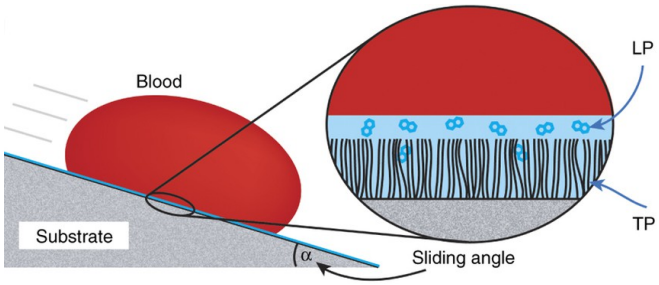
ผิวเคลือบป้องกันการเกาะของลิ่มเลือดและคราบจุลินทรีย์

ดร.จินตมัย สุวรรณประทีป

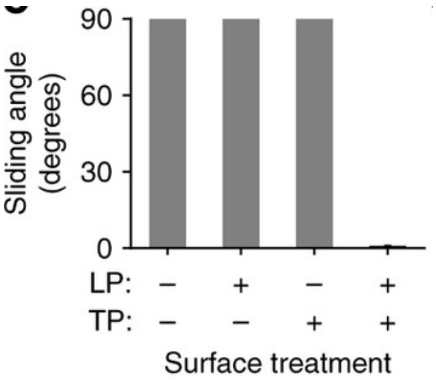
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค)

ปัญหาหนึ่งของการใช้อุปกรณ์การแพทย์แบบฝังในที่ต้องมีการสัมผัสกับเลือดหรือมีเลือดไหลผ่าน เช่น หัวใจเทียม เครื่องกระตุ้นหัวใจ เครื่องกระตุกหัวใจ เป็นต้น คือการที่เลือดเกิดการแข็งตัวเป็นลิ่มเลือดบนพื้นผิวในส่วนต่าง ๆ ของอุปกรณ์อันเนื่องมาจากการเกาะตัวของไฟบรินและเกล็ดเลือดจากเลือดที่สัมผัสหรือไหลผ่าน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการอุดตันและลดประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ไป ทำให้ต้องมีการให้ยาต้านการเกิดลิ่มเลือดในผู้ป่วยที่มีการใช้งานอุปกรณ์ฝังในดังกล่าวควบคู่ไปด้วย แต่ถึงแม้จะช่วยในการลดการเกิดลิ่มเลือดได้ การใช้ยาต้านการเกิดลิ่มเลือดนั้นอาจส่งผลข้างเคียงต่อผู้ป่วย เช่น ภาวะเลือดหยุดยาก ภาวะเกล็ดเลือดต่ำ ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ ภาวะโพแทสเซียมสูง เป็นต้น และการใช้ยาดังกล่าวยังไม่สามารถทำได้สำหรับคนไข้บางกลุ่มเสี่ยงอีกด้วย

ด้วยปัญหานี้เองจึงทำให้มีความต้องการในการปรับปรุงพื้นผิววัสดุที่ต้องสัมผัสกับเลือดในอุปกรณ์ฝังในให้มีความสามารถในการลดหรือป้องกันการเกาะตัวของลิ่มเลือดได้ ซึ่งที่ผ่านมาได้มีความพยายามในการพัฒนาพื้นผิวหลายประเภทให้มีคุณสมบัติดังกล่าว โดยหวังว่าจะทำให้การใช้ยาต้านการเกิดลิ่มเลือดนั้นหมดไป ซึ่งผิวเคลือบที่พบว่ามีประสิทธิภาพที่สุด ได้แก่ การเคลือบสารเฮพาริน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของยาต้านการเกิดลิ่มเลือด ด้วยปฏิกิริยาทางเคมีลงบนพื้นผิวของวัสดุ ถึงแม้ผิวเคลือบดังกล่าวจะสามารถช่วยในการลดการเกาะตัวของลิ่มเลือดได้ แต่ประสิทธิภาพของเคลือบผิวดังกล่าวจะลดลงตามระยะเวลาการใช้งานอย่างรวดเร็วเนื่องจากการหลุดออกของผิวเคลือบเฮพาริน ทำให้ยังคงไม่สามารถลดการใช้งานยาต้านการเกิดลิ่มเลือดในระยะยาวได้อย่างแท้จริง เมื่อไม่นานมานี้มีรายงานถึงการพัฒนาผิวเคลือบแบบใหม่ที่สามารถป้องกันการเกาะตัวของเลือดได้โดยเลียนแบบพื้นผิวในธรรมชาติของพืชประเภทต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง ซึ่งบริเวณพื้นผิวจะมีลักษณะเป็นรูพรุนที่สามารถกักเก็บของเหลวไว้ได้บนพื้นผิวซึ่งจะทำให้ได้พื้นผิวที่ลื่นเพื่อไม่ให้แมลงสามารถเกาะติดได้ จากแนวคิดดังกล่าว ทีมวิจัยได้ทำการเปลี่ยนสภาพของพื้นผิววัสดุการแพทย์ให้มีลักษณะดังกล่าวโดยการเคลือบผิว 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกจะเป็นการสร้างพื้นผิวรูพรุนขึ้นมาโดยการเคลือบชั้นเดี่ยวของเปอร์ฟลูออโรคาร์บอนด้วยปฏิกิริยาเคมี (tethered perfluorocarbon: TP) จากนั้นจึงทำการเคลือบผิวขั้นที่ 2 ด้วยเปอร์ฟลูออโรคาร์บอนเหลว (liquid perfluorocarbon: LP) ซ้ำลงบนผิวเคลือบชั้นแรก ซึ่งจะทำให้ได้พื้นผิวที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกาะติดของเลือดได้สำเร็จ และมีชื่อเรียกว่าเคลือบผิวแบบ TLP (tethered-liquid perfluorocarbon) ทั้งนี้การเคลือบผิวเพียงขั้นตอนเดียวพบว่าไม่สามารถสร้างพื้นผิวที่มีประสิทธิภาพดังกล่าวได้



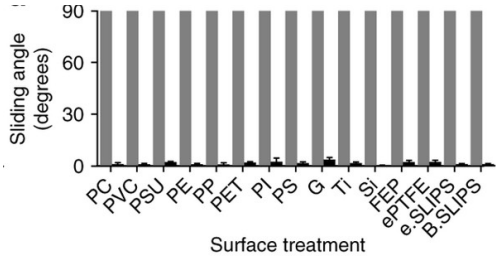
ภาพแสดงแนวความคิดของพื้นผิวแบบ TLP ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นผิวชั้นแรกของเปอร์ฟลูออร์โรคาร์บอนที่ถูกทำปฏิกิริยาทางเคมีเป็นชั้นเดี่ยวบนพื้นผิววัสดุ (TP) จากนั้นเคลือบซ้ำด้วยเปอร์ฟลูออร์โรคาร์บอนเหลว (LP) ซึ่งจะช่วยในการสร้างเคลือบผิวที่สามารถป้องกันการยึดเกาะของเลือดได้[1]



ภาพเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเคลือบผิวประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะพบว่าการเคลือบผิวแบบ LP อย่างเดียว และแบบ TP อย่างเดียวจะมีประสิทธิภาพที่ไม่ต่างจากพื้นผิวที่ไม่ได้เคลือบผิว แต่เคลือบผิวแบบ TLP นั้นจะสามารถลดการเกาะติดของเลือดบนพื้นผิวได้อย่างมาก[1]

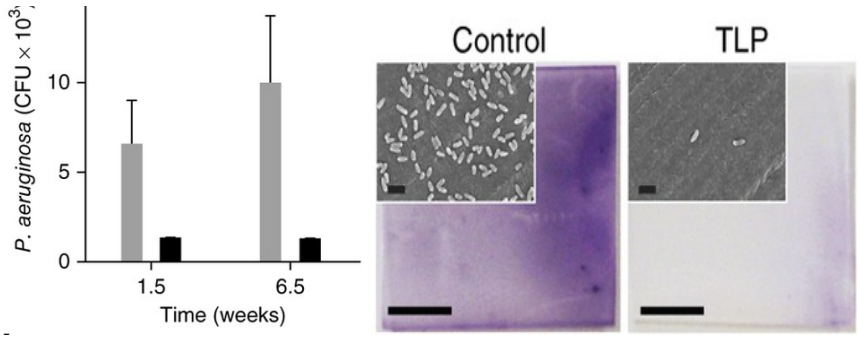
ข้อดีของเทคนิคการเคลือบผิวคือ สามารถป้องกันการเกาะติดได้ทั้งเลือดและองค์ประกอบของเลือด เช่น ไฟบริน หรือเกล็ดเลือด สามารถประยุกต์ใช้ได้กับวัสดุการแพทย์หลากหลายประเภทที่ใช้งานในอุปกรณ์ฝังในไม่ว่าจะเป็น โลหะ พลาสติก หรือแก้ว นอกจากนี้ผิวเคลือบนี้ยังมีความเสถียร ทนทาน และสามารถคงประสิทธิภาพต่อความเค้นที่เกิดขึ้นจากการไหลของเลือดที่อัตราเร็วที่พบในธรรมชาติ รวมทั้งในอุปกรณ์ฝังในทางการแพทย์ประเภทต่าง ๆ รวมทั้งยังมีอายุในการเก็บรักษาที่ยาวนาน โดยพบว่าภายหลังการจัดเก็บที่อุณหภูมิความชื้นปกติเป็นเวลามากกว่า 1 ปี ก็ยังคงมีประสิทธิภาพไม่ลดลง นอกจากป้องกันการเกาะติดของเลือดและองค์ประกอบของเลือดแล้ว ผิวเคลือบนี้ยังสามารถช่วยลดความสามารถในการเจริญของเชื้อแบคทีเรียบนพื้นผิวได้อีกด้วย โดยจากการทดลองพบว่า ผิวเคลือบ TLP สามารถลดการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* บนพื้นผิวได้มากกว่า 5 เท่าเมื่อเทียบกับพื้นผิวปกติ ซึ่งทำให้ผิวเคลือบดังกล่าวมีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดคราบจุลินทรีย์ไปพร้อมกัน ถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมผิวเคลือบที่มีประโยชน์อย่างมากต่อผู้ป่วยที่ต้องใช้งานอุปกรณ์ฝังใน หากนำไปใช้งานในทางคลินิกแล้วจะสามารถช่วยลดปริมาณการ

ใช้ยาต้านการเกิดลิ่มเลือดและยาปฏิชีวนะได้ ทำให้สามารถลดอาการแทรกซ้อนและอาการไม่พึงประสงค์ รวมทั้งลดข้อจำกัดของการใช้งานในผู้ป่วยได้อีกด้วย



ภาพแสดงประสิทธิภาพของเคลือบผิว TLP ที่สามารถถูกเคลือบบนพลาสติกที่ใช้งานในการผลิตอุปกรณ์ฝังในประเภทต่าง ๆ และยังมีความสามารถในการป้องกันการเกาะติดของเลือด[1]

ภาพแสดงการไหลและเกาะติดของเลือดบนพื้นผิวที่ไม่ได้เคลือบผิว (ซ้าย) และพื้นผิวที่เคลือบด้วยเทคนิค TLP (ขวา) ซึ่งจะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน[3]



ภาพแสดงการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย Pseudomonas aeruginosa บนพื้นผิวพลาสติกที่ไม่ได้เคลือบผิวและเคลือบผิวด้วยเทคนิค TLP ซึ่งพบว่าการเคลือบผิวจะลดการเกาะติดและเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้มาก[1]

เอกสารอ้างอิง

1. D. C. Leslie, A. Waterhouse, J. B. Berthet, T. M. Valentin, A. L. Watters, A. Jain, P. Kim, B. D. Hatton, A. Nedder, K. Donovan, E. H. Super, Caitlin Howell, C. P. Johnson, T. L. Vu, D. E. Bolgen, S. Rifai, A.

R. Hansen, M. Aizenberg, M. Super, J. Aizenberg and D. E. Ingber (2014) Nature Biotechnology, 32, pp. 1134-1140.

2. http://wyss.harvard.edu/viewpressrelease/171/bioinspired-coating-for-medical-devices-repels-blood-and-bacteria

3. http://scitechdaily.com/new-tlp-coating-repels-blood-bacteria/