0 %
น้ำตาล	2 ก.		0 %
โซเดียม	840 มก.		35 %
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำให้บริโภควัน*	
วิตามินเอ	0 %	วิตามินบี 1	0 %
วิตามินบี 2	0 %	แคลเซียม	2 %
เหล็ก	62 %		
*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้			
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า		65 ก.
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า		20 ก.
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า		300 มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด			300 ก.
ใยอาหาร			25 ก.
โซเดียม	น้อยกว่า		2,400 มก.
พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 ; โปรตีน = 4 ; คาร์โบไฮเดรต = 4			

การอ่านข้อมูลโภชนาการที่แสดงในฉลากอาหารจะช่วยให้เลือกคาร์โบไฮเดรตได้ถูกชนิดและปริมาณ การอ่านข้อมูลโภชนาการ สิ่งแรกที่จะต้องพิจารณาถึงจำนวนหน่วยบริโภคของอาหาร ในกรณีนี้ 1 หน่วยบริโภคมี 1 ถ้วย (30 กรัม) หมายความว่า ถ้ารับประทานอาหารชนิดนี้ทั้งหมด 1 ถ้วย (30 กรัม) จะได้รับสารอาหารเท่ากับที่บ่งชี้ไว้ในฉลาก ลำดับต่อมาที่จะต้องคำนึงถึงจากข้อมูลโภชนาการอาหาร คือ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (กรัม) ซึ่งจะรวมปริมาณน้ำตาล ใยอาหาร และน้ำตาลแอลกอฮอล์ ซึ่งการคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยถ้านับกรัมสามารถใช้ตัวเลขปริมาณคาร์โบไฮเดรตในฉลากได้เลย หากนับปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นคาร์บ ให้นำจำนวนกรัม หารด้วย 15 เช่น จากข้อมูลโภชนาการที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 20 กรัม จะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตคิดเป็น $20 \div 15 = 1.33$ คาร์บ

4. ตัวอย่างการคำนวณขนาดยา Insulin ตามปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ตัวอย่าง ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 มีอายุ 23 ปี น้ำหนัก 50 kg ได้รับยา Novorapid สำหรับฉีดก่อนมื้ออาหาร 3 เวลา และยา Levemir สำหรับฉีดก่อนนอน

ในตอนนี้อายุ 11.40 น. เจาะวัดระดับน้ำตาล DTX ก่อนอาหาร ได้ 289 มิลลิกรัม/เดซิลิตร แต่ผู้ป่วยมี target blood sugar เท่ากับ 100 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตอนเที่ยงนี้ผู้ป่วยวางแผนจะรับประทานขนมเค้ก 1 จาน กล้วยแขก 1 ชิ้น และแอปเปิ้ล ½ ผล ต้องการทราบว่า

- 1.ผู้ป่วยรายนี้ควรได้รับ Total daily insulin requirement (TDI) เท่าไร
2. ผู้ป่วยรายนี้ควรได้รับ Basal insulin ขนาดกี่ยูนิต
3. ในมื้ออาหารนี้ ผู้ป่วยควรได้รับ Total mealtime dose ของ insulin ขนาดกี่ยูนิต

วิธีทำ 1. ผู้ป่วยรายนี้ควรได้รับ Total daily insulin requirement (TDI) เท่าไร

จากโจทย์ ผู้ป่วยมีอายุ 23 ปี เมื่อเทียบช่วงอายุของผู้ป่วย จะพบว่า Total daily insulin requirement ของผู้ป่วยมีค่าเท่ากับ

$$\text{“Total daily insulin requirement (TDI) = 0.4-0.6 ยูนิต/กิโลกรัม/วัน”}$$

ซึ่งผู้ป่วยมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม จะได้ว่า

$$\text{Total daily insulin requirement (TDI) = 0.5} \times 50 \text{ กิโลกรัม} = 25.0 \text{ ยูนิต}$$

ดังนั้น ปริมาณอินซูลินทั้งหมดที่ผู้ป่วยต้องการใน 1 วัน มีค่าเท่ากับ 25.0 ยูนิต

2. ผู้ป่วยรายนี้ควรได้รับ Basal insulin ขนาดกี่ยูนิต

จาก Total daily insulin requirement ของผู้ป่วยรายนี้มีค่าเท่ากับ 25.0 ยูนิต

โดยสูตรเป็นดังนี้ “Basal insulin dose = 50% of Total daily insulin requirement”

จะได้ว่า Basal insulin dose = $(50/100) \times 25.0 = 12.5$ ยูนิต

ดังนั้น ปริมาณ Basal insulin ที่ผู้ป่วยต้องการ มีค่าเท่ากับ 12.5 ยูนิต

3. ในมื้ออาหารนี้ ผู้ป่วยควรได้รับ Total mealtime dose ของ insulin ขนาดกี่ยูนิต

Total mealtime dose ของ insulin คำนวณได้จาก 2 ส่วน ดังนี้

1. น้ำตาลส่วนเกิน
2. ปริมาณอาหารที่จะรับประทาน

1. คำนวณปริมาณอินซูลินจากน้ำตาลส่วนเกิน

สูตร “Correction factor = $(1500 \text{ or } 1800) / \text{Total daily insulin requirement}$ ”

(หมายเหตุ: 1500 สำหรับ short acting insulin, 1800 สำหรับ rapid acting insulin)

จาก Total daily insulin requirement ของผู้ป่วยรายนี้มีค่าเท่ากับ 25.0 ยูนิต และโจทย์ต้องการคำนวณขนาดยา Novorapid ซึ่งเป็น Rapid-acting insulin

$$\begin{aligned} \text{จะได้ว่า} \quad \text{Correction factor} &= 1,800 / \text{Total daily insulin requirement} \\ &= 1800 / 25.0 \\ &= 72 \end{aligned}$$

หมายความว่า “Insulin 1 ยูนิต ลดระดับน้ำตาลส่วนเกินได้ 72 มิลลิกรัม/เดซิลิตร”

สูตร “High blood sugar correction dose = $[\text{Actual blood sugar} - \text{Target blood sugar}] / \text{Correction factor}$ ”

จากโจทย์ “ในตอนนั้นเวลา 11.40 น. เจาะวัดระดับน้ำตาล $\text{DTX}_{\text{ก่อนอาหาร}}$ ได้ 289 มิลลิกรัม/เดซิลิตร แต่ผู้ป่วยมี target blood sugar เท่ากับ 100 มิลลิกรัม/เดซิลิตร”

จะได้ว่า High blood sugar correction dose = [Actual blood sugar – Target blood sugar]

/Correction factor = (289 – 100)/72

= 2.63 ยูนิต

ดังนั้น ขนาดยา insulin ที่จะไปจัดการกับน้ำตาลส่วนเกินของผู้ป่วย คือ 2.63 ยูนิต

2. คำนวณปริมาณอินซูลินจากปริมาณอาหารที่จะรับประทาน

สูตร “Carbohydrate coverage ratio (CHO: Insulin ratio) = 500/Total daily insulin requirement”

(หมายเหตุ: 450 สำหรับ short acting insulin, 500 สำหรับ rapid acting insulin)

จาก Total daily insulin requirement ของผู้ป่วยรายนี้มีค่าเท่ากับ 25.0 ยูนิต และแพทย์ต้องการคำนวณขนาดยา Novorapid ซึ่งเป็น Rapid-acting insulin

จะได้ว่า Carbohydrate coverage ratio (CHO:Insulin ratio) = 500/Total daily insulin requirement

= 500/25.0

= 20 กรัม or 1.3 คาร์บ

(คาร์โบไฮเดรต 15 กรัม เท่ากับ 1 คาร์บ)

หมายความว่า “Insulin 1 unit สามารถจัดการกับคาร์โบไฮเดรตได้ 20 กรัม หรือ 1.3 คาร์บ”

สูตร “CHO insulin dose = Total of CHO in the meal /Carbohydrate coverage ratio”

จากแพทย์ “ในมื้ออาหารนี้ผู้ป่วยวางแผนจะรับประทานบะหมี่เกี๊ยวหมูแดง 1 จาน กล้วยแขก 1 ชิ้น และแอปเปิ้ล ½ ผล” ซึ่งจากหนังสือคู่มือการนับคาร์โบไฮเดรต^๗ได้มีการกำหนดไว้ว่า บะหมี่เกี๊ยวหมูแดง 1 จาน = 3 คาร์บ กล้วยแขก 3 ชิ้น = 3 คาร์บ และแอปเปิ้ล 1 ผลเล็ก (100 กรัม) = 1 คาร์บ นั่นหมายความว่า ในมื้ออาหารนี้ผู้ป่วยรับประทานคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 3+1+0.5 = 4.5 คาร์บ

จะได้ว่า CHO insulin dose = Total of CHO in the meal /Carbohydrate coverage ratio

= 4.5 คาร์บ/1.3 คาร์บ

= 3.46 ยูนิต

ดังนั้น ขนาดยา insulin ที่จะไปจัดการกับคาร์โบไฮเดรตที่ผู้ป่วยรับประทาน คือ 3.46 ยูนิต

จึงได้ว่า Total mealtime dose ของ insulin ของผู้ป่วยรายนี้ มีค่าเท่ากับ 2.63 + 3.46 = 6.09 ยูนิต (~6 ยูนิต)

สรุป

โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่ต้องดูแลรักษาต่อเนื่อง การรักษามีจุดประสงค์และเป้าหมายชัดเจน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคแทรกซ้อน ให้ผู้ป่วยมีสุขภาพดี และมีคุณภาพชีวิตที่ดี การนำหลักการปรับขนาดยาอินซูลินตามปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ผู้ป่วยรับประทานในแต่ละมื้อจะช่วยลดการเกิดภาวะน้ำตาลต่ำ (Hypoglycemia) ในเลือดได้ อีกทั้งยังเป็นการช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยได้อีกทาง แต่อย่างไรก็ตามสูตรการคำนวณที่นำมาใช้เป็นเพียงแนวทางการคำนวณพื้นฐานเท่านั้น ในทางปฏิบัติการปรับขนาดยาอินซูลินของผู้ป่วยนั้น อาจจะต้องมีการคำนึงถึงช่วงอายุ เพศ insulin sensitivity และความต้องการพลังงานอาหารของผู้ป่วยร่วมด้วย ซึ่งจะต้องพิจารณาผู้ป่วยเป็นรายบุคคลไป

เอกสารอ้างอิง

1. สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน 2560 (Clinical Practice Guideline for Diabetes 2017).
2. สารัช สุนทรโยธิน, ธิติ สนับบุญ, กลไกการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ใน: สารัช สุนทรโยธิน, ปณิณัฐ บุรณะทรัพย์ขจร บรรณาธิการ. ตำราโรคเบาหวาน 2554. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 26-38.
3. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care 2014 ; 37 (Suppl 1) : S81-S90.
4. American Diabetes Association. Classification and Diagnosis of Diabetes. Diabetes Care 2017; 40 (Suppl 1): S11-S24.
5. ไพบุลย์ สุริยะวงศ์ไพศาล. แนวทางมาตรฐานการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน. 2539
6. สมาคมต่อมไร้ท่อแห่งประเทศไทย. ตำราโรคเบาหวาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์. 2546
7. การใช้อินซูลินในผู้ป่วยเบาหวาน. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2560]. แหล่งที่มา <http://med.mahidol.ac.th/med/sites/default/files/public/pdf/medicinebook1/insulin.pdf>
8. วีระศักดิ์ ศรีนนภากร, ชัยชาญ ดีโรจนวงศ์ และทองคำ สุนทรเทพวรากล. ตำราอินซูลิน (Insulin). กรุงเทพฯ: กรุงเทพเวชสาร. 2555
9. สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. คู่มือการนับคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate counting manual).

10. สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. รู้จักคาร์บ รู้จักนับ ปรับสมดุล ควบคุมเบาหวาน.
11. มานิตย์ วัชรชัยนันท์. สูตรคำนวณหาปริมาณอินซูลิน (Calculating Insulin Dose) 2. [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2560]. แหล่งที่มา
<http://vatchainan2.blogspot.com/2013/04/calculating-insulin-dose-2.html>