

การดูแลสุขภาพของผู้เป็นโรคเบาหวานเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน

วัชรินทร์ วงษาหล้า, พย.ม.^{1*}

มโนไท วงษาหล้า, พย.ม.¹

(วันที่ส่งบทความ: 2 พฤษภาคม 2565; วันที่แก้ไข: 27 มิถุนายน 2565; วันที่ตอบรับ: 15 กรกฎาคม 2565)

บทคัดย่อ

โรคเบาหวานและโรคกระดูกพรุนมีความสัมพันธ์กับอายุและวิถีการดำเนินชีวิต และความชุกของการเกิดโรคทั้งสองในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น โรคเบาหวานก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนทางร่างกายได้หลายระบบ รวมทั้งสุขภาพกระดูก คือ สามารถเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคกระดูกพรุนได้ โดยผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1 มีความเสี่ยงสูงต่อการมีมวลกระดูกน้อยกว่าปกติร่วมกับมีความแข็งแรงของกระดูกลดลง ส่วนการศึกษาผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในปัจจุบันยังไม่สามารถระบุผลกระทบของโรคเบาหวานต่อมวลกระดูกได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามมีการศึกษาพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นมีผลทำให้ความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกระดูกลดลง ดังนั้นผู้เป็นโรคเบาหวานจึงมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคกระดูกพรุนมากกว่าบุคคลทั่วไป บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลกระทบของโรคเบาหวานที่มีต่อปริมาณมวลกระดูกและคุณภาพของกระดูก และการดูแลสุขภาพของผู้เป็นโรคเบาหวานซึ่งประกอบด้วย การส่งเสริมการสร้างและรักษามวลกระดูก การออกกำลังกาย และการเฝ้าระวังภาวะกระดูกบางหรือโรคกระดูกพรุน ความรู้ดังกล่าวอาจส่งผลให้ผู้ให้บริการด้านสุขภาพเห็นความสำคัญของการดูแลสุขภาพกระดูกในผู้เป็นเบาหวานมากขึ้น

คำสำคัญ: โรคกระดูกพรุน, โรคเบาหวาน, การดูแล

¹ พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ, วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครราชสีมา, คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข

* ผู้ประพันธ์บทความ: วัชรินทร์ วงษาหล้า, อีเมล: vacharin@knc.ac.th

Health Practices of People with Diabetics to Reduce the Risk of Osteoporosis

Vacharin Wongsala, M.N.S.^{1*}

Manothai Wongsala, M.N.S.¹

(Received: May 2nd, 2022; Revised: June 27th, 2022; Accepted: July 15th, 2022)

Abstract

Diabetes and osteoporosis are related to age and lifestyle and the trend of their prevalence is increasing in Thailand. Diabetes causes several physical complications, including bone health issues, which increase the risk of osteoporosis. People with type 1 diabetes are at a higher risk of having less bone mass and decreased bone strength. Current studies have not clearly determined effects of diabetes on bone mass in people with type 2 diabetes. However, it has been found that increased blood sugar can impair bone strength and flexibility. Therefore, people with diabetes are at a greater risk of developing osteoporosis than those without diabetes. The aims of this article were to present the impacts of diabetes on bone mass and bone quality and information on health care for diabetics related to promote the formation and maintenance of bone mass, exercise, and surveillance for the onset of osteopenia and osteoporosis. This knowledge may benefit health providers and patients by increasing concern about the importance of bone health practices among people with diabetes.

Keywords: osteoporosis, diabetes mellitus, health practice

¹ Registered Nurse, Senior Professional Level, Borommarajonani College of Nursing, Nakhon Ratchasima, Faculty of Nursing, Praboromarajchanok Institute, Ministry of Public Health

* Corresponding author: Vacharin Wongsala, E-mail: vacharin@knc.ac.th

บทนำ

โรคกระดูกพรุนเป็นภาวะที่มีความเสื่อมของเนื้อเยื่อโครงสร้างภายในกระดูกซึ่งส่งผลให้มวลกระดูกมีความหนาแน่นลดลง การมีมวลกระดูกต่ำ (Low bone mass) ร่วมกับการเสื่อมของโครงสร้างระดับจุลภาคของกระดูก (Microarchitecture deterioration) ทำให้กระดูกมีความเปราะบางและแตกหักได้ง่าย แต่เนื่องจากการตรวจปริมาณและคุณภาพของกระดูกไม่ได้ถูกจัดอยู่ในโปรแกรมการตรวจสุขภาพประจำปีของคนทั่วไป ภาวะกระดูกพรุนจึงถูกพบเห็นได้เมื่อเกิดการแตกหักของกระดูกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยผู้ใหญ่ตอนปลายจนถึงวัยสูงอายุ โดยพบอุบัติการณ์การเกิดกระดูกหักที่เกี่ยวข้องกับภาวะกระดูกพรุน 1 ใน 5 และ 1 ใน 3 ของประชากรโลกที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป ในเพศชายและเพศหญิงตามลำดับ (Aung et al., 2020) ส่วนในประเทศไทยกลุ่มประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จะพบภาวะกระดูกพรุนที่บริเวณสะโพกร้อยละ 13.6 และบริเวณกระดูกสันหลัง ร้อยละ 19.8 (จิตินันท์ อนุสรณ์วงศ์ชัย, 2561) การมีกระดูกหักทำให้เกิดความยากลำบากในการดำเนินกิจวัตรประจำวัน และต้องพึ่งพาครอบครัวและระบบบริการสุขภาพมากขึ้น

โรคกระดูกพรุนมีความสัมพันธ์กับอายุและการเป็นโรคเบาหวานจะทำให้มีโอกาสดังเกิดโรคกระดูกพรุนได้มากยิ่งขึ้น ในปี พ.ศ. 2557 ประชากรไทยที่มีอายุ 15-79 ปี ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคเบาหวานถึงร้อยละ 8.3 และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9.8 ในปี พ.ศ. 2561 เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มผู้ใหญ่ตอนปลายและผู้สูงอายุ (อายุ 55-79 ปี) พบว่ามีอัตราป่วยเป็นโรคเบาหวานสูงถึงร้อยละ 18.1 (อรรถเกียรติ กาญจนพิบูลวงศ์, ภาณุวัฒน์ คำวังสง่า, และสุริดา แก้วทา, 2563) และพบว่าอุบัติการณ์ของโรคกระดูกพรุนและโรคเบาหวานต่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุด้วยกันทั้งสองโรค (Paschou et al., 2017) โรคเบาหวานมีผลทำให้ความแข็งแรงและปริมาณมวลกระดูกลดลงเนื่องจากระดับน้ำตาลในเลือดสูงอย่างต่อเนื่องมีผลให้ประสิทธิภาพการไหลเวียนโลหิตในไขกระดูกลดลง ส่งผลต่อเมตาบอลิซึมของกระดูกโดยตรง (Lin et al., 2021) และก่อสารยับยั้งหรือชะลอการสะสมมวลกระดูก และทำให้พร่องประสิทธิภาพในการสะสมและใช้แคลเซียม นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วยเบาหวานมีอัตราการขาดวิตามินดีมากกว่าคนทั่วไป และยาที่ใช้รักษาโรคเบาหวานบางชนิด เช่น Thiazolidinediones ยังมีผลเสียต่อมวลกระดูกอีกด้วย (Compston, 2018)

แม้ว่าผู้มีภาวะเบาหวานและภาวะกระดูกพรุนต่างก็มีอัตราการเกิดโรคค่อนข้างสูงและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นตามอายุของประชากรที่เพิ่มขึ้น แต่ความสัมพันธ์ของทั้งสองภาวะนี้กลับได้รับการกล่าวถึงไม่มากนักในระบบบริการสุขภาพของไทย การศึกษาในต่างประเทศพบว่าโรคเบาหวานทำให้ความแข็งแรงของกระดูกลดลง เช่น การศึกษาของ Si, Wang, Guo, Yin, and Ma (2020) พบว่าในประเทศจีนผู้เป็นโรคเบาหวานมีภาวะกระดูกพรุนร่วมด้วยถึงร้อยละ 37.8 ส่วนการศึกษาของ Prakash, Jatti, Ghagane, Jali, and Jali (2017) พบว่าในประเทศอินเดีย ผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes Mellitus [T2DM]) มีโอกาสเกิดภาวะกระดูกพรุนได้ร้อยละ 43.8 และนอกจากนี้ Abdulameer, Sahib, and Sulaiman (2018) ยังศึกษาพบว่าในประเทศมาเลเซีย ร้อยละ 82 ของผู้มีภาวะเบาหวานมีความเสี่ยงต่อการมีมวลกระดูกน้อยกว่าปกติ ส่วนในประเทศไทยยังไม่พบการศึกษาที่ระบุอัตราการเกิดภาวะกระดูกพรุนในผู้มีภาวะเบาหวานอย่างชัดเจน มีเพียงการศึกษาของ พรฤทัย รัตนเมธานนท์ และประสิทธิ์ สิวพัฒนภัทร (2564) ที่ใช้

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงการเกิดกระดูกหัก (Fracture Risk Assessment Tool [FRAX]) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงการเกิดกระดูกหัก (FRAX score) ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 กับผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็นโรคเบาหวานที่เคยมีกระดูกสะโพกหัก ผลการศึกษาพบว่าผู้มีภาวะเบาหวานมีความเสี่ยงของการเกิดกระดูกหักบริเวณสะโพกจากกระดูกพรุนและตำแหน่งที่สำคัญในอีก 10 ปีข้างหน้ามากกว่ากลุ่มที่ไม่เป็นโรคเบาหวาน

เมื่อพิจารณาตามชนิดของโรคเบาหวานจะพบว่าผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1 (Type 1 Diabetes Mellitus [T1DM]) ที่เกิดจากตับอ่อนไม่สามารถผลิตอินซูลินได้ และมักเกิดเมื่ออายุน้อย จะตรวจพบความหนาแน่นของกระดูกน้อยกว่าคนวัยเดียวกัน ในขณะที่ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งส่วนใหญ่พบในผู้ที่มีอายุมากกว่า มักตรวจไม่พบความผิดปกติของปริมาณและความหนาแน่นของกระดูก และบางรายอาจตรวจพบว่ามีมวลกระดูกมากกว่าคนปกติ (Wang, Ba, Xing, & Du, 2019) เนื่องจากในหลายศตวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีการวิเคราะห์มวลกระดูกและโครงสร้างของกระดูกยังมีความละเอียดแม่นยำที่จำกัด จึงพบว่าการศึกษามวลกระดูกของผู้เป็นโรคเบาหวานมีทั้งลดลง เพิ่มขึ้น และไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับผู้ไม่เป็นโรคเบาหวาน จึงไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าเบาหวานมีผลทำให้มวลกระดูกลดลงหรือไม่ (Jackuliak & Payer, 2014) จนกระทั่งในช่วง 5-10 ปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีการวิเคราะห์มวลกระดูกและโครงสร้างของกระดูกมีความละเอียดแม่นยำมากขึ้น รวมทั้งมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องในประเด็นดังกล่าว จึงพบว่าโรคเบาหวานมีผลทำให้ความแข็งแรงของกระดูกลดลง แต่ยังคงมีข้อสงสัยและโต้แย้งเกี่ยวกับผลด้านความหนาแน่นของกระดูก (นรัตพล เจริญพันธุ์, 2558; Jackuliak & Payer, 2014) อย่างไรก็ตามมีการศึกษาพบว่าโรคกระดูกพรุนหรือการเกิดกระดูกหักที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นทั่วโลก (Kumari, Yagoub, Ashfaq, Jawed, & Hamid, 2021) ภาวะเบาหวานจึงนับเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุนได้

ในประเทศไทยมีจำนวนผู้สูงอายุและผู้ที่เป็นเบาหวานเพิ่มมากขึ้น อุบัติการณ์ของโรคกระดูกพรุนและโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ต่างก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุ แต่ในช่วงเวลาที่ผ่านมาคำแนะนำในการดูแลสุขภาพของผู้เป็นโรคเบาหวานเพื่อป้องกันหรือลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนยังไม่ครอบคลุมเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพของกระดูกเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของโรคเบาหวานต่อสุขภาพของกระดูก รวมทั้งเสนอแนวทางการดูแลสุขภาพของกระดูกในผู้เป็นโรคเบาหวาน เพื่อให้บุคลากรทางด้านสุขภาพมีความตระหนักและให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพของผู้เป็นโรคเบาหวานให้ครอบคลุมการดูแลสุขภาพของกระดูกเพิ่มมากยิ่งขึ้น

ผลกระทบของโรคเบาหวานต่อสุขภาพของกระดูก

โรคเบาหวานทำให้ร่างกายต้องเผชิญกับภาวะการมีน้ำตาลในเลือดสูงอย่างเรื้อรัง โรคเบาหวานและการรักษาโรคเบาหวานส่งผลกระทบต่อการสะสมมวลกระดูกและคุณภาพของกระดูก ทำให้กระดูกเปราะบางหรือเกิดโรคกระดูกพรุนได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลกระทบของโรคเบาหวานต่อการสะสมมวลกระดูก

1. ระดับน้ำตาลในเลือดสูงเป็นเวลานานส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่อระบบเส้นเลือดทั้งขนาดเล็ก (Microvascular complications) และขนาดใหญ่ (Macrovascular complications) โดยจะทำให้เซลล์ผนังหลอดเลือดทำงานผิดปกติ กระตุ้นให้เกิดการอักเสบในเส้นเลือด และอาจเกิดแผลที่ผนังด้านในหลอดเลือด เมื่อผนังหลอดเลือดเกิดแผลคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (Low density lipoprotein [LDL]) จะสะสมเกิดเป็นกลุ่มไขมันเกาะที่ผนังหลอดเลือดทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัว ส่งผลให้ขาดความยืดหยุ่น เพราะแตกง่าย รวมทั้งเกิดการอุดตันจากก้อนลิ่มเลือดได้ง่ายขึ้นอีกด้วย ประสิทธิภาพการไหลเวียนเลือดจึงลดลง เมื่อเลือดไหลเวียนไปที่กระดูกไม่เพียงพอทำให้กระบวนการการสร้างกระดูกชะลอหรือหยุดชะงักส่งผลต่อมวลกระดูกทำให้กระดูกเปราะบางและกระดูกพรุนในที่สุด นอกจากนี้การเกิดภาวะแทรกซ้อนต่อคุณภาพหลอดเลือดขนาดเล็กที่ไต ทำให้ไตเสื่อม เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับแคลเซียมในเลือด เมื่อไตทำงานผิดปกติจะทำให้มีการขับฟอสฟอรัสทางปัสสาวะลดลง มีการเพิ่มขึ้นของระดับฟอสฟอรัสในเลือด กระตุ้นการสร้างพาราไทรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีหน้าที่สลายแคลเซียมจากกระดูกสู่กระแสเลือด จึงทำให้กระดูกมีการสลายมากกว่าการสร้าง นอกจากนี้ผู้ป่วยที่มีภาวะไตเสื่อมซึ่งเป็นภาวะแทรกซ้อนอย่างหนึ่งของโรคเบาหวานมักจะมีภาวะขาดวิตามินดีร่วมด้วย การขาดวิตามินดีมีผลให้ลำไส้เล็กดูดซึมแคลเซียมได้น้อยลง จึงส่งผลต่อปริมาณและความหนาแน่นของกระดูก เสี่ยงต่อการมีกระดูกไม่แข็งแรง เปราะและแตกหักได้ง่ายมากขึ้น (Deeba et al., 2021; Wongdee, Krishnamra, & Charoenphandhu, 2016)

2. ระดับน้ำตาลในเลือดสูงเป็นเวลานาน ส่งเสริมการสร้างสารยับยั้งหรือชะลอการสะสมมวลกระดูก โดยน้ำตาลในเลือดทำปฏิกิริยากับโปรตีนชนิดต่าง ๆ ทำให้เกิดสารประกอบ Advanced Glycation End-product (AGEs) ซึ่งสารนี้จะทำให้เกิดการแก่ตัวของเซลล์ทั่วร่างกาย (Compston, 2018) จึงยับยั้งหรือชะลอการทำงานของ Osteoblast ที่เป็นเซลล์ตัวอ่อนที่จะสร้างเนื้อกระดูกและกลายเป็นกระดูกแก่ที่เรียกว่า Osteocyte และสารนี้ยังส่งเสริมการทำงานของเซลล์ที่มีหน้าที่สลายกระดูก คือ Osteoclast (Kanazawa & Sugimoto, 2018) การสร้างมวลกระดูกจึงลดลง สวนทางกับการสลายของมวลกระดูกที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าโรคเบาหวานมีผลต่อการลดลงของจำนวนเซลล์กระดูก (Osteocyte) ด้วย (Wongdee et al., 2016) การมีน้ำตาลในเลือดสูงเรื้อรังจึงมีผลทำให้ระบบกระดูกมีภาวะแก่ก่อนวัยหรือชะลอการสร้างมวลกระดูกก่อนวัยอันควร

3. ระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงจะรบกวนการรักษาสมดุลของแคลเซียมในร่างกาย ซึ่งแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักของกระดูกและทำให้กระดูกมีความแข็งแรง แคลเซียมร้อยละ 99 อยู่ในกระดูก ร้อยละ 1 อยู่ในเลือด การรักษาความสมดุลของระดับแคลเซียมในเลือด (Total plasma calcium) โดยควบคุมการดูดซึมแคลเซียมโดยลำไส้เล็กและการขับแคลเซียมออกโดยไต ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone [PTH]) ทำหน้าที่สลายแคลเซียมจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือด ระดับน้ำตาลในเลือดสูงทำให้มีการหลั่งฮอร์โมนนี้มากขึ้น รวมทั้งยังลดทอนคุณภาพการไหลเวียนโลหิตซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการดูดซึมสารอาหารของลำไส้เล็กและการทำงานของไต (Wongdee et al., 2016)

4. การขาดวิตามินดี วิตามินดีมีบทบาทในการเพิ่มอัตราการดูดซึมแคลเซียมของลำไส้เล็ก และยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนพาราไธรอยด์ที่ทำให้เกิดการสลายกระดูก ตลอดจนมีบทบาทในกระบวนการการฟื้นฟูและสร้างสารเกลือแร่ (Mineralization) ของกระดูก การขาดวิตามินดีจะส่งผลให้การดูดซึมแคลเซียมในทางเดินอาหารลดลง (วัชรินทร์ วงษาหล้า และมโนไท วงษาหล้า, 2563; Cooper, Dawson-Hughes, Gordon, & Rizzoli, 2015) จากผลการศึกษายืนยันว่าภาวะการขาดวิตามินดีนั้นพบได้ในผู้มีภาวะเบาหวานมากกว่าคนทั่วไป (Compston, 2018) เช่น ในอินเดียพบผู้มีภาวะเบาหวานขาดวิตามินดีถึงร้อยละ 74.73 ในขณะที่คนทั่วไปขาดวิตามินดีเพียงร้อยละ 18.6 เท่านั้น (Patel & Pandya, 2020) อย่างไรก็ตามยังไม่พบคำอธิบายกลไกความสัมพันธ์ระหว่างระดับวิตามินดีกับโรคเบาหวานได้อย่างชัดเจนมากนัก (Chueansuwan, Yongsiri, & Chaivanich, 2018) พบแต่เพียงว่าเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมและโรคที่สัมพันธ์กับความอ้วน รวมทั้งการมีน้ำตาลในเลือดสูงจะส่งผลให้มีการขับวิตามินดีออกทางไตมากกว่าปกติ (Jackuliak & Payer, 2014; Compston, 2018)

ผลกระทบของโรคเบาหวานต่อคุณภาพของกระดูก

โครงสร้างคอลลาเจนเป็นตัวสร้างความแข็งแรง ความเหนียว และความยืดหยุ่นให้กับกระดูก (Jackuliak & Payer, 2014; Wongdee et al., 2016) ภาวะน้ำตาลในเลือดสูงอย่างต่อเนื่อง (Chronic Hyperglycemia) จะทำลายโครงสร้างคอลลาเจนของกระดูกอย่างช้า ๆ โดยสาร AGEs ส่งผลให้การสังเคราะห์คอลลาเจนบกพร่องและเกิดความผิดปกติของการวางตำแหน่งคอลลาเจนในกระดูก (Aoki, Uto, Honda, Kato, & Oda, 2013) เมื่อพิจารณาประเด็นความแข็งแรงของกระดูกผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 จะพบว่านอกจากกระดูกจะไม่แข็งแรง มีความยืดหยุ่นน้อยแล้ว ยังมีปริมาณและความหนาแน่นของมวลกระดูกน้อยกว่าคนทั่วไป ส่วนผู้ที่มีภาวะเบาหวานชนิดที่ 2 ถึงแม้ว่าความหนาแน่นของมวลกระดูกจะไม่ได้รับผลกระทบอย่างชัดเจน แต่ความแข็งแรงของกระดูกก็ถูกทำลายเช่นเดียวกันกับเบาหวานชนิดที่ 1 ด้วยเหตุนี้ผู้มีภาวะเบาหวานชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 จึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะกระดูกหักมากยิ่งขึ้นด้วยกันทั้งสองชนิด (นริศพล เจริญพันธุ์, 2558; Kanazawa & Sugimoto, 2018)

ผลจากการรักษาโรคเบาหวานต่อสุขภาพของกระดูก

ยาที่ใช้ในการรักษาโรคเบาหวานอาจมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสุขภาพของกระดูก ถึงแม้ว่าการใช้ยาจะสามารถช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ แต่ยาบางชนิดที่ใช้รักษาโรคเบาหวานก็มีผลทางลบโดยตรงต่อกระดูก เช่น Thiazolidinediones ซึ่งเป็นยาลดระดับน้ำตาลในเลือดนั้นมีผลยับยั้งการสร้าง osteoblast (Compston, 2018) และมีรายงานการเพิ่มขึ้นของปัจจัยเสี่ยงต่อกระดูกแตกหักในผู้ที่ได้รับยา Thiazolidinediones นอกจากนี้ยังพบอัตราการเกิดกระดูกสะโพกหักในผู้มีภาวะเบาหวานสูงอายุเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 เนื่องจากการหกล้มที่สัมพันธ์กับน้ำตาลในเลือดต่ำจากการได้รับยา Sulphonylureas แม้ผู้มีภาวะเบาหวานชนิดที่ 2 อาจจะไม่มียาการลดระดับน้ำตาลที่เป็ปัจจัยเสี่ยงสำคัญต่อการมีกระดูกหัก แต่ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ ขาดเลือดเลี้ยงสมอง และภาวะแทรกซ้อนทางสายตาจะทำให้ผู้มีภาวะเบาหวานเสี่ยงต่อการหกล้มและมีกระดูกหักมากขึ้น (Deeba et al., 2021) เนื่องจากยาด้านเบาหวาน

บางชนิดอาจทำให้ภาวะกระดูกพรุนรุนแรงขึ้น หรือมีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงต่อการมีกระดูกแตกหัก จึงจำเป็นต้องพัฒนาแนวปฏิบัติสำหรับการใช้ยารักษาโรคเบาหวานในผู้ที่มีภาวะโรคกระดูกพรุน (Wongdee et al., 2016) รวมทั้งคำนึงถึงการให้ยาลดระดับน้ำตาลในเลือดแก่ผู้ที่มีภาวะเบาหวานโดยทั่วไปเพื่อไม่ให้เสี่ยงต่อการลดทอนคุณภาพของกระดูกอีกด้วย

แนวทางการดูแลสุขภาพของผู้เป็นโรคเบาหวานเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน

ปัญหาการมีมวลกระดูกน้อยและไม่แข็งแรงเป็นปัญหาสุขภาพที่ไม่มีอาการแสดงจนกว่าจะมีการตรวจมวลกระดูกหรือเมื่อมีกระดูกหัก เช่นเดียวกับโรคเรื้อรังอื่น ๆ สาเหตุของภาวะกระดูกบางและโรคกระดูกพรุนเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย รวมทั้งการเฝ้าระวังทางสุขภาพ แนวทางการดูแลสุขภาพกระดูกจึงอยู่ในกรอบของการปรับวิถีการดำเนินชีวิตให้ส่งเสริมการมีสุขภาพที่ดีเช่นเดียวกัน โดยผู้เป็นโรคเบาหวานมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความตระหนักและใส่ใจในการดูแลสุขภาพของกระดูกตนเองให้มากขึ้นกว่าบุคคลโดยทั่วไป โดยเฉพาะการรักษา ระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติให้ได้มากที่สุด เนื่องจากระดับน้ำตาลในเลือดเป็นปัจจัยสำคัญที่รบกวนการสร้างมวลกระดูกและยังส่งเสริมการทำลายมวลกระดูกดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงขอเสนอแนวทางการดูแลสุขภาพของผู้เป็นโรคเบาหวานเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน ดังนี้

การส่งเสริมการสร้างและรักษามวลกระดูก

สำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1 แนวทางการปฏิบัติคือ เริ่มจากการยอมรับว่ามีต้นทุนการสะสมมวลกระดูกน้อยกว่าคนทั่วไปและไม่สามารถจัดอุปสรรคนี้อาจได้ ส่วนผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 นั้น แม้ว่าปริมาณมวลกระดูกที่สะสมไว้จะไม่แตกต่างจากคนทั่วไป แต่การมีน้ำตาลในเลือดสูงไม่เป็นผลดีต่อการรักษามวลกระดูกหลังจากช่วงเวลาที่มวลกระดูกสูงสุด (Peak bone mass) แล้ว เนื่องจากการมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงจะมีการสลายแคลเซียมออกจากกระดูกได้มากขึ้น (Compston, 2018; Wongdee et al., 2016) ดังนั้นทางเลือกที่ดีคือ ผู้ป่วยเบาหวานต้องมีความตระหนักและเคร่งครัดให้มากขึ้นในการชดเชยสิ่งที่ขาดหายไปด้วยการลดปัจจัยเสี่ยงและเพิ่มปัจจัยส่งเสริมการสร้างมวลกระดูกให้มากกว่าคนทั่วไป โดยเฉพาะการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ ผู้ที่มีภาวะเบาหวานจึงควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. รับแคลเซียมให้เพียงพอ โดยวัยรุ่นจนถึงวัยผู้ใหญ่ควรได้รับแคลเซียม 800-1000 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งเท่ากับนมสดประมาณ 3-4 แก้ว (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2563) ควรเลือกดื่มนมพร่องมันเนย นมขาดมันเนย หรือโยเกิร์ตธรรมชาติ หลีกเลี่ยงนมรสหวาน นมเปรี้ยว โยเกิร์ตพร้อมดื่ม เพราะนมเหล่านี้มีการเติมน้ำตาลในปริมาณที่สูง ส่วนนมถั่วเหลืองถือว่าเป็นนมที่เป็นโปรตีนสูงใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ อีกทั้งมีไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่านมวัว ช่วยลดไขมันคอเลสเตอรอล แต่มีข้อเสียคือปริมาณแคลเซียมน้อยกว่านมวัว แม้ว่าในชีวิตจริงจะได้แคลเซียมจากอาหารชนิดอื่น ๆ ด้วยก็ตาม หากสามารถดื่มนมได้เพียงพอโดยไม่มีข้อจำกัดควรเลือกการดื่มนมเป็นหลัก เนื่องจากร่างกายสามารถดูดซึมแคลเซียมจากนมได้ดีที่สุด โดยเฉพาะผู้เป็นโรคเบาหวานที่พบว่าประสิทธิภาพการดูดซึมของลำไส้เล็กลดลงยังจำเป็นต้องหาวิธีชดเชยแคลเซียมให้ได้มากที่สุด

2. หลีกเลียงปัจจัยที่ลดการดูดซึมแคลเซียม เช่น งดการดื่มกาแฟหรือดื่มให้น้อยลงเนื่องจากคาเฟอีนในกาแฟจะไปลดการดูดซึมแคลเซียม (Cooper et al., 2015) งดการดื่มน้ำอัดลมเนื่องจากกรดฟอสฟอริกที่ทำให้เกิดฟองฟูจะทำให้ฟอสฟอรัสในเลือดสูงขึ้น แคลเซียมจึงถูกสลายออกจากกระดูกเพื่อรักษาสมดุลของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในเลือด นอกจากนี้ น้ำอัดลมยังมีคาเฟอีนเหมือนกับกาแฟอีกด้วย (Fung et al., 2014) งดอาหารเค็มจัดเพราะการบริโภคโซเดียมในปริมาณสูงจะทำให้ลำไส้ดูดซึมแคลเซียมได้น้อยลงและเพิ่มการขับแคลเซียมทางไตมากขึ้น (ธีรพล กรีพานิช, 2560) งดการสูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เนื่องจากจะรบกวนกระบวนการทำงานของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมวลกระดูก เช่น พาราไธรอยด์และฮอร์โมนเพศ รวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการสร้างเซลล์กระดูกเส้นเลือดในกระดูกด้วย (Al-Bashaireh et al., 2018) การรับประทานยดผักบางชนิดที่มีแคลเซียมสูงแต่มีออกซาเลตที่ขัดขวางการดูดซึมแคลเซียมสูงด้วย (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2563) เพราะฉะนั้นทางที่ดีควรหลีกเลียงการดื่มนมหลังการรับประทานอาหารที่มีผักดังกล่าวเป็นต้น

3. รับประทานวิตามินดีเพียงพอ วิตามินดีมีบทบาทในการรักษาระดับแคลเซียมในเลือดให้เป็นปกติ ช่วยให้ลำไส้เล็กเพิ่มอัตราการดูดซึมแคลเซียม และยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนพาราไธรอยด์ ผิวหนังสามารถสร้างวิตามินดีได้เองประมาณร้อยละ 80-90 โดยรังสี Ultraviolet B (UVB) จากแสงแดดจะสร้างวิตามินดีจากคอเลสเตอรอลได้ผิวหนัง และอีกประมาณร้อยละ 10-20 มาจากอาหาร (Cooper et al., 2015) จึงควรให้ผิวหนังได้รับแสงแดดโดยตรง เช่น สวมเสื้อแขนสั้น กางเกงขาสั้นให้ผิวหนังสัมผัสแสงแดดในช่วงเวลา 9.00-15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีรังสี UVB สูง อย่างน้อยครั้งละ 15 นาที ประมาณ 2-4 ครั้ง/สัปดาห์ ส่วนอาหารที่มีวิตามินดีสูงจะเป็นอาหารประเภทไขมันปลาทะเล เช่น น้ำมันตับปลา แต่หากได้รับแสงแดดเพียงพอแล้วการรับประทานวิตามินดีอาจไม่ใช่สิ่งที่จำเป็นนัก

4. มีภาวะโภชนาการที่ดี ซึ่งส่งผลดีต่อการสร้างมวลกระดูกและกล้ามเนื้อ สามารถลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดกระดูกแตกหัก โดยได้รับโปรตีนประมาณ 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เนื้อสัตว์จะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2563) โปรตีนจะให้กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการสร้างมวลกระดูก รวมทั้งการได้รับโปรตีนในปริมาณน้อยเกินไปในวัยผู้ใหญ่จะมีผลต่อระดับความหนาแน่นของกระดูกได้ (Cooper et al., 2015) ทั้งนี้ยังมีแหล่งข้อมูลสำหรับการเลือกบริโภคอาหารที่รวบรวมชนิดของอาหารและปริมาณสารอาหารสำหรับคนไทย ได้แก่ เอกสารปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ.2563 (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2563) และโปรแกรมคำนวณปริมาณสารอาหารสำหรับคนไทย (Thai Food Composition Tables [FCTs] 2015) โดยสถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (Judprasong et al., 2018)

การออกกำลังกาย

การออกกำลังกายเป็นแนวทางในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้เป็นโรคเบาหวานให้ใกล้เคียงปกติ นอกจากวัตถุประสงค์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดแล้ว การออกกำลังกายยังส่งผลต่อมวลกระดูกโดยตรง เนื่องจากกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นอวัยวะที่มีการเชื่อมสภาพได้เมื่อไม่คอยใช้งาน การออกกำลังกาย

กายจึงมีความเกี่ยวข้องอย่างชัดเจนกับปริมาณและความหนาแน่นของมวลกระดูก (Ilesanmi-Oyelere, Roy, Coad, & Kruger, 2019) โดยส่งเสริมการสร้างกระดูกในช่วงวัยเด็กและวัยรุ่น และรักษามวลกระดูกในวัยผู้ใหญ่ รวมทั้งส่งเสริมการทรงตัวป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ การออกกำลังกายที่มีผลดีต่อมวลกระดูกคือการออกกำลังกายแบบที่มีแรงต้านและแบกรับน้ำหนัก (Weight-bearing exercise) เช่น ยกน้ำหนัก (Weight lifting) และการต้านแรงโน้มถ่วง (Resistance exercises) เช่น การเดิน การวิ่ง การก้าวขึ้นลงบันได (Weaver et al., 2016) องค์การอนามัยโลกมีข้อเสนอแนะการออกกำลังกายสำหรับผู้ใหญ่หรือผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังคือ ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องความหนักระดับปานกลาง (อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ร้อยละ 50-70 ของอัตราการเต้นสูงสุด) อย่างน้อย 150-300 นาทีต่อสัปดาห์ หรือหากออกกำลังกายแบบต่อเนื่องระดับเข้มข้น (อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ร้อยละ 70-85 ของอัตราการเต้นสูงสุด) อย่างน้อย 75-150 นาทีต่อสัปดาห์ โดยสามารถเพิ่มหรือลดลงตามสภาพร่างกายและเงื่อนไขทางสุขภาพอื่น ๆ

การเฝ้าระวังภาวะกระดูกบางหรือโรคกระดูกพรุน

ผู้เป็นโรคเบาหวานควรให้ความสำคัญกับการประเมินและเฝ้าระวังสัญญาณการเกิดโรคกระดูกพรุนให้มากกว่าคนทั่วไปเนื่องจากมีภาวะเสี่ยงมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีความเสี่ยงแล้ว เช่น อยู่ในวัยหมดประจำเดือน วัยสูงอายุ ตนเองหรือคนในครอบครัวมีประวัติกระดูกหักหรือหัก สบุนหรี ดื่มน้ำดื่มกาแฟ น้ำอัดลม รวมทั้งได้รับยาที่มีผลต่อมวลกระดูก ได้รับการฉีดอินซูลินตั้งแต่อายุน้อย ดัชนีมวลกายต่ำกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งจะมีความเสี่ยงต่อการพลัดตกหกล้มสูงกว่าคนปกติ

ผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ควรได้รับการตรวจความหนาแน่นของมวลกระดูกด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงต่อการมีมวลกระดูกต่ำกว่าปกติ และผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีอายุมากกว่า 30 ปี ซึ่งเป็นวัยหลังการมีมวลกระดูกสูงสุดก็ควรได้รับการตรวจด้วยเช่นกัน เนื่องจากมีข้อบ่งชี้ว่ามีความเสี่ยงที่จะมีการสลายของมวลกระดูกมากกว่าปกติ นอกจากนี้ยังมีการประเมินภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคกระดูกพรุนและภาวะกระดูกหักด้วยตนเอง ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตช่วยให้ผู้คนเข้าถึงเครื่องมือประเมินภาวะสุขภาพเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง เช่น แบบทดสอบความเสี่ยงต่อการเป็นโรคกระดูกพรุน (International Osteoporosis Foundation, 2022) และเครื่องมือประเมินความเสี่ยงการเกิดกระดูกหักในระยะเวลา 10 ปี (FRAX; University of Sheffield, 2011)

บทสรุป

การมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงจากโรคเบาหวานมีผลกระทบต่อปริมาณมวลกระดูกและความแข็งแรงของกระดูก จึงทำให้ผู้เป็นโรคเบาหวานมีความเสี่ยงต่อการมีปัญหาด้านสุขภาพกระดูกมากกว่าคนทั่วไป บุคลากรทางสุขภาพจึงควรแนะนำให้ผู้ป่วยเบาหวานได้เห็นความสำคัญของการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ตลอดจนให้คำแนะนำในการดูแลสุขภาพของกระดูกเป็นพิเศษสำหรับผู้เป็นเบาหวาน อีกทั้งควรจัดโรคเบาหวานให้เป็นตัวชี้วัดในการคัดกรองและพิจารณาวางแผนทางการรักษาโรคกระดูกพรุน ในทางกลับกันควรพิจารณาประเด็นการดูแลสุขภาพของกระดูกให้อยู่ในแผนการดูแลและรักษาพยาบาลผู้เป็นโรคเบาหวานให้มีความชัดเจนและครอบคลุมเพิ่มมากยิ่งขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

- จิตินันท์ อนุสรณ์วงศ์ชัย. (2561). ปัจจัยเสี่ยงการเกิดกระดูกสะโพกหักในผู้ป่วยสูงอายุที่มารับการรักษาในโรงพยาบาลเลิดสิน. *วารสารกรมการแพทย์*, 3(3), 56–59.
- ธีรพล กริพานิช. (2560). *ภาวะกระดูกพรุนกับการพัฒนาสังคมไทย* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร.
- นรัตพล เจริญพันธุ์. (2558). *นักวิจัยเตือน "เบาหวาน" ยังทำลายกระดูกด้วย*. สืบค้นจาก <https://mgronline.com/science/detail/9580000071397>
- พรฤทัย รัตนเมฆานนท์, และประสิทธิ์ ลิ่วฉนวนภัทร. (2564). การเปรียบเทียบ FRAX score เพื่อประเมินโอกาสเกิดกระดูกหักเนื่องจากกระดูกพรุนในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่สอง เปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็นโรคเบาหวานที่เคยมีกระดูกสะโพกหักจากกระดูกพรุนมาก่อน. *วารสารเวชศาสตร์เขตเมือง*, 65(3), 221–234. <https://doi.org/https://doi.org/10.14456/vmj.2021.21>
- วัชรินทร์ วงษาหล้า, และมนัสนิ ไหวงษาหล้า. (2563). การเสริมสร้างความแข็งแรงของกระดูก : แนวปฏิบัติเพื่อป้องกันและลดความเสี่ยงการเกิดโรคกระดูกพรุน. *วารสารศูนย์อนามัยที่ 9 : วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*, 14(35), 410–424. <https://doi.org/10.14456/rhpc9j.2020.26>
- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2563). *ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ.2563*. สืบค้นจาก <https://www.thaidietetics.org/?p=6120>
- อรรถเกียรติ กาญจนพิบูลวงศ์, ภาณุวัฒน์ คำวังสง่า, และสุริดา แก้วทา. (2563). *รายงานสถานการณ์โรค NCDs เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง พ.ศ. 2562*. กรุงเทพฯ: กลุ่มเทคโนโลยีระบาดวิทยา และมาตรการชุมชน กองโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
- Abdulameer, S. A., Sahib, M. N., & Sulaiman, S. A. (2018). The prevalence of osteopenia and osteoporosis among Malaysian type 2 diabetic patients using quantitative ultrasound densitometer. *The Open Rheumatology Journal*, 12(1), 50–64. <https://doi.org/10.2174/1874312901812010050>
- Al-Bashaireh, A. M., Haddad, L. G., Weaver, M., Chengguo, X., Kelly, D. L., & Yoon, S. (2018). The effect of tobacco smoking on bone mass: An overview of pathophysiologic mechanisms. *Journal of Osteoporosis*, 2018, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2018/1206235>
- Aoki, C., Uto, K., Honda, K., Kato, Y., & Oda, H. (2013). Advanced glycation end products suppress lysyl oxidase and induce bone collagen degradation in a rat model of renal osteodystrophy. *Laboratory Investigation*, 93(11), 1170–1183. <https://doi.org/10.1038/labinvest.2013.105>
- Aung, M., Amin, S., Gulraiz, A., Gandhi, F. R., Pena Escobar, J. A., & Malik, B. H. (2020). The future of metformin in the prevention of diabetes-related osteoporosis. *Cureus*, 12(9), 1-6. <https://doi.org/10.7759/cureus.10412>

- Compston, J. (2018). Type 2 diabetes mellitus and bone. *Journal of Internal Medicine*, 283(2), 140–153. <https://doi.org/10.1111/joim.12725>
- Cooper, C., Dawson-Hughes, B., Gordon, C. M., & Rizzoli, R. (2015). *Healthy nutrition, healthy bones: How nutritional factors affect musculoskeletal health throughout life*. Retrieved from https://www.osteoporosis.foundation/sites/iofbonehealth/files/2019-03/2015_HealthyNutritionHealthyBones_ThematicReport_English.pdf
- Chueansuwan, R., Yongsiri, S., & Chaivanich, P. (2018). Vitamin D deficiency in diabetic patients. *Burapha Journal of Medicine*, 5(2), 10-24.
- Deeba, F., Younis, S., Qureshi, N., Mustafa, T., Iqbal, N., & Hussain, S. (2021). Effect of diabetes mellitus and anti-diabetic drugs on bone health-A review. *Journal of Bioresource Management*, 8(2), 131–148. <https://doi.org/10.35691/jbm.1202.0187>
- Fung, T. T., Arasaratnam, M. H., Grodstein, F., Katz, J. N., Rosner, B., Willett, W. C., & Feskanich, D. (2014). Soda consumption and risk of hip fractures in postmenopausal women in the Nurses' Health Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100(3), 953–958. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.083352>
- Ilesanmi-Oyelere, B. L., Roy, N. C., Coad, J., & Kruger, M. C. (2019). Associations between self-reported physical activity, heel ultrasound parameters and bone health measures in post-menopausal women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 3177. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173177>
- International Osteoporosis Foundation. (2022). *Osteoporosis risk check*. Retrieved from <https://riskcheck.osteoporosis.foundation/>
- Jackuliak, P., & Payer, J. (2014). Osteoporosis, fractures, and diabetes. *International Journal of Endocrinology*, 2014, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2014/820615>
- Judprasong, K., Puwastien, P., Rojroongwasinkul, N., Nitithamyong, A., Sridonpai, P., & Somjai, A. (2018). *Thai food composition tables (FCTs) 2015*. Retrieved from <https://inmu2.mahidol.ac.th/thaifcd/home.php>
- Kanazawa, I., & Sugimoto, T. (2018). Diabetes mellitus-induced bone fragility. *Internal Medicine*, 57(19), 2773–2785. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.0905-18>
- Kumari, C., Yagoub, G., Ashfaq, M., Jawed, S., & Hamid, P. (2021). Consequences of diabetes mellitus in bone health: Traditional review. *Cureus*, 13(3), 1-7. <https://doi.org/10.7759/cureus.13820>

- Lin, H. H., Hsu, H. Y., Tsai, M. C., Hsu, L. Y., Chien, K. L., & Yeh, T. L. (2021). Association between type 2 diabetes and osteoporosis risk: A representative cohort study in Taiwan. *PLOS ONE*, 16(7), e0254451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254451>
- Paschou, S. A., Dede, A. D., Anagnostis, P. G., Vryonidou, A., Morganstein, D., & Goulis, D. G. (2017). Type 2 diabetes and osteoporosis: A guide to optimal management. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 102(10), 3621–3634. <https://doi.org/10.1210/jc.2017-00042>
- Patel, D., & Pandya, H. (2020). Prevalence and severity of vitamin D deficiency in type 2 diabetic patients. *International Journal of Advances in Medicine*, 7(8), 1251. <https://doi.org/10.18203/2349-3933.ijam20203123>
- Prakash, S., Jatti, R. S., Ghagane, S. C., Jali, S. M., & Jali, M. V. (2017). Prevalence of osteoporosis in type 2 diabetes mellitus patients using Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) scan. *International Journal of Osteoporosis and Metabolic Disorders*, 10(2), 10–16. <https://doi.org/10.3923/ijom.2017.10.16>
- Si, Y., Wang, C., Guo, Y., Yin, H., & Ma, Y. (2020). Prevalence of osteoporosis in patients with type 2 diabetes mellitus in the Chinese mainland. *Medicine*, 99(16), 1203–1214. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000019762>
- University of Sheffield. (2011). *FRAX[®] Fracture risk assessment tool: Calculation tool*. Retrieved from <https://www.sheffield.ac.uk/FRAX/tool.aspx?lang=th>
- Wang, H., Ba, Y., Xing, Q., & Du, J. L. (2019). Diabetes mellitus and the risk of fractures at specific sites: A meta-analysis. *BMJ Open*, 9(1), e024067. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-024067>
- Weaver, C. M., Gordon, C. M., Janz, K. F., Kalkwarf, H. J., Lappe, J. M., Lewis, R., . . . Zemel, B. S. (2016). The national osteoporosis foundation’s position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: A systematic review and implementation recommendations. *Osteoporosis International*, 27(4), 1281–1386. <https://doi.org/10.1007/s00198-015-3440-3>
- Wongdee, K., Krishnamra, N., & Charoenphandhu, N. (2016). Derangement of calcium metabolism in diabetes mellitus: Negative outcome from the synergy between impaired bone turnover and intestinal calcium absorption. *The Journal of Physiological Sciences*, 67(1), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s12576-016-0487-7>