

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

259

การศึกษาผลอิทธิพลของคลอโรฟิลล์ที่มีต่อลักษณะการเรียงตัวของ
เม็ดเลือดแดงแบบ rouleaux ในอาสาสมัคร

Scanning Electron Microscopic study of the effects of water
soluble chlorophyll of human red blood cells

คณะผู้ดำเนินการวิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร.บุษบา ปันยารชุน

ผู้ร่วมวิจัย

รศ.ดร.วิภาวี อนุพันธ์พิศิษฐ์

ผู้ร่วมวิจัย

นางสาวสุมล จิ่งอุดมเจริญ

ผู้ร่วมวิจัย

นายณพดล อินทรทัต

สถานที่ทำวิจัย :

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23

เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

โทรศัพท์ 022602234-5 ต่อ 4530 ,4502

โทรสาร 022601532

รายงานนี้ได้รับเงินอุดหนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประเภท เงินรายได้ คณะแพทยศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

572.46
ก522

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาผลอิทธิพลของคลอโรฟิลล์ที่มีต่อลักษณะการเรียงตัวของ
เม็ดเลือดแดงแบบ rouleaux ในอาสาสมัคร

Scanning Electron Microscopic study of the effects of water
soluble chlorophyll of human red blood cells

คณะผู้ดำเนินการวิจัย

หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.บุษบา ปันยารชุน

ผู้ร่วมวิจัย รศ.ดร.วิภาวี อนุพันธ์พิติษฐ์

ผู้ร่วมวิจัย นางสาวสุมล จิ่งอุดมเจริญ

ผู้ร่วมวิจัย นายนพดล อินทรทัต

สถานที่ทำวิจัย : ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์ 022602234-5 ต่อ 4530 ,4502
โทรสาร 022601532

รายงานนี้ได้รับเงินอุดหนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประเภท เงินรายได้ คณะแพทยศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของคลอโรฟิลล์ ที่มีผลต่อโครงสร้างเม็ดเลือดแดงของมนุษย์ ด้วยวิธีการศึกษาในระดับกล้องจุลทรรศน์แบบแสงธรรมดา สามารถตรวจพบว่า เมื่อทำการสเปียร์สไลด์เลือดของอาสาสมัคร ที่เวลาต่างกันคือ ก่อนกินคลอโรฟิลล์ และหลังกินคลอโรฟิลล์เป็นเวลา 30, 45, 60 นาที ผลการทดลองมีการกระจายตัวของเม็ดเลือดต่างกัน โดยก่อนรับประทานคลอโรฟิลล์พบการกระจายตัวของเม็ดเลือดแดงน้อยและการเรียงตัวของเม็ดเลือดแดงลักษณะแบบ rouleaux แต่หลังรับประทานคลอโรฟิลล์เป็นเวลา 45 นาที พบลักษณะของเม็ดเลือดแดงมีการกระจายตัวมากที่สุดและไม่พบการเรียงตัวของเม็ดเลือดแดงลักษณะแบบ rouleaux แต่ในทางตรงกันข้ามหลังรับประทานคลอโรฟิลล์ 45 นาที จะสังเกตเห็นการกระจายตัวของเม็ดเลือดแดงน้อยและเม็ดเลือดแดงที่มีลักษณะแบบ rouleaux เมื่อศึกษาด้วยวิธีการ Wintrob'tube พบว่าอัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง (ESR) ของอาสาสมัครผู้ชายและผู้หญิงก่อนรับประทานคลอโรฟิลล์คือ 13 ± 0.4 และ 17.2 ± 0.3 mm/hr ตามลำดับ แต่หลังจากรับประทานคลอโรฟิลล์เป็นเวลา 45 นาที อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงช้ากว่าก่อนรับประทานอย่างเป็นนัยสำคัญ (t -test, $p < 0.05$) คือ 12.2 ± 0.5 และ 15.9 ± 0.6 mm/hr ตามลำดับ จากนั้นได้นำตัวอย่างเลือดของอาสาสมัครมาศึกษาในระดับจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าลักษณะการกระจายตัวของเม็ดแดง และลักษณะการเรียงตัวของเม็ดแดงแตกต่างกัน โดยก่อนรับประทานคลอโรฟิลล์มีการกระจายตัวของเม็ดเลือดแดงน้อยกว่าหลังรับประทานคลอโรฟิลล์ที่เวลา 45 นาที แต่ลักษณะการเรียงตัวแบบ rouleaux จะเห็นได้ชัดกว่าหลังรับประทานคลอโรฟิลล์ ซึ่งจากการวิจัยนี้สรุปได้ว่า คลอโรฟิลล์มีผลต่อลักษณะการเรียงตัวของเม็ดเลือดแดงแบบ rouleaux

บทนำ

วารสารแพทย์ Journal of The American Medical Association ประจำเดือนมีนาคม ค.ศ. 1961 ได้ตีพิมพ์ความเรื่องชนชาวฮันซามีอายุยืนเป็นปกติ 120 ปี และชาวฮันซาจำนวนหนึ่งมีอายุได้ถึง 140 ปี โดยที่ยังมีสุขภาพแข็งแรง สมาคมแพทย์อเมริกา (National Geriatrics Society) มีการประชุมในวันที่ 1 พฤษภาคม ค.ศ. 1961 ลงมติให้ Dr. Jay Hoffman ไปสำรวจเรื่องชาวฮันซา ผลของการสำรวจพร้อมหลักฐานต่างๆ ทำให้ Dr. Jay Hoffman ได้รับรางวัล Oscar Award ทางการแพทย์จาก National Geriatrics Society of America ณ กรุงวอชิงตัน ดี ซี ณ วันที่ 2 พฤษภาคม ค.ศ. 1962 ต่อมาในการประชุม International Gerontology Congress ครั้งที่ 6 ที่ประเทศเดนมาร์ก มีแพทย์และนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมประชุมจากทั่วโลกกว่า 1,000 คน โดยมีรายงานการวิจัยกว่า 500 เรื่อง ที่ประชุมได้มีความเห็นว่า มนุษย์วัยระหว่าง 120-140 ปี โดยที่ไม่แก่และไม่เจ็บป่วย (...not senile nor sick with disease) และนายแพทย์ทoben เกล (Toben Geill M.D.) ซึ่งเป็นประธานของสมาคม International Association of Gerontology ได้ประกาศในวันที่ 24 สิงหาคม ค.ศ. 1963 ว่า “มนุษย์ควรมีอายุขัยปกติอย่างน้อยคือ 120 ปี โดยมีสุขภาพแข็งแรงและสัมผัสประสาทครบถ้วน”

จากการสำรวจโดยกลุ่มวิจัยหลายคณะ พบว่ามีมนุษย์อายุยืนเกินหนึ่งร้อยปีมากกว่า 10 เผ่าพันธุ์อาศัยอยู่ตามเชิงเขาประเทศต่างๆ เช่น Hunza, Nagir, Abkhasian, Otomi, South American Indian, Mountain people in Peru, Vilcabamban ฯลฯ (Hoffmand 1997, Santori 1994, Taylor 1968, พ.ญ. ชูดา ศรีสุคนธ์ 2543) มนุษย์เหล่านี้พืชผักสดผลไม้สดเป็นอาหารหลัก เผ่าที่มีประชากรมากที่สุดและมีข้อมูลมากที่สุด คือ ชาวฮันซาซึ่งมีประชากรประมาณ 30,000 คน (ค.ศ. 1961) และ 60,000 คน (ค.ศ. 1982) นอกจากนี้ยังมีกลุ่มอายุยืนระหว่าง 85-110 ปี อีกหลายกลุ่ม เช่น ชาวเกาะโอกินาวาในประเทศญี่ปุ่น ชาวเขาดอนใต้ในประเทศจีน (กลุ่มเผ่าสมาธิในเทียนฉานและทิเบต) ชาวชนบทในประเทศบุรุนดี ชาวเกาะ Pitcairn of south pacific (น.พ. วิจิตร บุญยะโทตระ 2543)

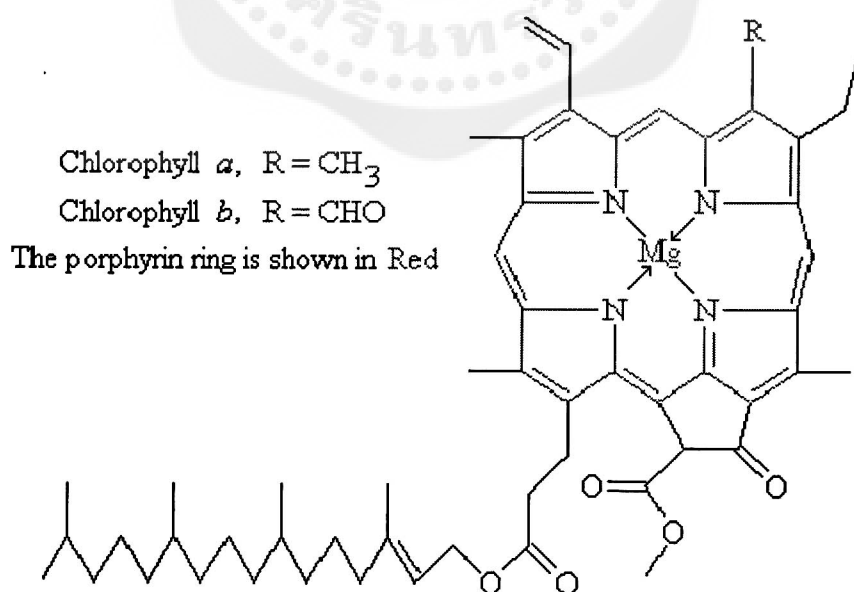
กลุ่มวิจัยได้สรุปว่าสิ่งที่ทำให้มนุษย์มีอายุยืนยาวและมีสุขภาพแข็งแรง มีหลักสำคัญอยู่ 2 ประการ คือ อากาศบริสุทธิ์และการบริโภคพืชผักผลไม้สดที่บริสุทธิ์ตามธรรมชาติ แต่ในทางตรงกันข้ามกับชาวเอสกิโมที่ไม่เคยบริโภคพืชผักผลไม้จึงมีอายุขัยเฉลี่ยสั้นมากเพียง 27 ปีครึ่ง (ดร. เกียรติวรรณ อมาตยกุล 2543)

ผลของการวิจัยในกลุ่มมนุษย์อายุยืนทำให้มีผู้สนใจจำนวนมากทั่วโลกสนใจปฏิบัติตามและประกาศว่าจะมีอายุยืนเกินหนึ่งร้อยปีอย่างมีคุณภาพ ในประเทศที่มีความเจริญสูง เช่น สหรัฐอเมริกา ประชากรเสียชีวิตมากที่สุดเรียงตามลำดับ 4 โรค คือ โรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดและโรคอัลไซเมอร์ โรคดังกล่าวนี้เป็นโรคที่แพทย์แผนปัจจุบันรักษาไม่หาย แต่ในขณะเดียวกันแพทย์แผนปัจจุบันที่นำธรรมชาติบำบัดเข้ามาผสมผสาน (Sinatra 1998, Zuess 1998) สามารถบำบัดโรคต่างๆ ได้ดีมากและผู้ป่วยหลายรายกลับมาใช้ชีวิตได้เหมือนเดิมเป็นปกติ แต่ที่น่าแปลกใจอย่างมากคือโรคดังกล่าวไม่ปรากฏพบในชาวฮันซา

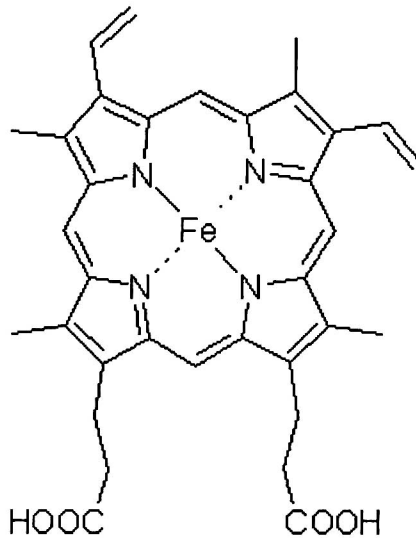
ความรู้บางอย่างที่มีมาแต่โบราณกาลได้กลับเข้ามาสู่ความสนใจในขณะนี้คือ ความรู้เรื่องพลังชีวิต (Vital Energy) มิวลิจีน โบราณที่กล่าวว่า “ผู้มีเลือดบริสุทธิ์มีอายุยืนเกินร้อยปีโดยมีสุขภาพแข็งแรง ผู้มีเลือดไม่บริสุทธิ์ มีอายุสั้นและตายอย่างทุกข์ทรมาน” นักวิทยาศาสตร์ที่สนใจเรื่องพลังชีวิตจึงพยายามเชื่อมโยง

ความสัมพันธ์ของเลือดกับผักผลไม้ ออกมาให้เห็นเป็นรูปธรรม คือ ความสัมพันธ์กับเลือดมนุษย์กับคลอโรฟิลล์ในพืชสีเขียว Dr. Richard Willstater เป็นผู้วิจัยพบสูตรโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ที่ประกอบไปด้วยแมกนีเซียมหนึ่งอะตอมตรงกลาง ล้อมรอบด้วยกลุ่มคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนและไนโตรเจน ซึ่งทำให้ Dr. Willstater ได้รับรางวัลโนเบลในปี ค.ศ. 1915 ต่อมาในปี ค.ศ. 1930 Dr. Hans Fisher ได้รับรางวัลโนเบลจากการค้นพบสูตรโครงสร้างทางเคมีของฮีม (Heme) ในเม็ดเลือดแดง ปรากฏว่าโครงสร้างหลักของคลอโรฟิลล์กับฮีมเหมือนกันแทบทุกประการคือ ประกอบไปด้วย 4 โมเลกุลของ Pyrrole ring ล้อมรอบธาตุ 1 อะตอมตรงกลาง มีความแตกต่างเพียงเล็กน้อย คืออะตอมตรงกลางเป็นธาตุแมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ แต่เป็นธาตุเหล็กในฮีม (Bell 1976) (รูปที่ 1 และ 2)

คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงในพืชสีเขียว ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายใน Organic solvents, acetone และไขมันซึ่งไม่สามารถทำให้คลอโรฟิลล์บริสุทธิ์ได้ (Smith 1944) คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่มีสีเขียว ในพืชสีเขียวจะมีคลอโรฟิลล์อยู่ 2 ชนิดคือคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี โครงสร้างของคลอโรฟิลล์แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ วงแหวนคลอริน์มีลักษณะชอบน้ำ เกิดจากวงแหวนไพร์โรล 4 วง เชื่อมต่อกันเป็นวงมี Mg จับอยู่ตรงกลาง คล้ายกับโครงสร้างของฮีมในไมโอโกลบินและในไซโทโครม ส่วนที่สองคือไฟทอลเป็นเป็นสายโซ่เทอร์พีนอยด์ขนาดความยาว C เชื่อมต่อกับวงไพโรที่สี่ มีลักษณะไม่ชอบน้ำเป็นส่วนที่ช่วยให้โมเลกุลของคลอโรฟิลล์แทรกอยู่ในโปรตีนที่ฝังอยู่ในชั้นลิพิดไบเลเยอร์ของเยื่อธิลาคอยด์ และส่วนนี้เองที่ทำให้สามารถสกัดเอาคลอโรฟิลล์ออกได้ โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ เอ ต่างจากคลอโรฟิลล์ บี ตรงหมู่ R ที่เชื่อมกับวงแหวนที่สอง กล่าวคือในคลอโรฟิลล์ เอ จะเป็นหมู่เมทิลส่วนในคลอโรฟิลล์ บี จะเป็นหมู่แอลดีไฮด์ ในพืชสีเขียวโดยทั่วไปปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ จะมากกว่าคลอโรฟิลล์ บีอยู่ 2 เท่า



รูปที่ 1 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ (ภาพจาก [webexhibits.org/causesofcolor/ 7.html](http://webexhibits.org/causesofcolor/7.html))



รูปที่ 2 โครงสร้างของฮีม(ภาพจาก www.bmb.leeds.ac.uk/tpdg/hglobin.htm)

การทำให้คลอโรฟิลล์บริสุทธิ์มีขั้นตอนที่ซับซ้อนโดยใช้ปฏิกิริยาของ Sodium และ Copper ได้เป็นคลอโรฟิลล์บริสุทธิ์อยู่ในรูปของ sodium copper chlorophyllin คลอโรฟิลล์บริสุทธิ์ มีคุณสมบัติละลายในน้ำ เรียกว่า water soluble chlorophyll คลอโรฟิลล์บริสุทธิ์สกัดได้จากผักสีเขียวได้แก่ spinach , nettles และ alfalfa พบว่าใบสด 1 กิโลกรัม สกัดคลอโรฟิลล์ได้ 1.5 กรัม และใบแห้ง 1 กิโลกรัมสกัดคลอโรฟิลล์ได้ 7.5 กรัม ปัจจุบันบริษัท De Souza Company, California ใช้อัลฟัลฟ่าสดดอกสีม่วง 1 กิโลกรัมสกัดคลอโรฟิลล์ได้ 2.25 กรัม ได้มีการวิจัยหลายสถาบัน (Smith 1944, Serling 1950, Sering 1952) สรุปข้อมูลสำคัญ 3 ประการของ water soluble chlorophyll (ศาสตราจารย์ นายแพทย์สมิท) ไว้ดังนี้

- 1.เป็นสารบริสุทธิ์ควรเลือกใช้ทางคลินิก
- 2.ผลการใช้ไม่มีอาการระคายเคือง(Bland and non-irritating) และ
- 3.จากการทดลองใช้ในมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งการฉีดเข้าใต้ผิวหนังและเส้นเลือดดำ ไม่ปรากฏอาการ ของพิษใดๆ (Total absence of toxicity)

ได้มีการทดลองฉีด water soluble chlorophyll เข้าไปในหนู 3,000 mg/kg ก็ไม่ปรากฏผลข้างเคียงแต่อย่างใด และยังไม่มียารายงานถึง maximum dose ที่ใช้กับสัตว์และมนุษย์ที่จะทำให้เกิดอันตรายได้ ทาง การแพทย์ใช้ water soluble chlorophyll เป็น bacteriostatic และดับกลิ่นตัว ในระยะต่อมากลุ่มแพทย์ ผสมผสาน (complimentary medicine, alternativemedicine, natural medicine) ได้มีการใช้ water soluble chlorophyll ในกานบำบัดโรคเลือดจางหลายชนิด โรคความดันสูง แผลในกระเพาะอาหาร โรคลำไส้อักเสบ โรคเหงือกอักเสบ โรคฟัน รอบเดือนในสตรีผิดปกติ การขาดสมดุลของแคลเซียม และโรคชรา (Jensen 1984, Young 1980, Rudolph 1957, Koser 1952,นายแพทย์วิสัย วงศ์สายปิ่น 2536) และยังมีอีก 4 ประการ ในคุณสมบัติพิเศษของ water soluble chlorophyll ดังนี้

1. เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxident)
2. กองทัพบกสหรัฐอเมริกาทดลองในหนูที่โดนสารกันมันตรังสี พบว่าหนูที่ให้คลอโรฟิลล์มีอายุ ยืนนานเป็น 2 เท่าของหนูกลุ่มที่ไม่ได้รับคลอโรฟิลล์

3. มีการทดลองเลี้ยงหนูให้อยู่ในสภาวะแวดล้อมเป็นปกติอย่างเดียวกัน แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเลี้ยงเป็นปกติ ส่วนกลุ่มที่ 2 เสริมอาหารด้วยคลอโรฟิลล์ จากการทดสอบความแข็งแรงของพลังกล้ามเนื้อโดยให้หนูว่ายน้ำ ผลปรากฏว่ากลุ่มแรกว่ายน้ำได้ 1 ชั่วโมง แต่กลุ่มที่ 2 ว่ายน้ำได้ 3 ชั่วโมง แสดงถึงประสิทธิภาพของพลังกล้ามเนื้อที่สูงเป็น 3 เท่า

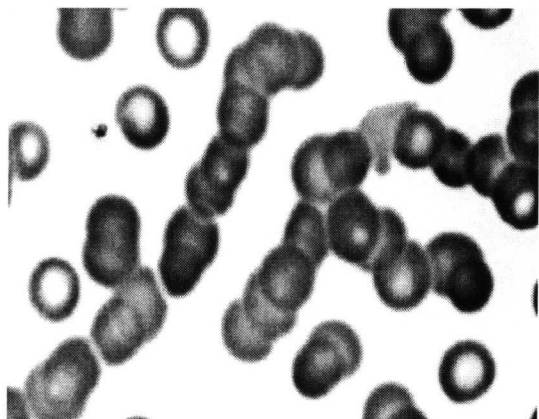
4. มีการทดลองในหนูโดยเจาะเลือดบางส่วนออกแล้วแทนที่ด้วยน้ำเกลือ ทำให้หนูเสียชีวิตภายในระยะเวลาอันสั้น แต่เมื่อแทนที่เลือดด้วยคลอโรฟิลล์ในปริมาณที่เท่ากัน ปรากฏว่าหนูมีชีวิตต่อไปได้เป็นปกติ

จากความรู้พื้นฐานของเลือด (Bell 1976) มนุษย์มีเลือดอยู่ในร่างกาย 5 ลิตร โดยมีเม็ดเลือดแดง 25 ล้านล้านตัว ใน 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตรของน้ำเลือด (plasma) มีจำนวนเม็ดเลือดแดง 4.5-5 ล้านตัว เลือดเป็นตัวพาออกซิเจนและอาหารไปเลี้ยงเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกาย และเลือดนำของเสียจากเซลล์ไปถ่ายทิ้งตามอวัยวะขับถ่ายของเสีย เช่น ไต ปอด ผิวหนัง ปฏิกริยาต่างๆของขบวนการชีวเคมีทั้งปวงในเลือดจะเป็นไปด้วยดีเมื่อเม็ดเลือดแดงกระจายตัวออกจากกันใน plasma ทั้งนี้เป็นเพราะพื้นที่ผิวที่ทำปฏิกิริยาของเม็ดเลือดแดงคือ พื้นที่เว้า (concave surface) ของเม็ดเลือดแดง แต่ในความเป็นจริงเมื่อเจาะเลือดออกจะพบว่าเม็ดเลือดแดงอยู่ซ้อนทับกันเป็นแถวที่เรียกว่า rouleaux ซึ่งพบเห็นได้มากมายทั่วไปมีผลทำให้พื้นที่ผิวของเม็ดเลือดแดงทำงานได้น้อยมาก จากทฤษฎีความชราในมนุษย์ที่เกิดจากอนุมูลอิสระ (free-radical theory of aging, Murray 1998) ที่มาจากสิ่งแวดล้อมคืออากาศและอาหารเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกนำไปยังทุกๆเซลล์โดยเลือดเป็นตัวกลางขนส่งทำให้มีผลคือเกิดสารพิษมากมายในกระแสเลือด อนุมูลอิสระในเลือดทำให้เม็ดเลือดแดงเกาะกลุ่มเป็น rouleaux จำนวนมากมาย นั่นคือประสิทธิภาพการทำงานของเลือดลดลง (White 1997) ไปอาจถึง 80-90% มนุษย์ที่อยู่บนภูเขาสูงมีออกซิเจนน้อยจะมีเม็ดเลือดแดงมากกว่า 5 ล้านตัวใน 1 ลูกบาศก์ แต่การที่มีเม็ดเลือดแดงเป็นจำนวนมากถ้ามีการเกาะกลุ่มกันหนาแน่นคือเม็ดเลือดแดงที่ด้อยคุณภาพพบในผู้ป่วยโรคเลือดบางชนิดเช่น erythrocythemia in congenital heart failure

Rouleaux formation คือ การที่เม็ดเลือดแดงมาเรียงซ้อนกัน ลักษณะเหมือนเหรียญวางซ้อนกันรูปที่ 3 เนื่องจากในน้ำเลือดมีสารพวก free Radicals อยู่ อาจมาจากสิ่งแวดล้อมและสะสมอยู่ในร่างกายเป็นเวลานาน มีผลทำให้การทำงานของเม็ดเลือดแดงทำได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากโครงสร้างแบบ rouleaux ทำให้พื้นที่ผิวแดงของเม็ดเลือดแดงเหลือน้อยลง ดังนั้น การทำงานของเม็ดเลือดแดงจึงน้อยลงด้วย

ปัจจัยที่ทำให้เกิดโครงสร้างแบบ rouleaux คือ

1. เกิดจาก free-radical (free-radical theory of aging, Murray 1998) ที่มาจากสิ่งแวดล้อมคืออากาศและอาหาร และสะสมเป็นเวลานานหลายปี
2. การเตรียม สเมียร์เลือด นานเกินไป
3. ความเข้มข้นของ plasma protein สูง และมีค่า ESR สูง
4. บริเวณที่เกิดบาดแผล เกิด autoagglutination
5. Rouleaux สามารถ กระจายตัวได้ใน 0.9 % normal saline แต่ถ้าเกิดจาก autoagglutination จะไม่เกิดการกระจาย
6. เกิดจากความผิดปกติของ abnormal globulins หรือ fibrinogen จะพบมากในผู้ป่วยที่เป็นโรค multiple myeloma , macroglobulinemia (Umeki และคณะ 1989)



รูปที่ 3 ลักษณะโครงสร้างแบบ Rouleaux

(ภาพ www.5a.biglobe.ne.jp/~ninomiya/)

อนุมูลอิสระ (Free Radicle) คือ โมเลกุลที่มีธาตุที่ไม่มั่นคงเนื่องจากขาด อิเล็กตรอน ไป 1 ตัว ปกติแร่ธาตุทั้งหลายในร่างกายของเรามีอิเล็กตรอนอยู่รอบเป็นจำนวนคู่ ซึ่งทำให้โมเลกุลนั้นคงตัว ในกรณีที่มีการสูญเสีย อิเล็กตรอน หรือรับ อิเล็กตรอน มาอีกเพียง 1 ตัวจะทำให้โมเลกุลนั้นไม่มั่นคง กลายเป็นตัวอันตราย และตัวเจ้าปัญหาคือพอเจอใครเขาดีๆก็แย่ง อิเล็กตรอน มาจากเขาแทน 1 ตัว ผู้ถูกแย่งก็กลายเป็นตัวเจ้าปัญหาแทนเพราะตนไม่มั่นคง ต้องไปแย่งคนอื่นมาเป็นทอดๆ ยกเว้นตัวที่ไม่มั่นคง 2 ตัวมาเจอกันก็จะรวมกันกลายเป็นมั่นคงก็หมดเรื่องไปตัวอย่างของ อนุมูลอิสระ ได้แก่

O_2^- Superoxide anion
 OH^- Hydroxyl radicle
 ROO Peroxy radicle
 H_2O_2 Hydrogen Peroxide

นอกจากนี้ก็ยังอีกมาก อนุมูลอิสระจึงเป็นสารพิษต่อเซลล์ร่างกาย ถ้ามีมากใน เซลล์ก็เป็นอันตรายได้โดยจะทำลาย ดีเอ็นเอ เยื่อหุ้มเซลล์ และอื่นๆ แต่เซลล์ร่างกายพวกเม็ดเลือดขาว ก็ใช้สารพวกนี้กำจัดแบคทีเรีย หลังจากที่เซลล์กินแบคทีเรียเข้าไปในตัวแล้ว อนุมูลอิสระเชื่อว่า มีผลต่อการอักเสบ และการทำลายเนื้อเยื่อในระยะสั้น ในระยะยาวอาจมีผลต่อ ความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์ และอาจเป็นสารการก่อมะเร็ง และโรคหัวใจ คอกระจาก อนุมูลอิสระ มีที่มาจากแหล่งภายนอกในร่างกาย ได้แก่ มลพิษในอากาศ โอโซน ในตรัส ออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่น ควันบุหรี่ อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (แก้ได้โดยใส่วิตามิน อี ลงไปด้วย) หรือธาตุเหล็กมากกว่าปกติ แสงแดด ความร้อน รังสีแกมมา ยาบางชนิด เช่น Doxorubicin ,

Penicillamine, paracetamol, CCl_4 เป็นต้น และแหล่งภายในร่างกายได้แก่ ออกซิเจน เป็นต้น ร่างกายก็มีกลไกที่จะกำจัด อนุมูลอิสระ เหล่านี้โดย 2 วิธี คือ ใช้เอนไซม์ต่างๆในร่างกายเช่น Superoxide dismutase (SOD) และไมใช้เอนไซม์ ได้แก่ วิตามิน อี (tocopherol) เบต้าแคโรทีน (Betacarotene) และ วิตามิน ซี เนื่องจากมีผู้สังเกตว่า เอนไซม์ต่างๆที่ใช้กำจัด อนุมูลอิสระ เช่น SOD มีได้จำกัด แต่สารที่เราสามารถทานเสริมได้แก่ วิตามิน อี วิตามิน ซี เบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระหรือมีอีกชื่อว่า Antioxidant เนื่องจาก เบต้าแคโรทีนมีมากในผักและผลไม้บางชนิด จึงมีการสนับสนุนให้ทานสิ่งเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น โดยมีความเชื่อว่าอาจลดการก่อมะเร็ง ลดการเป็นโรคหัวใจ ขาดเลือดและโรคอื่นๆ

จากการทำ pilot study ของคณะวิจัย ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพบว่า water soluble chlorophyll ทำให้เม็ดเลือดแดงของมนุษย์กระจายตัวออกจากกัน นับเป็นนิมิตหมายอันดีต่อมวลมนุษย์เพราะในความเป็นจริงนั้นสิ่งที่มนุษย์กลัวที่สุดคือ ความตายรองลงมา คือ ความทุกข์ทรมานจากความเจ็บป่วยและความชรา มนุษย์ชั้นชาอายุยืนเกินร้อยปีโดยมีสุขภาพแข็งแรงดี และมีฟันเต็มปาก ชาวฮันซาไม่เป็นโรคฟันผุเพราะบริโภคพืชผักวันละกว่า 1 กิโลกรัมซึ่งมนุษย์ในเมืองไม่สามารถปฏิบัติได้ทางเลือกที่ง่ายและสะดวกที่สุดคือการบริโภค water soluble chlorophyll เพื่อกำจัดหรือลดปริมาณอนุมูลอิสระในเลือดซึ่งผลทำของการทดลองทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานจะต้องได้รับการพิสูจน์ และยอมรับตามลำดับของขั้นตอนต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ water soluble chlorophyll ในการทำให้เม็ดเลือดแดงกระจายตัวออกจากกันอย่างมีนัยสำคัญ เพราะการที่เม็ดเลือดแดงเกาะติดเป็นกลุ่มก้อน โดยเฉพาะการเรียงตัวซ้อนกัน (rouleaux) ทำให้พื้นที่ผิวบุ๋มตัวลงไป (concave surface) ของเม็ดเลือดแดงถูกปิดกั้นจากปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ

2. เพื่อศึกษาโครงสร้างที่แตกต่างกันระหว่างเม็ดเลือดแดงใน control blood กับเม็ดเลือดแดงใน plasma ของผู้ที่บริโภค water soluble chlorophyll โดยการศึกษาอย่างละเอียด ในระดับจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

สมมุติฐานของการวิจัย

แพทย์ผสมผสาน (compliment medicine) ใช้ water soluble chlorophyll ในการช่วยบำบัดพยาธิสภาพหลายชนิดและช่วยทำให้มนุษย์มีอายุยืนยาวขึ้นโดยเฉลี่ย (life-prolonging) โดยที่ยังไม่มีการวิจัยพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มารับรองอย่างชัดเจน แต่ผลลัพธ์ที่เห็นได้จากผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นและหายเป็นปกติได้โดยอาศัยจากคุณสมบัติทาง bacteriostatic ในการเพาะเลี้ยงเชื้อและการรักษาโรคเลือดจางเป็นต้น ซึ่งนำมาประยุกต์กับระบบไหลเวียนของเลือดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงธรรมดา (light microscope) ในการทำ pilot study ปรากฏว่าเห็นการกระจายตัวของเม็ดเลือดแดงได้อย่างมีนัยสำคัญ จึงเห็นได้ว่าถ้าศึกษาโดยละเอียดในระดับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะสามารถเห็นความแตกต่างของโครงสร้างพื้นผิวของเม็ดเลือดแดงอย่างละเอียดในสภาพสามมิติและการกระจายตัวของเม็ดเลือดแดงอย่างละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้น

จุดมุ่งหมายของการทดลอง

เพื่อศึกษาลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างเม็ดเลือดแดงใน Control Blood กับเม็ดเลือดแดงใน Plasmaของผู้ที่บริโภค Water soluble chlorophyll โดยการศึกษาอย่างละเอียด ในระดับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและศึกษาประสิทธิภาพของ Water soluble chlorophyll ที่ทำให้เม็ดเลือดแดงกระจายตัวออกจากกัน เพราะการที่เม็ดเลือดแดงเกาะกลุ่มกัน ทำให้พื้นที่ผิวของเม็ดเลือดแดงถูกปิดกั้นจากปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นวิธีการกำจัดอนุมูลอิสระให้ออกไปจากระบบไหลเวียนของเลือด

2. ทำให้เม็ดเลือดแดงและพลาสมามีความสัมพันธ์อันดีต่อเซลล์ต่างๆที่เลือดไปเลี้ยง เลือดจะทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

3. ลดความเจ็บป่วยชนิดต่างๆ โดยเฉพาะภูมิแพ้ทางอากาศ โรคเลือด โรคระบบทางเดินอาหาร โรคเหงือกและฟัน เพราะสารพิษในเลือดมีปริมาณลดลงทำให้เลือดบริสุทธิ์ขึ้น ความเจ็บป่วยต่างๆย่อมบรรเทาตามส่วน

4. การที่เม็ดเลือดแดงมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้นย่อมมีผลทำให้คนมีอายุยืนโดยที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่ใช่มีอายุยืนยาวโดยที่ร่างกายทรุดโทรม

หน่วยงานที่นำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. หน่วยงานด้านสุขภาพเช่น โรงพยาบาล สถานีอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

2. เมื่อมีผลการทดลองอย่างเป็นระบบทางวิทยาศาสตร์ออกมาแสดงและสนับสนุนเกี่ยวกับการส่งเสริมการกระจายความรู้ไปสู่ชุมชนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเมื่อ water soluble chlorophyll มีราคาถูกลงเรื่อยๆประชาชนทั่วไปจะบริโภค water soluble chlorophyll เป็นเหมือนการดื่มน้ำบริสุทธิ์ สุขภาพของประชาชนจะดีขึ้นตามลำดับ

13. การวิจัยที่เกี่ยวข้องและคล้ายคลึงกับงานวิจัยครั้งนี้

ปัจจุบันยังไม่มียานวิจัยเกี่ยวข้องหรือคล้ายคลึงกันเลย ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้เป็นกรวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ในทางธรรมชาติบำบัดเพื่ออายุที่ยืนยาว

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง การทดลองในระดับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้ แสง

1. ชุดเจาะเลือดอัตโนมัติ
2. เข็มเจาะเลือด
3. สำลี
4. แอลกอฮอล์ 70%
5. สไลด์แก้ว
6. ชุดย้อม Wright Stain
7. Autopipet ขนาด (P20)
8. Tip สีเหลือง
9. ตะแกรง และอ่างสำหรับย้อมสี
10. ถังมือยารตรวจโรค
12. กระบอกตวงและแก้วน้ำ
13. คลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ
14. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
15. Oilและกระดาษเช็ดเลนส์



การทดลองในระดับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

1. ชุดเจาะเลือดอัตโนมัติ
2. เข็มเจาะเลือด
3. สำลี
4. แอลกอฮอล์ 70%
5. Autopipet ขนาด P20
6. Tip สีเหลือง
7. ถังมือยางตรวจโรค
8. กระบอกตวงและแก้วน้ำ
9. คลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ
10. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
11. 2.5% Glutaraldehyde
12. Cacodylate buffer
13. 1% Osmium tetroxide
14. 1% Uranyl acetate
15. 50%, 70%, 90%, 100%, Ethanol
16. เครื่องทำให้แห้งสนิท Critical Point Drying
17. เครื่องเคลือบผิวด้วยละอองของธาตุทอง (Gold coating)
16. อุปกรณ์การล้างและอัดฟิล์ม

การทดลองเรื่องปริมาณการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง ESR (Wintrob' method)

1. เข็มฉีดยาเบอร์ 20
2. กระบอกฉีดยาขนาด 15 มิลลิลิตร
3. สายยางรัดต้นแขน
4. Pasture pipet ปลายยาวพร้อมจุกยาง
5. หลอดเก็บเลือดพร้อมสารป้องกันเลือดแข็งตัว (EDTA)
6. Wintrob tube
7. ที่ตั้ง Wintrob tube
8. นาฬิกาจับเวลา



แผนผังแสดงการทดลองในระดับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ใช้แอลกอฮอล์ 70% ทำความสะอาด ทำการเจาะเลือดจากนิ้ว



ใช้ Autopipet พร้อม Tip ดูดเลือดประมาณ 4 ไมโครลิตร



หยดลงบนสไลด์ ที่มีข้อมูล ของอาสาสมัครแล้ว



สเมียร์เลือด



ทิ้งให้แห้งในอากาศ
ย้อม สไลด์ด้วยชุดสีย้อม Wright stain

3 นาที



หยด Buffer ให้ท่วมสีย้อม



5 นาที

เทสีย้อม และ Buffer ทิ้ง



ล้างด้วยน้ำกลั่น



ทิ้งสไลด์ ให้แห้งในอากาศ

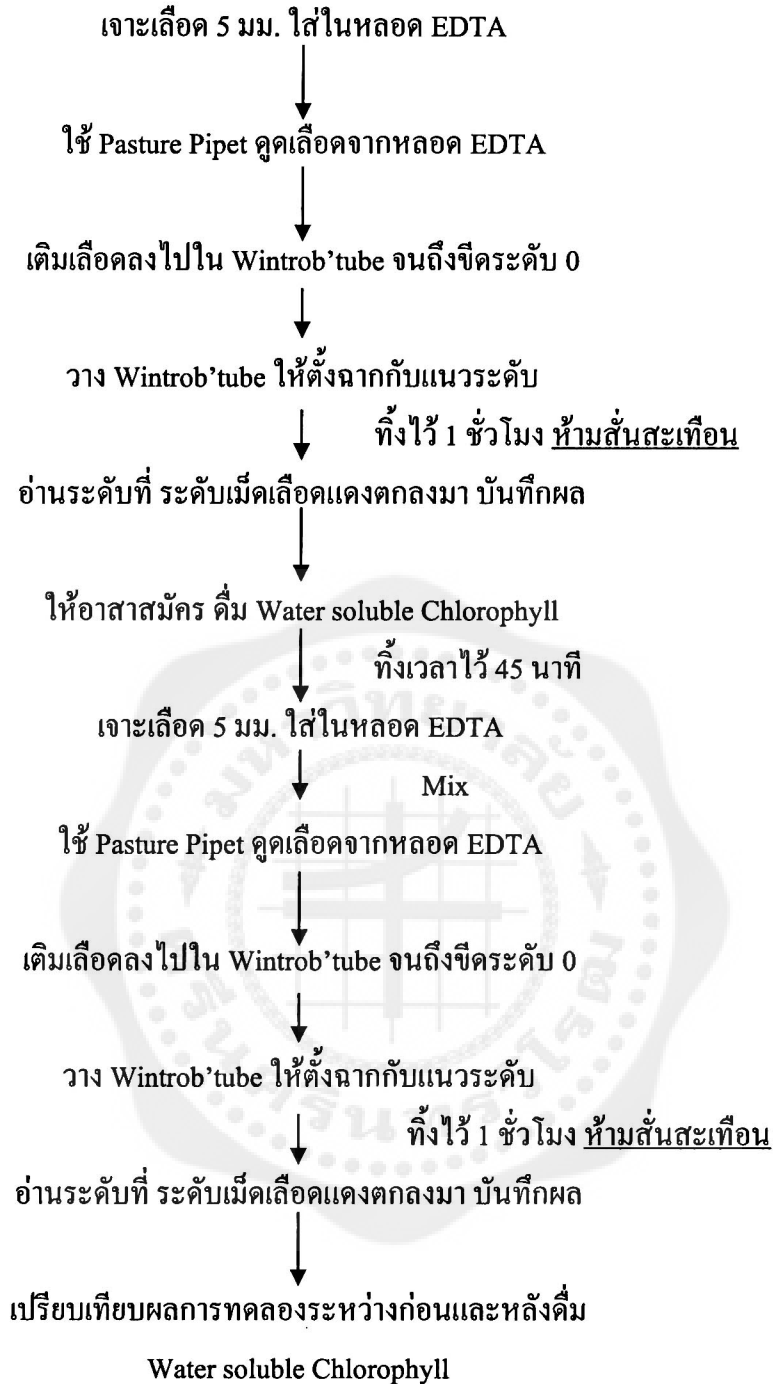


นำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในบริเวณส่วนโค้งที่มีสีม่วง

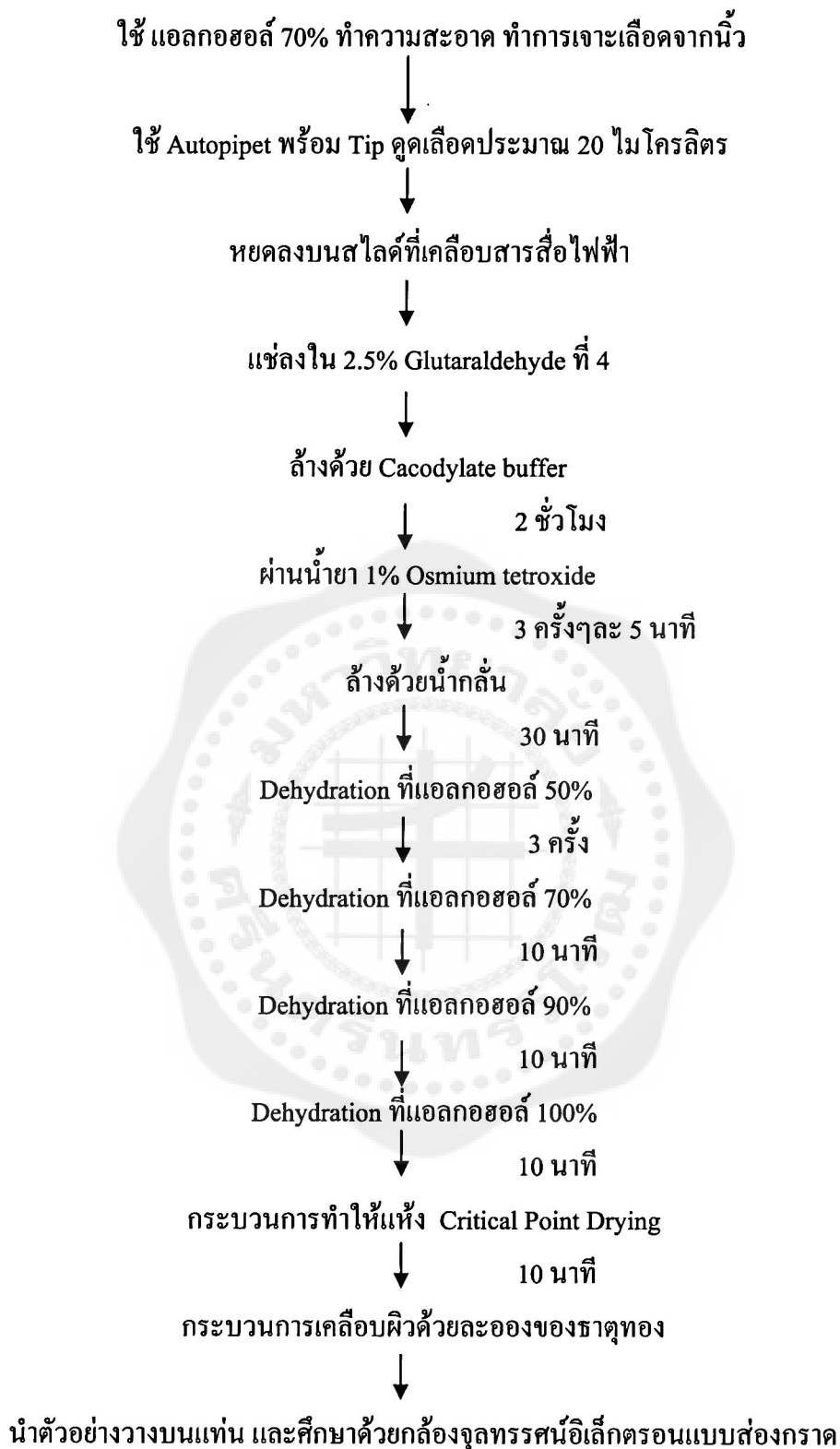


บันทึกผลการทดลอง

แผนผังแสดงการทดลอง Wintrob' Tube



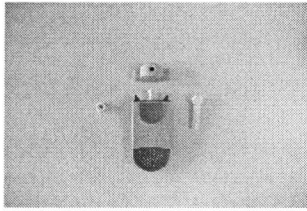
แผนผังแสดงการทดลองในระดับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



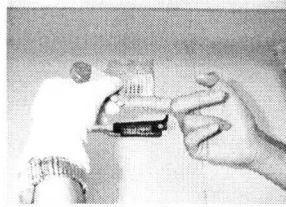
วิธีการทดลองในระดับห้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ก่อนกินคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ (Control 0 นาที)

1. ใช้แอลกอฮอล์ 70% ทำความสะอาดบริเวณนิ้วที่ต้องการจะเจาะเลือด แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
2. ใช้ชุดเจาะเลือดอัตโนมัติ ทำการเจาะเลือดจากนิ้ว



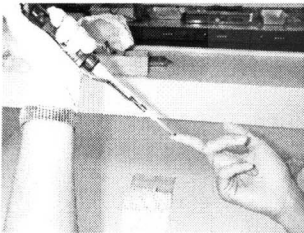
(1)



(2)

ภาพที่ (1) คือ ชุดเจาะเลือดอัตโนมัติ ภาพที่ (2) คือ การเจาะเลือดจากอาสาสมัคร

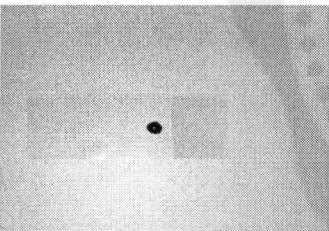
3. ใช้ Autopipet ขนาด (P20) พร้อม Tip สีเหลือง ดูดเลือดจากนิ้วปริมาณ 4 ไมโครลิตร



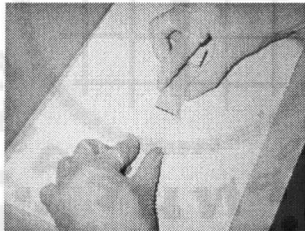
(3)

ภาพที่ (3) คือ การใช้ Autopipet

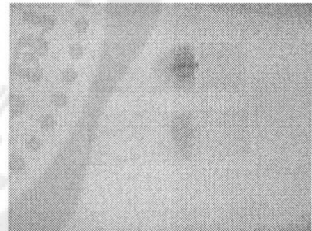
4. หยดลงบน สไลด์ที่เขียนชื่อและข้อมูลของอาสาสมัครแล้วทำ สเมียร์เลือด ทิ้งให้แห้งในอากาศ



(4)



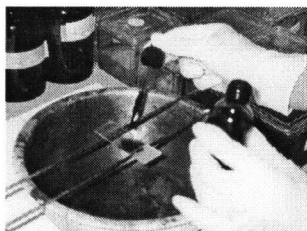
(5)



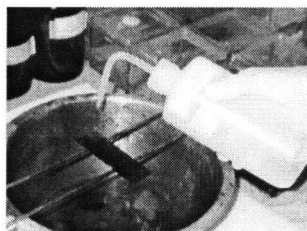
(6)

ภาพที่ (4),(5) และ(6) คือ วิธีการสเมียร์เลือด

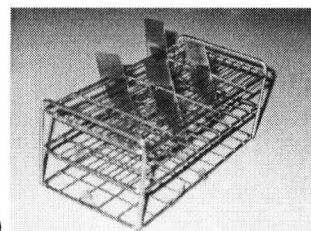
5. ย้อมสไลด์ที่สเมียร์แล้ว ด้วยชุดย้อม Wright stain โดยหยดสีให้ท่วมรอยเลือดทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นหยด Buffer โดยไม่ ต้องเทสีทิ้งให้ท่วมแผ่นสไลด์ทิ้งไว้ 5 นาที



(7)



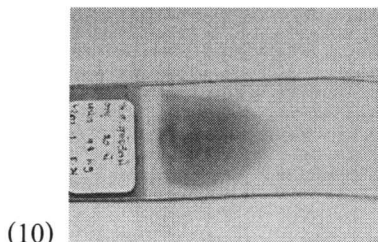
(8)



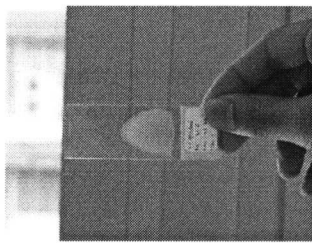
(9)

ภาพที่ (7),(8) และ (9) คือ ขั้นตอนการย้อมสี

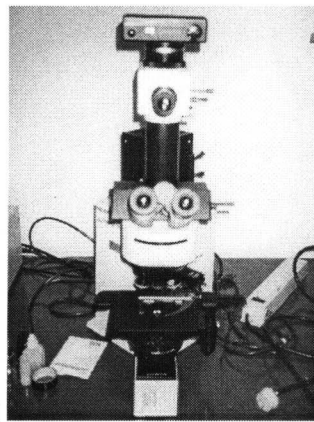
6.เทสีย้อมทิ้งไป แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น ทิ้งให้แห้งในอากาศ จากนั้น นำไปตรวจดูที่กำลังขยาย 40 x 10 บริเวณที่จะตรวจจะเป็นบริเวณที่มีส่วนโค้ง และเมื่อส่องกับแสงแดดจะมีสีรุ้ง สังเกตและบันทึกผลบริเวณดังกล่าวว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร



(10)



(11)



(12)

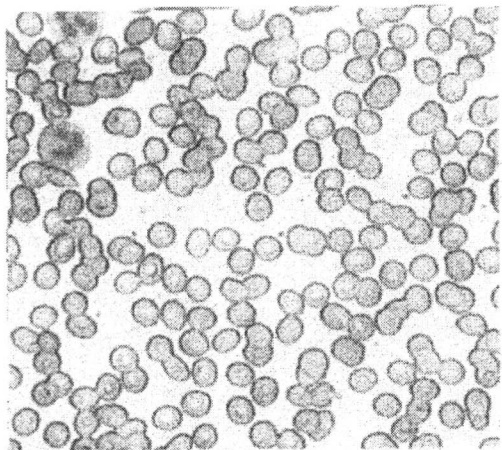
ภาพที่ (10) และ (11) คือ ลักษณะของเลือดที่ย้อมสีเสร็จแล้ว ภาพที่ (12) คือ

หลังกินคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ เป็นเวลา 30 , 45 และ 45 นาที

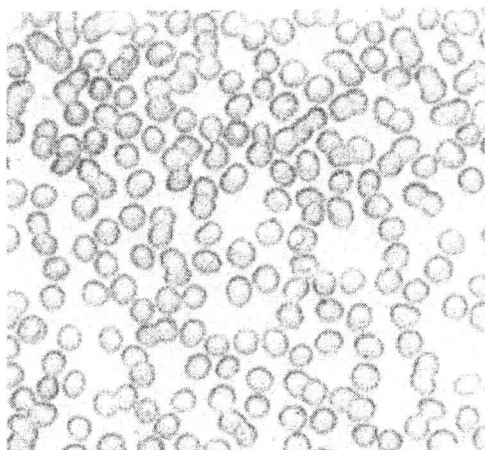
- 1.ใช้แอลกอฮอล์ 70% ทำความสะอาดบริเวณนิ้วที่ต้องการจะเจาะเลือด แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
- 2.ใช้ชุดเจาะเลือดอัตโนมัติ ทำการเจาะเลือดจากนิ้ว
- 3.ใช้ Autopipet ขนาด (P20) พร้อม Tip สีเหลือง ดูดเลือดจากนิ้วปริมาณ 4 ไมโครลิตร
- 4.หยดลงบน สไลด์ที่เขียนชื่อและข้อมูลของอาสาสมัครแล้วทำ สเมียร์เลือด ทิ้งให้แห้งในอากาศ
- 5.ย้อมสไลด์ที่สเมียร์แล้ว ด้วยชุดสีย้อม Wright stain โดยหยดสีให้ท่วมลอยเลือดทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นหยด Buffer โดยไม่ ต้องเทสีทิ้งให้ท่วมแผ่นสไลด์ทิ้งไว้ 5 นาที
- 6.เทสีย้อมทิ้งไป แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น ทิ้งให้แห้งในอากาศ จากนั้น นำไปตรวจดูที่กำลังขยาย 40 x 10 บริเวณที่จะตรวจจะเป็นบริเวณที่มีส่วนโค้ง และเมื่อส่องกับแสงแดดจะมีสีรุ้ง สังเกตและบันทึกผลบริเวณดังกล่าวว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร

ผลการทดลองที่ 1

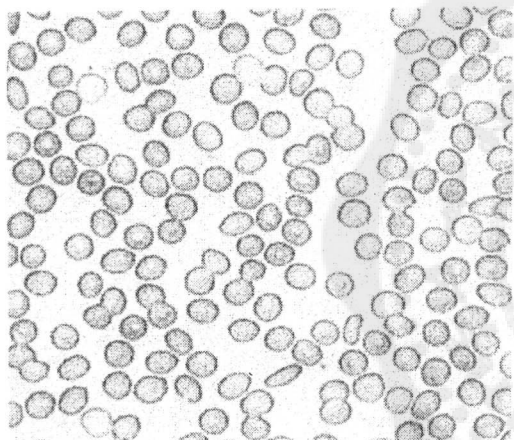
ภาพผลการทดลองจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงของอาสาสมัคร 1 ใน 20 คน ที่แสดงลักษณะของเม็ดเลือด
ในแต่ละเวลา



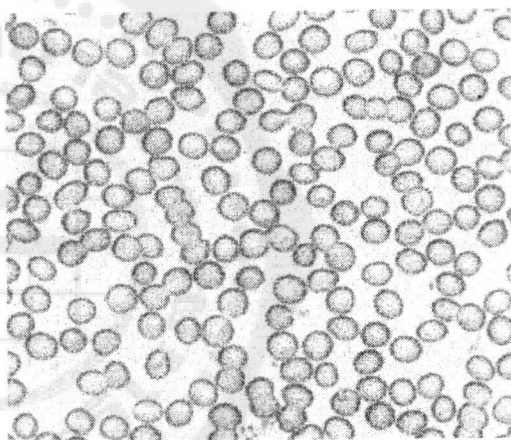
ก่อนรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ (0 นาที)



หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ 30 นาที



หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ 45 นาที



หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ 60 นาที

ผลการทดลองในระดับ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ชื่ออาสาสมัครที่ทำการทดลอง อายุ / น้ำหนัก	เวลา (นาที)	ลักษณะการตรวจพบจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง		
		การเรียงตัวแบบ Rouleaux	การกระจายตัวของเม็ดเลือด แดง	รูปร่างเม็ดเลือด แดง
1.น.ส.ปอลิน ชูติมาโอพาร 18 ปี 47กิโลกรัม	0	+++	+	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	++	ปกติ
	60	++	+	ปกติ
2.น.ส.สนธยา อิ่มเอี่ยม 19ปี 42กิโลกรัม	0	++	+	ปกติ
	30	++	+	ปกติ
	45	+	++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
3.น.ส.พัชรี สุคนธขจร 19ปี 46กิโลกรัม	0	+++	++	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
4.น.ส.อรพรรณ บุญเลิศ 19ปี 58กิโลกรัม	0	+++	+	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
5.น.ส.สิรानी แสงसानนท์ 19ปี 38กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
6.น.ส.ดวงฤทัย ปิ่นเกษร 19ปี 44กิโลกรัม	0	+++	+	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
7.น.ส.ศันสนีย์ ผาสุก 20ปี 60กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	+	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	+	++	ปกติ

ชื่ออาสาสมัครที่ทำการทดลอง อายุ / น้ำหนัก	เวลา (นาที)	ลักษณะการตรวจพบจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง		
		การเรียงตัวแบบ Rouleax	การกระจายตัวของเม็ดเลือด แดง	รูปร่างเม็ดเลือด แดง
8.น.ส.ชนันภรณ์ หวังธีรพงศ์ 20ปี 51กิโลกรัม	0	+++	+	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	++	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
9.น.ส.ขนิษฐา ถิระฐานกุล 20ปี 58กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	+	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
10.น.ส.วิมลมาศ จ้องสกุล 20ปี 52กิโลกรัม	0	+++	+	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
11.นายเจิมศักดิ์ ศรีแสน 19 ปี 63กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	+	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
12.นายณัฐชัย วีระศิริวัฒน์ 19ปี 62กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
13.นายวชิรพันธุ์ จิตธรรม 19ปี 68กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	+	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
14.นายวีรวัฒน์ ก่อเกียรติสกุล 20ปี 58กิโลกรัม	0	+++	+	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ

ชื่ออาสาสมัครที่ทำการทดลอง อายุ / น้ำหนัก	เวลา (นาที)	ลักษณะการตรวจพบจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง		
		การเรียงตัวแบบ Rouleax	การกระจายตัวของเม็ดเลือด แดง	รูปร่างเม็ดเลือดแดง
15.นายปิยะเชษฐ์ สัตนัยสุวรรณ 20ปี 53กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
16.นายอรินทน์ งามนิม 20ปี 55กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
17.นายบวรชัย ชูตากรณ์ 20ปี 59กิโลกรัม	0	+++	++	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
18.นายวิสิทธิ์ จันนา 21ปี 51กิโลกรัม	0	++	+	ปกติ
	30	+	+	ปกติ
	45	+	++	ปกติ
	60	+++	++	ปกติ
19.นายจุมพล บุญสนองโชคยิ่ง 21ปี 60กิโลกรัม	0	++	++	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ
20.นายอาทิตย์ คุณศิริประภารัตน์ 21ปี 61กิโลกรัม	0	+++	+	ปกติ
	30	++	++	ปกติ
	45	+	+++	ปกติ
	60	++	++	ปกติ

*หมายเหตุ ++++ มาก, +++ ปานกลาง, ++ น้อย, + น้อยมากหรือไม่มี

อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง (Erythrocyte Sedimentation in Hematology)

เมื่อเจาะเลือดผสมกับสารกันเลือดแข็งตัว แล้วบรรจุใส่หลอดทดลองมาตรฐานตั้งทิ้งไว้ตามเวลาที่กำหนด เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอนและรวมตัวกันอยู่ที่ส่วนล่างของหลอดทดลอง

ประโยชน์ของการหาอัตราการตกตะกอนของเม็ดโลหิตแดงคือ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของโรค และเป็นส่วนช่วยแยกโรคที่มีลักษณะทางคลินิกคล้ายกัน โรคการอักเสบของข้อ ถ้ามี ESR สูง แสดงว่าผู้ป่วยเป็น Rheumatoid, Tuberculous, Gouty ส่วนพวก Osteoarthritis ESR ไม่สูง หญิงมีครรภ์ก็มี ESR สูง

*แต่ในที่นี้ อาสาสมัครที่นำมาเจาะเลือดเป็นอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีไม่เป็นโรคภัยใดๆ และไม่ได้ตั้งครรภ์ เพราะฉะนั้นจะไม่พิจารณาใน case นี้

*การพิจารณาจะพิจารณาจาก ลักษณะเรียงตัวแบบ Rouleaux formation ซึ่งทำให้ค่า ESR สูง

ปัจจัยที่มีผลต่อ ESR

1. Plasma factor ถ้า plasma มี fibrinogen และ globulin สูง เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอนเร็ว เนื่องจากการเกาะกลุ่ม (aggregation) โดยที่ fibrinogen มีผลมากกว่า globulin Alpha และ Beta globulins จะทำให้เม็ดเลือดแดงตกตะกอนช้า cholesterol สูง ก็ทำให้ ESR ช้าเร็วบ้าง
2. เม็ดโลหิตแดง

ขนาดของเม็ดโลหิตแดง Microcyte จะตกตะกอนช้ากว่าเม็ดโลหิตแดงปกติ ส่วน macrocyte จะตกตะกอนเร็วกว่า

จำนวนเม็ดโลหิตแดง polycythemia เม็ดโลหิตแดงจะอยู่กันหนาแน่นทำให้การตกตะกอนช้า anemia จะตรงกันข้าม คือ ค่า ESR สูง เพราะจำนวนเม็ดโลหิตลดลง ส่งเสริมการเกิด Rouleaux formation จะตกเร็ว

รูปร่างเม็ดเลือดแดง cell เม็ดโลหิตแดงแบบ sickle cell, spherocytosis ESR ↓ เพราะไม่สามารถรวมกลุ่มแบบ Rouleaux formation จะตกเร็ว

3. การเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ (Physical change)

- ก. ขนาดและความยาวของหลอด ถ้าใช้หลอดแคบเม็ดโลหิตแดงจะตกตะกอนช้า แต่ใช้หลอดกว้างเม็ดโลหิตแดงจะตกตะกอนเร็ว หลอดยาวเม็ดโลหิตแดงตกตะกอนเร็วกว่าหลอดสั้น แต่ไม่สำคัญมากนัก
- ข. สภาพของหลอด หลอดเย็นเม็ดโลหิตแดงจะตกตะกอนเร็ว เพราะเม็ดโลหิตแดงจะตกลงมาด้านข้างของหลอดที่เย็นอยู่
- ค. อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงตกเร็ว ถ้าเอาเลือดใส่ตู้เย็นไว้ก่อนนำมาทำ ต้องตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อน (25 °c)
- ง. สารกันเลือดแข็ง ถ้าในสารกันเลือดแข็งมากกว่าความจำเป็นเม็ดโลหิตแดงจะตกตะกอนช้า เกิดขึ้นเนื่องจากเม็ดโลหิตแดงแฟบลงทำให้มีขนาดเล็กกว่าปกติ ไม่ควรใช้สารกันเลือดแข็งบางชนิด เช่น Heparin เพราะอาจเปลี่ยนแปลงอัตราการตกตะกอนของเม็ดโลหิตแดง

วิธีการทดลองปริมาณการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง ESR (Wintrob' method)

เนื่องจากการทดลองในระดับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ผลปรากฏว่า เวลาที่ 45 นาทีเป็นเวลาที่ลักษณะเม็ดเลือดเม็ดเลือดแดงมีการกระจายตัวมากที่สุด ดังนั้นการทดลองนี้จะทำที่ เวลา 0 นาทีและ 45 นาที

ก่อนกินคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ (Control 0 นาที)

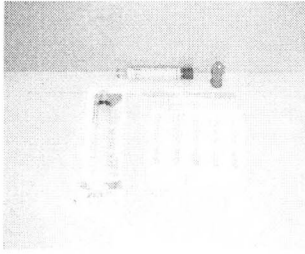
- 1.เจาะเลือด 5 มิลลิตร ใส่ สารป้องกันเลือดแข็งตัว (EDTA) ในหลอดเก็บเลือด เขย่าผสมกันให้ดี (รูปที่)
- 2.ใช้ Pasture pipet ดูดเลือด เติมลงไว้ใน Wintrob tube โดยให้ปลาย Pasture pipet จอกลงไปถึงด้านล่างของ Wintrob tube แล้วค่อยๆ บีบเลือดพร้อมกับเลื่อน Pasture pipet ขึ้นมาอย่างช้าๆ จนถึงขีดระดับเลข 0 ที่บริเวณด้านบนบนของ tube (รูปที่)
- 3.วาง Wintrob tube ลงในแนวตั้งฉาก ห้ามสัมผัสสะท้อน จับเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงอ่านดูผลว่าระยะที่เม็ดเลือดแดงตกลงมานั้นเป็นระยะเท่าใด (รูปที่)

หลังกินคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ เป็นเวลา 45 นาที

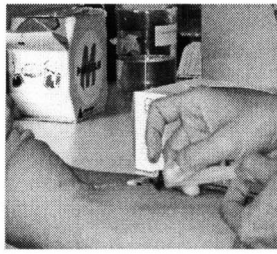
- 1.เจาะเลือด 5 มิลลิตร ใส่ สารป้องกันเลือดแข็งตัว (EDTA) ในหลอดเก็บเลือด เขย่าผสมกันให้ดี (รูปที่)
- 2.ใช้ Pasture pipet ดูดเลือด เติมลงไว้ใน Wintrob tube โดยให้ปลาย Pasture pipet จอกลงไปถึงด้านล่างของ Wintrob tube แล้วค่อยๆ บีบเลือดพร้อมกับเลื่อน Pasture pipet ขึ้นมาอย่างช้าๆ จนถึงขีดระดับเลข 0 ที่บริเวณด้านบนบนของ tube (รูปที่)
- 3.วาง Wintrob tube ลงในแนวตั้งฉาก ห้ามสัมผัสสะท้อน จับเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงอ่านดูผลว่าระยะที่เม็ดเลือดแดงตกลงมานั้นเป็นระยะเท่าใด

การวิเคราะห์ทางสถิติ

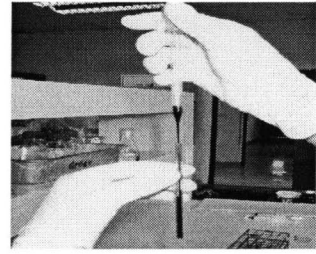
ก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกทำ Tests of Normality โดยใช้วิธีของ Shapiro-Wilk เพื่อที่จะได้รู้ว่าข้อมูลของเราเป็น parametric หรือ nonparametric statistics



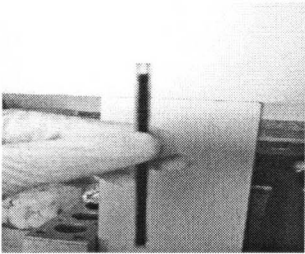
(1)



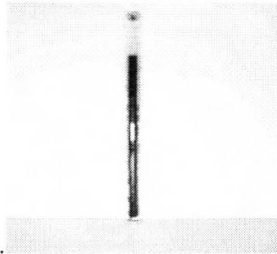
(2)



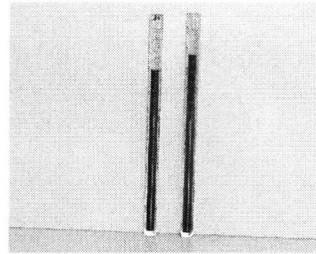
(3)



(4)



(5)



(6)

รูปที่ (1) แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ (2) แสดงการเจาะเลือดจากข้อพับของอาสาสมัครปริมาณ 5 มิลลิลิตร

รูปที่ (3) แสดงการบรรจุเลือดลงใน Wintrobe tube

รูปที่ (4) และ (5) แสดงการรอเวลาในการที่เลือดจะตกลงมา

รูปที่ (6) แสดงผลการทดลอง

ผลการทดลองในระดับวิธีการ Wintrob Tube

ชื่อ-นามสกุล อาสาสมัครที่ทำการทดลอง	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง (มม. /ชม.)	
			0 นาที	45 นาที
น.ส.ปอลิน ชุตินาโอพาร	18	47	17.0 มม.	15.5 มม.
น.ส.สิรานี แสงसानนท์	19	38	16.7 มม.	15.1 มม.
น.ส.ดวงฤทัย ปิ่นเกสร	19	44	17.3 มม.	16.1 มม.
นาย อรินทน์ งามนิยม	19	55	13.5 มม.	12.6 มม.
นายปิยะเชษฐ์ สัตินยสุวรรณ	20	60	12.7 มม.	11.9 มม.
นาย จุมพล บุญสนองโชคยิ่ง	21	60	12.6 มม.	11.5 มม.
นาย กำพล ไทรน้อย	19	75	12.4 มม.	12.9 มม.
นาย วันชัย อุดรปัญญา	19	60	12.4 มม.	13.1 มม.
น.ส. นงลักษณ์ คงศร	20	42	17.5 มม.	16.3 มม.
น.ส. เบญจวรรณ โชคดี	19	44	17.4 มม.	16.3 มม.

ค่าปกติ ผู้ชาย = 0-15 มม. /ชม. ผู้หญิง = 0-25 มม. /ชม.

เพศ	N	อัตราการตกตะกอนของเม็ดเลือดแดง (มม. /ชม.)	
		0 นาที	45 นาที
ผู้ชาย (Mean ± SD)	5	12.9 ± 0.4	12.2 ± 0.5*
ผู้หญิง (Mean ± SD)	5	17.2 ± 0.3	15.9 ± 0.6*

ตารางข้างบนแสดงผลของ Wintrob Tube * $P < 0.001$, paired t -test

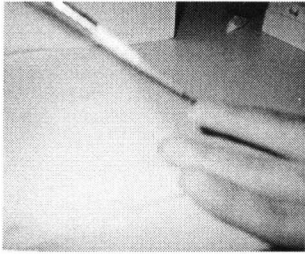
การทดลองในระดับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ก่อนกินคลอโรฟอสฟอรัส (Control 0 นาที)

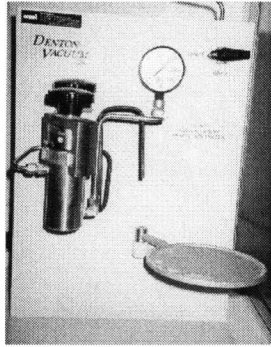
1. ใช้แอลกอฮอล์ 70% ทำความสะอาดบริเวณนิ้วที่ต้องการจะเจาะเลือด แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
2. ใช้ชุดเจาะเลือดอัตโนมัติ ทำการเจาะเลือดจากนิ้ว
3. ใช้ Autopipet ขนาด (P20) พร้อม Tip สีเหลือง ดูดเลือดจากนิ้วปริมาณ 20 ไมโครลิตร
4. หยดลงบน สไลด์ที่เคลือบด้วยสารสื่อไฟฟ้า
5. แช่ลงในน้ำยา 2.5% Glutaraldehyde ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
6. ล้างด้วย Cacodylate buffer 3 ครั้งๆละ 5 นาที แล้วผ่านน้ำยา 1% Osmium tetroxide เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
7. ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง จากนั้นผ่านสู่น้ำยา 1% Uranyl acetate เป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง
8. ทำกระบวนการ Dehydration โดยผ่าน 50%, 70%, 90%, และ 100% Ethanol ตามลำดับขั้นตอนละ 10 นาที
9. ทำกระบวนการทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำให้แห้งสนิท Critical Point Drying
10. ทำการเคลือบผิวโดยใช้เครื่องเคลือบผิวด้วยละอองของธาตุทอง (Gold coating)
12. นำตัวอย่างที่จะศึกษาไปวางบนแท่น จากนั้นนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อศึกษาโครงสร้างสามมิติภายนอก และบันทึกภาพเก็บไว้

หลังกินคลอโรฟอสฟอรัส เป็นเวลา 45 นาที

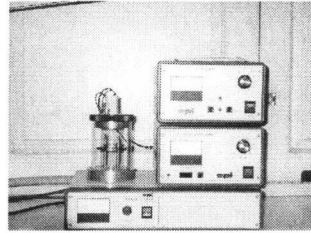
1. ใช้แอลกอฮอล์ 70% ทำความสะอาดบริเวณนิ้วที่ต้องการจะเจาะเลือด แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
2. ใช้ชุดเจาะเลือดอัตโนมัติ ทำการเจาะเลือดจากนิ้ว
3. ใช้ Autopipet ขนาด (P20) พร้อม Tip สีเหลือง ดูดเลือดจากนิ้วปริมาณ 20 ไมโครลิตร
4. หยดลงบน สไลด์ที่เคลือบด้วยสารสื่อไฟฟ้า
5. แช่ลงในน้ำยา 2.5% Glutaraldehyde ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
6. ล้างด้วย Cacodylate buffer 3 ครั้งๆละ 5 นาที แล้วผ่านน้ำยา 1% Osmium tetroxide เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
7. ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง จากนั้นผ่านสู่น้ำยา 1% Uranyl acetate เป็นเวลา 30 นาที
8. ทำกระบวนการ Dehydration โดยผ่าน 50%, 70%, 90%, และ 100% Ethanol ตามลำดับขั้นตอนละ 10 นาที
9. ทำกระบวนการทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำให้แห้งสนิท Critical Point Drying
10. ทำการเคลือบผิวโดยใช้เครื่องเคลือบผิวด้วยละอองของธาตุทอง (Gold coating)
12. นำตัวอย่างที่จะศึกษาไปวางบนแท่น จากนั้นนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อศึกษาโครงสร้างสามมิติภายนอก และบันทึกภาพเก็บไว้



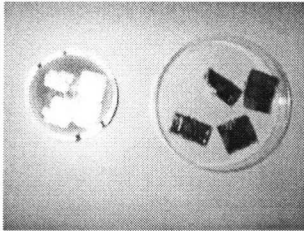
(1)



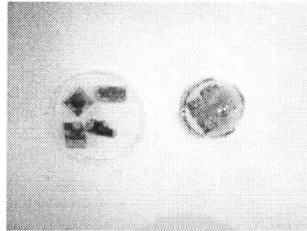
(2)



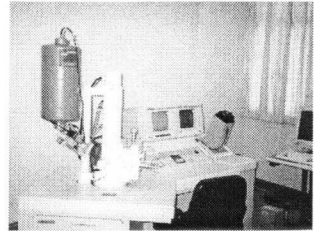
(3)



(4)



(5)



(6)



(7)

ภาพที่ (1) แสดงการเจาะเลือดจากปลายนิ้ว

ภาพที่ (2) แสดงกระบวนการทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำให้แห้งสนิท Critical Point Drying

ภาพที่ (3) แสดงการเคลือบผิว โดยใช้เครื่องเคลือบผิวด้วยละอองของธาตุทอง (Gold coating)

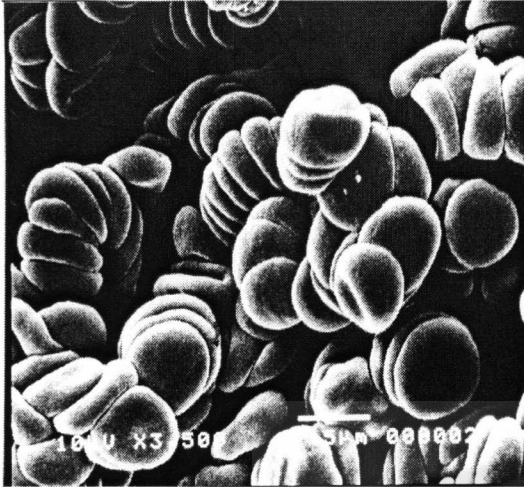
ภาพที่ (4) และ (5) แสดงแผ่นสไลด์ที่ผ่านกระบวนการพร้อมศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ภาพที่ (6) แสดงกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและชุดถ่ายภาพ

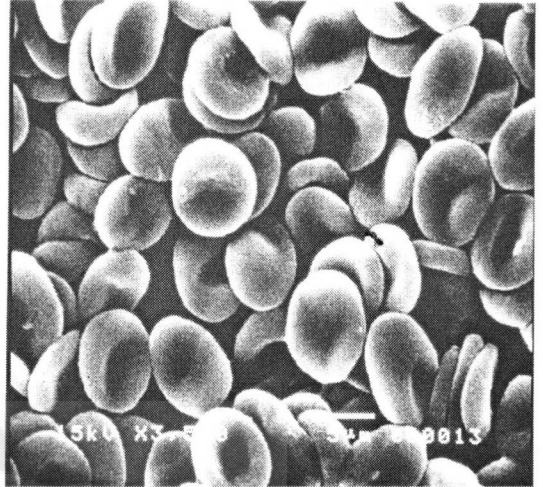
ภาพที่ (7) แสดงตู้อบแผ่นฟิล์ม

ผลการทดลอง

ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงลักษณะของเม็ดแดงก่อนและรับประทาน
คลอโรฟิลล์ชนิดน้ำของอาสาสมัคร 3 คน จากทั้งหมด 9 คน



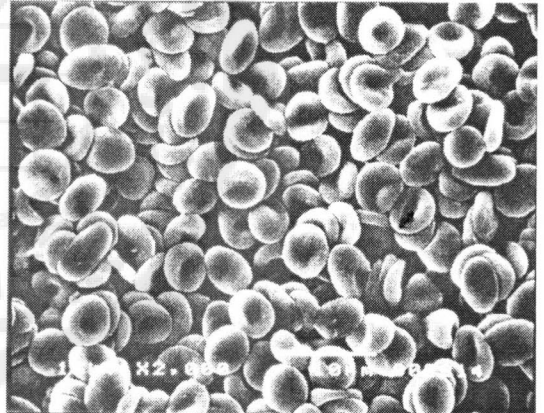
ก่อนรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ



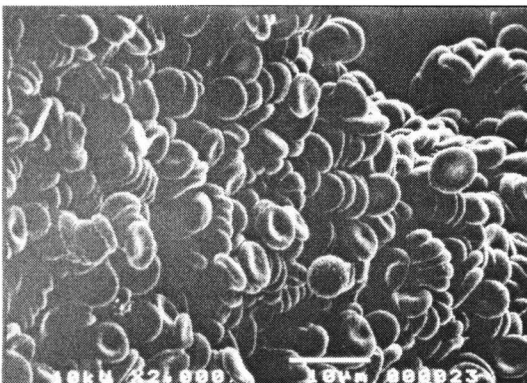
หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ 45 นาที



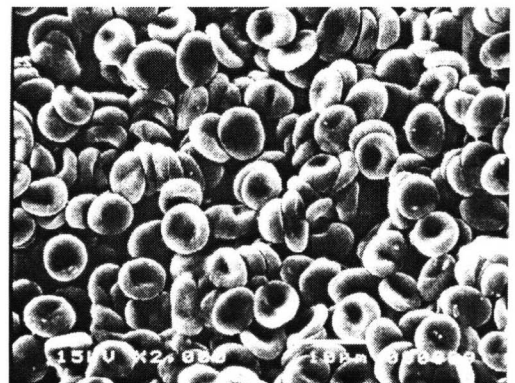
ก่อนรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ



หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ 45 นาที



ก่อนรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ



หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ 45 นาที

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ 1 เป็นการทดลองในระดับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อศึกษาคุณลักษณะของเม็ดเลือดแดง หลังจากรับประทาน (Smith 1944, Serling 1950, Serling 1952) ในเวลาต่างๆ โดยปกติร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำได้ภายในเวลา 20-30 นาที (Dr. Votegy) ดังนั้นจะทำการทดลองว่าร่างกายสามารถดูดซึมคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำและทำปฏิกิริยาได้ดีที่สุดที่เวลาใดด้วย เริ่มจากนำอาสาสมัคร 20 คน (ปกติทั้งหมด) มาทำเสมียร์เลือดตามวิธีการทดลองที่ 1 จะเห็นได้ว่าลักษณะของเม็ดเลือดและเม็ดเลือดขาวเป็นปกติทุกเวลาที่ทำการทดลองตามคุณสมบัติของคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ (Smith 1944, Serling 1950, Serling 1952) ต่อมาคุณลักษณะการเรียงตัวของเม็ดเลือดแดง จะพบลักษณะโครงสร้างแบบ Rouleaux ในเวลาที่ 0 นาที (control) มากกว่าเวลาที่ 30 นาที ยกเว้นคนที่ 2 และ 5 ส่วนที่เวลา 45 นาที จะพบลักษณะโครงสร้างแบบ Rouleaux น้อยที่สุดหรือไม่พบเลย ยกเว้นคนที่ 8 และเริ่มจะพบลักษณะโครงสร้างแบบ Rouleaux อีกที่เวลา 60 นาที ต่อมาการกระจายตัวของเม็ดเลือดแดงที่เวลา 45 นาที จะมีการกระจายตัวได้ดีกว่าเวลาอื่นๆ เพราะฉะนั้นเวลาที่ 45 นาที เป็นเวลาที่ร่างกายสามารถดูดซึมคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำและทำปฏิกิริยาได้ดีที่สุด และจะนำข้อมูลไปใช้ในการทดลองต่อไป

ความคลาดเคลื่อนจากการทดลองที่ 1 มีค่อนข้างมากคือ ขั้นตอนการเสมียร์เลือด ซึ่งเมื่อหยดเลือดลงบน สไลด์ ควรทำเสมียร์เลือดทันทีเพราะอาจจะเกิด Blood clotting ได้ ผู้ทำการเสมียร์เลือดควรเป็นคนเดียวกันเพราะความเร็วในการเสมียร์เลือดจะได้ใกล้เคียงกัน การดูแลและการบันทึกผลการทดลองควรเป็นคนเดียวกันเพราะผู้ทำการทดลองแต่ละคนอาจอ่านค่าแตกต่างกัน นอกจากนี้ อายุ เพศ น้ำหนัก และสิ่งแวดล้อมของอาสาสมัครก็มีส่วนด้วย

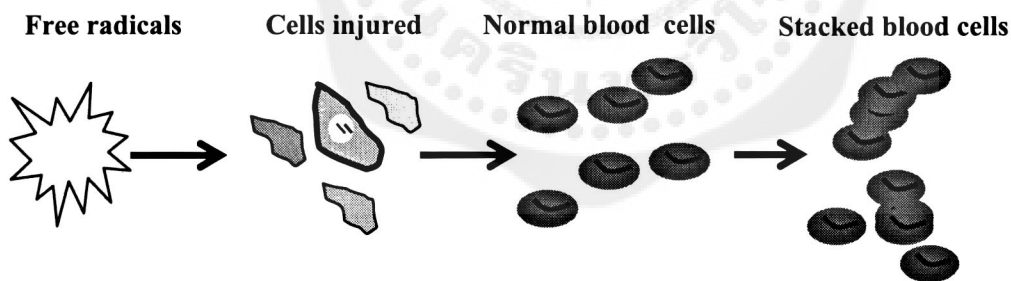
การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อยืนยันผลการทดลองที่ 1 และดูค่า ESR หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำเป็นเวลา 45 นาที จากผลการทดลองอาสาสมัครทั้ง 6 คนที่เวลา 0 นาที (control) มีค่า ESR เป็นปกติ หลังจากนั้นรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำเป็นเวลา 45 นาที ค่า ESR ลดแต่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่งค่า ESR มากแสดงว่ามี Rouleaux มาก และ ESR น้อยแสดงว่ามี Rouleaux น้อย เพราะฉะนั้นแสดงได้ว่า หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ Rouleaux จะน้อยลง และสามารถยืนยันผลการทดลองที่ 1 โดยหลังจากรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ จะพบ Rouleaux จะน้อยลง ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกัน

ความคลาดเคลื่อนจากการทดลองที่ 2 คือ อาสาสมัครที่ทำการทดลองน้อยเกินไป เนื่องจากต้องเจาะเลือดจากข้อพับทำให้หาอาสาสมัครยาก

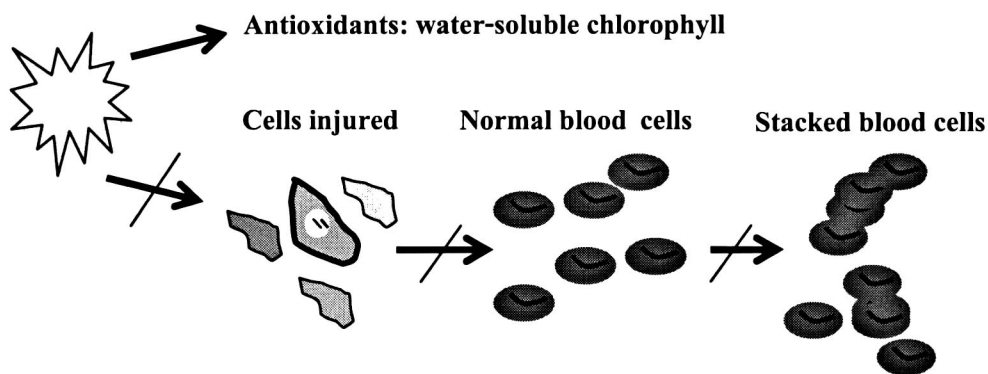
การทดลองที่ 3 เป็นผลการทดลองจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จุดประสงค์คือ เพื่อศึกษาคุณลักษณะต่างๆของเม็ดเลือดแดง ซึ่งจะละเอียดกว่าการทดลองที่ 1 ผลคือ อาสาสมัครทั้ง 9 คน ลักษณะของเม็ดเลือดแดงเป็นปกติหลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำ 45 นาที ซึ่งผลสอดคล้องกับผลการทดลองที่ 1 ลักษณะโครงสร้างแบบ Rouleaux ก็ปรากฏให้เห็นน้อยกว่าที่เวลา 0 นาที ส่วนการกระจายตัวของเม็ดเลือดที่เวลา 0 นาทีกับเวลาที่ 45 นาทีไม่ค่อยต่างกันมาก โดยที่เวลา 45 นาทีจะกระจายตัวว่าเล็กน้อย ที่เห็นได้ชัดคือ ที่เวลา 45 นาทีเม็ดเลือดแดงมีพื้นที่ผิวมากขึ้นเนื่องจากไม่ถูกเม็ดเลือดแดงเม็ดอื่นซ้อนทับ ผิดกับที่ 0 นาทีจะมีการซ้อนทับของเม็ดเลือดมากกว่า

ความคลาดเคลื่อนของการทดลองนี้คือ ขั้นตอนในการ fix เม็ดเลือดแดงด้วย 2.5% Glutaraldehyde เมื่อทำการเจาะเลือดแล้วควรรีบ fix ทันที เพราะจะเกิดการแข็งตัวของเลือด เมื่อนำมาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราดจะเห็นเส้นใยโปรตีนมากมาย เห็นลักษณะของ Rouleaux มากเกินปกติ

สรุปการทดลองทั้ง 3 การทดลอง ได้ว่าลักษณะของเม็ดเลือดแดงของคนปกติแล้วจะมีทั้งลักษณะ กระจายตัว ไม่กระจายตัว และลักษณะโครงสร้างแบบ Rouleaux จากคุณสมบัติของ water soluble chlorophyll ที่กล่าวไว้ข้างต้นคือ 1. เป็นสารบริสุทธิ์ควรเลือกใช้ทางคลินิก 2. ผลการใช้ไม่มีอาการระคายเคือง (Bland and non-irritating) และ 3. จากการทดลองใช้ในมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง และเส้นเลือดดำ ไม่ปรากฏอาการ ของพิษใดๆ (total absence of toxicity) (Smith 1944, Serling 1950, Sering 1952) เมื่ออาสาสมัครได้รับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำเป็นเวลา 45 นาที จะเห็นได้ว่าลักษณะของเม็ดเลือดแดง มีการกระจายตัวเพิ่มขึ้น (กระจายตัวมากขึ้น ไม่ใช่เม็ดเลือดแดงจะต้องลดจำนวนลงด้วยและ ไม่มีการเปลี่ยน morphology ของเม็ดเลือดแดงแต่ประการใด) เมื่อเม็ดเลือดแดงกระจายตัวออกจะทำให้มีพื้นที่ผิวในการทำงานมากขึ้น (เม็ดเลือดแดงมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 ไมครอน หนา 2 ไมครอน เม็ดเลือดแดง 1 ตัวมีพื้นที่ผิวในการทำงานเต็มประสิทธิภาพ 100 % 130 ไมครอน ถ้ามีการเกาะกลุ่มซ้อนกันพื้นที่ผิวในการทำงานประมาณ 5-15 %) การลำเลียงก๊าซที่สำคัญใน transport system ก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย นอกจากนี้หลังรับประทานคลอโรฟิลล์ชนิดน้ำลักษณะโครงสร้างแบบ Rouleaux จะลดน้อยลงหรือไม่มีเลย ทำให้เม็ดเลือดไม่ถูกซ้อนทับสามารถทำงานได้สะดวก การเกิดลักษณะโครงสร้างแบบ Rouleaux เกิดจากการสะสมของอนุมูลอิสระและจะทำลายเซลล์ต่างๆในร่างกาย ดังนั้น water soluble chlorophyll น่าจะเป็นสาร Antioxidant ด้วย (Jensen 1984, Young 1980, Rudolph 1957, Koser 1952, นายแพทย์วิชัย วงศ์สายปิ่น 2536) ซึ่งจะต้องศึกษากลไกการเกิดปฏิกิริยาต่อไป



Free radicals



รูปที่ 4 แสดงสมมุติฐานกลไกการป้องกันการเกิด Stacked blood cells จาก Free radicals ของ Antioxidants: water-soluble chlorophyll

สมมุติฐานการป้องกันการเกิดลักษณะเม็ดเลือดแดงแบบ Stacked blood cells หรือ Rouleaux โดย Antioxidants (รูปที่ 4) ซึ่ง free radicals เป็นสารที่ไม่เสถียร ดังนั้นตัวมันจะทำให้ตัวมันเสถียรโดยจะไปแย่งอิเล็กตรอนหรือประจุจาก ธาตุ สารประกอบ หรือ ในเซลล์ พลังเซลล์ DNA เป็นต้น ที่อยู่ใกล้ตัวมัน ตัวอย่างเช่น เมื่ออิเล็กตรอนหรือประจุในผนังเซลล์ถูกแย่งไป คุณสมบัติของมันก็จะเปลี่ยนแปลงไป ด้วย จนนำไปสู่ cell injured เมื่อเป็นเช่นนั้นเซลล์ก็จะหลั่งสารต่างๆซึ่งอาจจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิด intrinsic path way การสร้างไฟบริโนเจน สารชักนำเม็ดเลือดขาวหรือเกล็ดเลือด เป็นต้น ถ้าเป็นในหลอดเลือดสารเหล่านี้จะทำให้เม็ดเลือดแดงที่ไหลอยู่เกิดการซ้อนทับกันเป็นลักษณะของ Rouleaux ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการลำเลียงสารต่างๆบนเม็ดเลือดแดงลดลง แต่ถ้าในร่างกายได้รับ Antioxidants เข้าไป พวก free radicals จะเข้าจับกับ Antioxidants ก่อนที่มันจะเข้าไปดึงอิเล็กตรอนหรือประจุในเซลล์อื่นๆ ทำให้การเกิด cell injured ลดลง ดังนั้นการหลั่งสารต่างๆซึ่งเป็นผลให้เกิด Rouleaux formation ก็ย่อมลดลงด้วย

เนื่องจากขั้นตอนการสกัด Water soluble chlorophyll ค่อนข้างยุ่งยาก ใช้เวลานาน และค่าใช้จ่ายสูง ถ้ามีการพัฒนาขั้นตอนการสกัด water soluble chlorophyll ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จะสามารถนำ water soluble chlorophyll ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น นำไปเป็นสาร Antioxidant แทน พวกวิตามิน , CQ10 , BETA-CAROTENE เป็นต้น ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่อีกทางเลือกหนึ่ง นำไปประยุกต์ใช้รักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติทาง plasmaprotein หรือนำไปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริม เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. Acheson, D.W. et al [1987]. Diagnostic delay due to chlorophyll in oral rehydration. Lancet, 1987 Jan 17 . [MEDLINE]
2. Barnard, R.D. et al (1954). Heparinic effects of cupridihydrophyrins(water-soluble chlorophyllins). J. Amer. Pharm. Assoc. 43, 110.
3. Bell, G. et al (1976). Textbook of Physiology and Biochemistry. Longman Group, Singapore.
4. Carpenter, E.B. (1949). Clinical experiences with chlorophyll preparations. American Journal of Surgery. 1949;77(2):167-171.
5. Chernomorsky, S.A. and Segelman, A.B. (1988). Review Article: Biological activities of chlorophyll derivatives. New Jersey Medicine. 1988;85(8):669-673
6. Chernomorsky, S.A. (1988). Biological activities of chlorophyll derivatives. N.J.Med. 1988 Aug.(MEDLINE)
7. Dashwood, R.H. et al (1991). Chemopreventive properties of chlorophyll carcinogenesis.1991;12(5):939-942.
8. Dunham, W.B. (1954). Differential inhibition of virus hemagglutination by chlorophyllin. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 87, 431.
9. El-Nakeeb, M.A. and Yousef, R.T. (1974). Antimicrobial activity of sodium copper chlorophyll, Pharmazie, 29, 48.
10. Fukuwa, K. et al (1973). Experimental studies on the gastric ulcer. |. Curative effects of various antiulcerous drugs on an experimental acetic acid-induced ulcer. Oyo Yakuri, 7,1329.
11. Hashimoto, S. (1962). Influence of chlorophyll on metabolism in liver. Acta Med. Univ. Kagoshima, 4, 1.
12. Hoffman, Jay. (1997). Hunza, Secrets of the World's Healthiest and Oldest Living People. New Win Publishing, Clinton, N.J.
13. Jensen, B. (1984). The Healing Power of Chlorophyll. Bernard Jensen Enterprises, Escondido, California.
14. Kelentei, B. et al (1958). Influence of copper chlorophyllin on experimental anemia. Acta Pharm. Hung., 28, 176.
15. Kirkwood, T. (1999). Time of Our Lives. Weidenfeld & Nicolson, London.
16. Koser, S.A. and Hodges, E.A. (1953). Effects of sodium copper chlorophyllin on growth and acid production of oral bacteria. J. Infectious Diseases, 92, 10.

17. Maekawa, Y. (1959). The effect of chlorophyll on the liver. || . Experiments on animals. Osaka Shiritsu Daigaku Igaku Zasshi, 8, 1519.
18. Murray, M. and Pizzorno, J. (1998). Encyclopedia of Natural Medicine. Prima Health, California.
19. Nakonoin, K. and Utsunomiya. M. (1959). Development of bilateral cortical necrosis of the kidney in the rat with chlorophyllin. Acta Pathol. Japan., 9, 490.
20. Norimatsu, M. (1963). Effect of metal chlorophyllins on blood sugar. Nippon Seirigaku Zasshi, 25, 217.
21. Osawa, Y. (1958). Effect of chlorophyllins on proteolytic enzyme. Botan Mag. (Tokyo)71, 386.
22. Reid, D. (1996). The Tao of Health, Sex and Longevity. Simon & Schuster, London.
23. Rudolph, T.M. (1957). Chlorophyll. De Souza Company, Beaumont, California.
24. Sarkar, D. et al (1994). Chlorophyll and chlorophyllin as modifiers of genotoxic effects. Mutation Research. 1994:318:239-247.
25. Sartori, H. (1994). Ozone, the Eternal Purifier of the Earth and Cleanser of All Living Beings. Life Science Foundation, Michigan.
26. Sato, M. et al (1980). Effect of sodium copper chlorophyllin on lipid peroxidation. ||| . The antioxidative activities of the commercial preparations of sodium copper chlorophyllin. |V . The antioxidative action of copper chlorins. Yakugaku Zasshi 100, 941.
27. Serling, M.E. (July 1950). Control of body and breath odors with chlorophyll fractions. Veterinary Medicine. Vol 45, 291.
28. Serling, M.E. (April 1952). Clinical use of therapeutic agents containing chlorophyll. Veterinary Medicine, 155.
29. Sinatra, S. (1998). The Coenzyme Q10 Phenomenon. Keats, Illinois.
30. Smith, L.W. (1944). Chlorophyll : An experimental study of its water-soluble derivatives. Am. J. of Medical Science, 647.
31. Taylo, Renee. (1978). Hunza Health Secrets, for long life and happiness. Keats Publishing. New Canaan, Connecticut.
32. Umeki S., T. Shibayama, K. Izumi, T. Sezaki (1989) Primary macroglobulinemia with severe neutropenia, leading to a rapid development of septic shock. Rinsho Ketsueki 30(1): 89-93.
33. White J. M. (1977) Haemoglobin structure and function: Its relevance to biochemistry and medicine. Molecular aspects of medicine, Vol. 1, No 2. Wintrobe M. W., et. al. (1977) Clinical hematology; Lea and Febiger (ed): Philadelphia, p 26.

34. Young, R.W. et al (1980). Use of chlorophyllin in the care of geriatric patients. Journal of the American Geriatrics Society. 1980:28(1):46-47.
35. Zuess, J. (1998). Ginkgo : The Smart Herb. Three Rivers Press, New York.
36. นพ. บรรจบ ชุณหสวัสดิกุล. กินให้แกร่ง, สุขภาพทางเลือก 2. สำนักพิมพ์รวมพรรณ 2543.
37. นพ. บรรจบ ชุณหสวัสดิกุล. สุขภาพครอบครัวยุคสมุนไพร, ธรรมชาติบำบัด วิธีสุขภาพแนวใหม่เล่ม 13. สำนักพิมพ์รวมพรรณ 2541.
38. นพ. บรรจบ ชุณหสวัสดิกุล. สุขภาพสตรี นม มิตรแท้หรือศัตรูสุขภาพ, ธรรมชาติบำบัด วิธีสุขภาพแนวใหม่เล่ม 9. สำนักพิมพ์รวมพรรณ 2540.
39. นพ. วิสัย วงศ์สายปิ่น. สำหรับเซลล์เดียว สารอาหารจากแสงตะวัน. สำนักพิมพ์รวมพรรณ 2536.
40. พญ. ชุตา ศรีสุคนธ์และคณะ. การทำให้อายุยืนยาวและมีความสุขโดยวิธีธรรมชาติ ภาคหนึ่ง “ไอโซน” โรงพิมพ์เดือนตุลา 2541
41. ดร. เกียรติวรรณ งามตยกุล. อาหารสู่ชีวิตใหม่. ที.พี. พรินท์. 2542.
42. นพ. วิจิตร บุญยะโฮตระ. สูตรลับพลังหนุ่มสาว. สำนักพิมพ์รักสุขภาพ 2543.
43. นพ. เจก ณะศิริ. ทำอย่างไรชีวิตจะยืนยาวและมีความสุข. บริษัท แปลนพับลิชชิง จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 34 กันยายน 2529.
44. ภาควิชา พยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พยาธิวิทยาคลินิก

แหล่งสืบค้น

1. www.thaiclinic.com/antioxidant.html
2. www.wkonline.com/d/Rouleaux.html
3. www.nutritionnow.com/antioinf.htm
4. abstracts.aspb.org/aspb1997/53/0916.shtml
5. www.fpnotebook.com/HEM114.htm
6. medic.med.uth.tmc.edu/path/00000288.htm
7. www.ncbi.nlm.nih.gov
8. www.library.health.ufl.edu
9. jap.physiology.org/

34. Young, R.W. et al (1980). Use of chlorophyllin in the care of geriatric patients. Journal of the American Geriatrics Society. 1980:28(1):46-47.
35. Zuess, J. (1998). Ginkgo : The Smart Herb. Three Rivers Press, New York.
36. นพ. บรรจบ ชุมหสวัสดิกุล. กินให้แกร่ง, สุขภาพทางเลือก 2. สำนักพิมพ์ร่วมพรรณ 2543.
37. นพ. บรรจบ ชุมหสวัสดิกุล. สุขภาพครอบครัวยุคสบู่แตกฟอง, ธรรมชาติบำบัด วิถีสุขภาพ แนวใหม่เล่ม 13. สำนักพิมพ์ร่วมพรรณ 2541.
38. นพ. บรรจบ ชุมหสวัสดิกุล. สุขภาพสตรี นม มิตรแท้หรือศัตรูสุขภาพ, ธรรมชาติบำบัด วิถีสุขภาพแนวใหม่เล่ม 9. สำนักพิมพ์ร่วมพรรณ 2540.
39. นพ. วิสัย วงศ์สายปิ่น. สำหรับเซลล์เดียว สารอาหารจากแสงตะวัน. สำนักพิมพ์ร่วมพรรณ 2536.
40. พญ. ชุตา ศรีสุคนธ์และคณะ. การทำให้อายุยืนยาวและมีความสุขโดยวิธีธรรมชาติ ภาคหนึ่ง “โอโซน” โรงพิมพ์เดือนตุลา 2541
41. ดร. เกียรติวรรณ อมาตยกุล. อาหารสู่ชีวิตใหม่. ที.พี. พรินท์. 2542.
42. นพ. วิจิตร บุญยะโฮตระ. สูตรลับพลังหนุ่มสาว. สำนักพิมพ์รักสุขภาพ 2543.
43. นพ. เฉก ชนะศิริ. ทำอย่างไรชีวิตจะยืนยาวและมีความสุข. บริษัท แปลนพับลิชชิง จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 34 กันยายน 2529.
44. ภาควิชา พยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พยาธิวิทยาคลินิก

แหล่งสืบค้น

1. www.thaiclinic.com/antioxidant.html
2. www.wkonline.com/d/Rouleaux.html
3. www.nutritionnow.com/antioinf.htm
4. abstracts.aspb.org/aspb1997/53/0916.shtml
5. www.fpnotebook.com/HEM114.htm
6. medic.med.uth.tmc.edu/path/00000288.htm
7. www.ncbi.nlm.nih.gov
8. www.library.health.ufl.edu
9. jap.physiology.org/