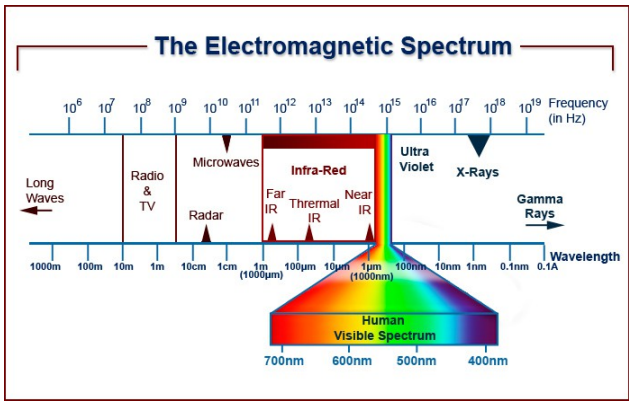
# ปลดปล่อยยาจากพอลิเมอร์ด้วยแสงอินฟราเรด

ดร.จินตมัย สุวรรณประทีป

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค)

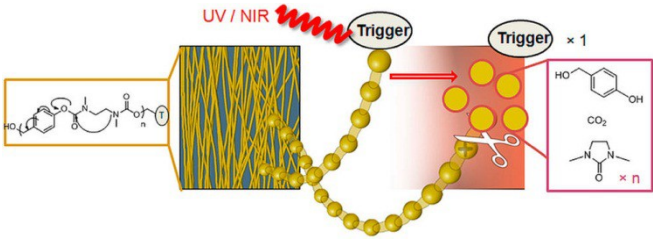
ปัจจุบันการประยุกต์ใช้ระบบนำส่งสารออกฤทธิ์ เช่น ยา ไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อการรักษาเฉพาะที่นั้นได้รับความสนใจและพัฒนาเพิ่มมากขึ้น โดยมีจุดประสงค์ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาในบริเวณมุ่งเป้าโดยไม่กระทบหรือสร้างอาการข้างเคียงต่อเนื้อเยื่อหรืออวัยวะอื่น ๆ ซึ่งการปลดปล่อยสารออกฤทธิ์นี้สามารถถูกกระตุ้นได้โดยหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมทางชีวภาพ เช่น ความเป็นกรดด่าง หรือการกระตุ้นจากภายนอก เช่น การให้ความร้อน การให้สนามแม่เหล็ก หรือการให้กระแสไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ปัญหาของการกระตุ้นดังกล่าวนี้ยังคงมีความสามารถในการควบคุมการกระตุ้นเพื่อปลดปล่อยสารออกฤทธิ์ได้อย่างจำกัดทั้งในด้านของระยะเวลาและตำแหน่งที่ต้องการ

การกระตุ้นด้วยคลื่นแสงถือได้ว่าเป็นอีกหนึ่งเทคนิคที่สามารถประยุกต์ใช้ในการกระตุ้นเพื่อปลดปล่อยสารออกฤทธิ์ โดยที่สารออกฤทธิ์ดังกล่าวจะถูกบรรจุอยู่ภายในวัสดุตัวพาที่ไวต่อคลื่นแสงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แคปซูลขนาดเล็ก อนุภาคขนาดนาโน หรือไฮโดรเจล ข้อดีของการกระตุ้นด้วยคลื่นแสงนี้คือ สามารถที่จะควบคุมความแม่นยำ ความเข้ม และระยะเวลาได้ ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมการกระตุ้นเพื่อปลดปล่อยสารออกฤทธิ์ทั้งในด้านของความเข้มข้น ระยะเวลาและตำแหน่งที่ต้องการได้ดี นอกจากนี้ข้อดีของการใช้คลื่นแสงนี้คือ จะมีผลต่อส่วนของโมเลกุลที่ต้องการกระตุ้นเท่านั้นและมีผลกระทบต่อส่วนอื่นของโมเลกุลต่ำ ซึ่งได้มีการพัฒนาการใช้คลื่นแสงประเภทต่าง ๆ ในการนำมากระตุ้นให้เกิดการสลายตัวของวัสดุที่ตัวพาที่ผลิตจากพอลิเมอร์ประเภทต่าง ๆ โดยคลื่นแสงนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท แต่ละประเภทก็จะมีความถี่และความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน คลื่นแสงที่ตามองเห็นนั้นมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถที่จะทะลุผ่านชั้นของผิวหนังได้ ทำให้ไม่เหมาะต่อการนำมาใช้งาน ในทางตรงข้ามรังสีเอกซ์และรังสีแกมมานั้นสามารถทะลุผ่านร่างกายของมนุษย์ได้ดี แต่จะส่งผลกระทบต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ จากกระบวนการไอออไนซ์ได้ การใช้คลื่นแสงอัลตราไวโอเลตถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการกระตุ้นและได้รับความสนใจในการพัฒนา แต่ยังมีข้อด้อยคือ ความลึกของการทะลุผ่านชั้นผิวหนังนั้นยังคงต่ำ

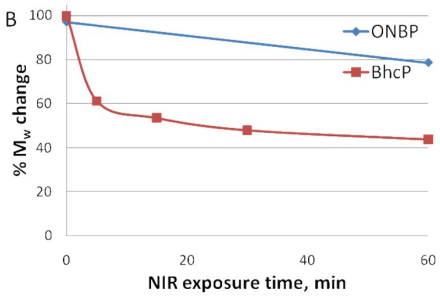



ภาพแสดงความถี่และความยาวคลื่นของคลื่นไฟฟ้าแม่เหล็กประเภทต่าง ๆ

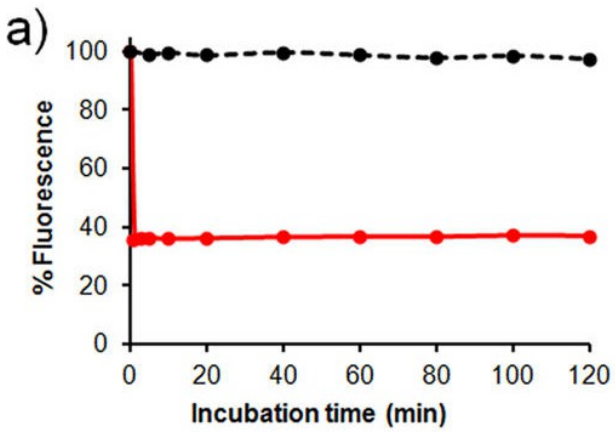
เมื่อเร็ว ๆ นี้ ทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ที่ซานดิเอโก ได้พัฒนาพอลิเมอร์ที่ไวต่อคลื่นแสงอินฟราเรด ในกลุ่มเนียร์อินฟราเรดขึ้นมาสำหรับการใช้งานเป็นตัวพาสำหรับการกักเก็บและปลดปล่อยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งคลื่นแสงในกลุ่มนี้จะมีความยาวคลื่นประมาณ 0.7 ไมโครเมตรจนถึง 1.5 ไมโครเมตร และมีการใช้งานทางการแพทย์อยู่แล้วในการถ่ายภาพความร้อนและการวิเคราะห์ทางสเปกโตรสโกปีต่าง ๆ ข้อดีของคลื่นแสงในกลุ่มนี้คือ ไม่มีสมบัติในการไอออไนซ์ ทำให้มีผลกระทบต่อเนื้อเยื่อต่ำ และยังมีความสามารถในการทะลุผ่านชั้นผิวหนังได้มากถึง 10 เซนติเมตรอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ข้อด้อยของการใช้คลื่นแสงในกลุ่มนี้คือ การที่มีพลังงานต่ำทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการกระตุ้นนานในการที่จะให้เกิดการสลายของพันธะของพอลิเมอร์ที่ใช้เป็นวัสดุตัวพาได้ตามต้องการ ทีมวิจัยได้พัฒนาพอลิเมอร์ประเภทใหม่ที่ประกอบไปด้วยหมู่โครงสร้างในกลุ่ม o-nitrobenzyl alcohol (ONB) และ bromo-coumarin (Bhc) ซึ่งมีความไวต่อคลื่นแสงอัลตราไวโอเลตและเนียร์อินฟราเรดขึ้นมา ซึ่งจากการศึกษาพบว่า พอลิเมอร์ที่พัฒนาขึ้นดังกล่าวสามารถที่จะเกิดการสลายตัวได้เมื่อได้รับการฉายด้วยคลื่นแสงอัลตราไวโอเลตหรือคลื่นแสงเนียร์อินฟราเรดที่ระยะเวลาไม่นาน โดยจะเปลี่ยนจากพอลิเมอร์สายโซ่ยาวเป็นมอนอเมอร์ที่มีสายโซ่สั้นซึ่งสามารถถูกกำจัดออกจากร่างกายได้อย่างสะดวก เมื่อนำไปทดลองผลิตเป็นอนุภาคขนาดนาโนและกักเก็บสีภายใน พบว่าอนุภาคดังกล่าวสามารถที่จะเกิดการสลายตัวและปลดปล่อยสีที่กักเก็บอยู่ออกมาภายหลังจากการฉายด้วยคลื่นแสงเนียร์อินฟราเรดเพียงระยะเวลา 1 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการที่จะประยุกต์ในพอลิเมอร์ดังกล่าวในการเป็นตัวพาสารออกฤทธิ์ไปในอวัยวะที่ต้องการและกระตุ้นให้เกิดการปลดปล่อยออกมาตามระยะเวลาที่กำหนดได้ นอกจากสมบัติทางด้านการปลดปล่อยแล้ว ความเข้ากันได้ทางชีวภาพของวัสดุตัวพาที่จะนำไปใช้งานก็มีความสำคัญเช่นกัน จากการศึกษาความเป็นพิษของพอลิเมอร์และสารที่ได้จากการสลายตัวพบว่ามีความเป็นพิษใกล้เคียงกับโคพอลิเมอร์ของแลกไทด์และไกลโคไลด์ซึ่งเป็นพอลิเมอร์สลายตัวได้ทางการแพทย์ที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน นอกจากการปลดปล่อยยาแล้ว พอลิเมอร์นี้ยังสามารถนำไปใช้ในการปลดปล่อยสารช่วยเพิ่มความเปรียบต่างของภาพ (contrasing agents) สำหรับการถ่ายภาพทางการแพทย์ในบริเวณที่ต้องการได้อีกด้วย และคาดว่าจะยังมีการนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางด้านอื่น ๆ ได้อีกมากมายในอนาคต




ภาพแสดงหลักการและโครงสร้างทางเคมีของพอลิเมอร์ที่ไวต่อคลื่นแสงเนียร์อินฟราเรดในการทำให้เกิดการสลายตัว[3]




ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อฉายด้วยคลื่นแสงเนียร์อินฟราเรดที่ระยะเวลาต่าง ๆ[2]




ภาพแสดงการปลดปล่อยสีออกจากอนุภาคพอลิเมอร์ขนาดนาโนภายหลังการฉายด้วยคลื่นแสงเนียร์อินฟราเรดเป็นเวลา 1 นาที (เส้นทึบ) เมื่อเทียบกับอนุภาคพอลิเมอร์ที่ไม่ถูกฉายด้วยคลื่นแสง (เส้นประ) ซึ่งจะสังเกตได้จากการลดลงของระดับฟลูออเรสเซนส์[3]

**เอกสารอ้างอิง**


1. http://contemporarymedicine.net/intergrative-therapies/
2. N Fomina, CL McFearin, M Sermsakdi, JM Morachis and A Almutairi (2011) Macromolecules, 44 (21), pp. 8590.
3. Caroline de Gracia Lux, Cathryn L McFearin, Shivanjali Joshi-Barr, Jagadis Sankaranarayanan, Nadezda Fomina and Adah Almutairi (2012) ACS Macro Lett, 9;1(7), pp. 922.
4. http://www.gizmag.com/polymer--medical-use-of-low-power-near-infrared-light/21057/
5. http://www.sciencedaily.com/releases/2011/10/111003132445.htm
6. http://www.sciencedaily.com/releases/2011/11/111116143049.htm