บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผล

จากการศึกษาถึงประสิทธิภาพของยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ ในการทำลายเชื้อ S. aureus และ P. aeruginosa พบว่า Cidex® และ glutaraldehyde มีประสิทธิภาพดีในการทำลายเชื้อทั้งสองชนิด ที่ความเข้มข้น 2 % และ 1 % สามารถทำลายเชื้อจำนวน 10^8–10^{10} เซลล์/มล. ได้ภายใน 1 นาที (ตารางที่ 6 หน้า 45) ถึงแม้ว่าในการทดลองนี้จะไม่ได้ใช้ inactivator เพื่อที่จะทำลายประสิทธิภาพของยาฆ่าเชื้อให้หมดไปก่อนที่จะทำการเพาะเชื้อ ทำให้ไม่สามารถอ่านผลการทดลองได้ที่ dilution 10^0 แต่ก็แสดงว่ายาฆ่าเชื้อสามารถทำลายเชื้อได้อย่างรวดเร็วมาก สภาพ pH และสารอินทรีย์ไม่มีผลต่อ Cidex® และ glutaraldehyde ความเข้มข้น 2 % และ 1 % ซึ่งตรงกับรายงานจากการศึกษาของ Borick และคณะ (4) ที่ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อต่าง ๆ ของ 2 % alkaline glutaraldehyde พบว่า ยาฆ่าเชื้อสามารถทำลายเชื้อ S. aureus และ P. aeruginosa ได้ภายใน 1 นาที โดยที่ Borick มิได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของยาฆ่าเชื้อในสภาพที่ pH เป็นกลาง หรือเป็นกรด แต่ผลจากการศึกษานี้ไม่พบว่าสารอินทรีย์หรือสภาพ pH ที่แตกต่างกันไป จะมีผลต่อประสิทธิภาพของ Cidex® และ glutaraldehyde ความเข้มข้น 2 % และ 1 % ทั้งนี้อาจเป็นเพราะยาฆ่าเชื้อทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้นนี้ สามารถทำลายเชื้อได้ทันทีที่สัมผัสกับเชื้อ แต่เมื่อความเข้มข้นของยาฆ่าเชื้อลดลงเป็น 0.5 % Cidex® ในสภาพสกปรกต้องใช้เวลาในการทำลายเชื้อทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 6 หน้า 45) ซึ่งอาจเนื่องมาจาก Cidex® 2 % ที่เป็น commercial product มีความเข้มข้นน้อยกว่าที่กำหนดไว้ หรือ Cidex® อาจเสื่อมสลายไปบ้างเนื่องจากการเก็บ เมื่อนำมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.5 % ความเข้มข้นก็จะน้อยลงกว่า 0.5 % มากจนทำให้ประสิทธิภาพต่ำลงไป แสดงว่าเมื่อความเข้มข้นของยาฆ่าเชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้ลดน้อยลง สารอินทรีย์จะมีผลต่อการทำลายเชื้อ

ซึ่งตรงกับรายงานของ Ross (29) ที่พบว่าสารอินทรีย์ (10 % ซีรั่ม) จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ S. aureus และ P. aeruginosa ของ glutaraldehyde ลดลง แต่จากการศึกษานี้ขัดแย้งกับการศึกษาของ Borick (4) ที่พบว่า bovine serum 15 – 20 % ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของ glutaraldehyde และจากการศึกษาของ Saitanu และ Lund (6) พบว่า 10 % ซีรั่มกลับช่วยเพิ่มอัตราการ inactivate Coxackie virus B 3 ของ glutaraldehyde ให้เร็วขึ้น จากการศึกษาของ Rubbo (5) พบว่า เมื่อ glutaraldehyde 2 % มี pH เป็น 8 จะมีประสิทธิภาพในการทำลายสปอร์ของ Bacillus anthracis ดีกว่าที่ pH 4 ถึง 4 เท่า ซึ่งถึงแม้ว่าจากการศึกษานี้จะไม่พบว่า pH มีผลต่อ glutaraldehyde และ Cidex® ในสภาพสะอาดทุก ๆ ความเข้มข้นที่ทำการทดลอง แต่สำหรับ Cidex® ความเข้มข้น 0.5 % ในสภาพสกปรกเมื่อทดสอบที่ pH 9 จะมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อดีกว่าที่ pH 5 และ 7 ซึ่งแสดงว่าเมื่อความเข้มข้นของ glutaraldehyde ลดต่ำลง และเมื่ออยู่ในสภาพสกปรก pH จะมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อทั้งสองชนิดนี้

ประสิทธิภาพของ Zephirol® และ benzalkonium chloride ในการทำลายเชื้อ S. aureus ดีกว่าเชื้อ P. aeruginosa เนื่องจากใช้เวลาในการทำลายเชื้อน้อยกว่า (ตารางที่ 7 หน้า 56) ซึ่งตรงกับที่มีผู้รายงานว่า benzalkonium chloride สามารถทำลายแบคทีเรียกรัมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียกรัมลบ โดยเฉพาะเชื้อ P. aeruginosa และ S. marcescens เป็นเชื้อที่ทนต่อยานี้มากที่สุดในบรรดาแบคทีเรียกรัมลบทั้งหมด(35) จากการศึกษาพบว่า benzalkonium chloride และ Zephirol® ความเข้มข้น 0.05 % สามารถทำลายเชื้อ S. aureus จำนวน $10^8 - 10^9$ เซลล์/มล. ได้ภายใน 1 นาที และที่ความเข้มข้น 0.05 % นี้ เท่านั้นที่สามารถทำลายเชื้อ P. aeruginosa ได้ภายใน 30 – 120 นาที แล้วแต่สภาพของการทดลอง (สภาพ pH ที่แตกต่างกัน, สภาพสะอาดหรือสภาพสกปรก) (ตารางที่ 7) Zephirol® มีประสิทธิภาพดีกว่า benzalkonium chloride เนื่องจากใช้เวลาในการทำลายเชื้อทั้งสองชนิดน้อยกว่า (ตารางที่ 7, ภาพที่ 29, 30 หน้า 83) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะถึงแม้ว่ายาฆ่าเชื้อทั้ง

2 ชนิด จะเป็นชนิดเดียวกัน แต่ก็อาจมีความแตกต่างกันที่ alkyl group โดย Zephirol® คงจะมี alkyl group ที่ประกอบด้วย $C_{14}H_{27}$ ในเปอร์เซนต์ที่สูงกว่า benzalkonium chloride จึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อสูงกว่า เพราะถ้า benzalkonium chloride ใด ประกอบด้วย $C_{14}H_{27}$ ในเปอร์เซนต์ที่สูงกว่าก็จะมีประสิทธิภาพดีกว่า benzalkonium chloride ที่ประกอบด้วย $C_{14}H_{27}$ ในเปอร์เซนต์ที่ต่ำกว่า (34, 37) สารอินทรีย์และสภาพ pH ที่แตกต่างกันจะมีผลต่อประสิทธิภาพของยาฆ่าเชื้อ เมื่ออยู่ในสภาพสกัปรก ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อทั้งสองจะลดลง และเมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นด่างจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด (ภาพที่ 29, 30) ยกเว้นแต่ที่ความเข้มข้น 0.05 % ซึ่งทั้ง Zephirol® และ benzalkonium chloride สามารถทำลายเชื้อ S. aureus ได้ใน 1 นาที โดยที่สภาพ pH และสารอินทรีย์ไม่มีผลในการทำลายเชื้อนี้ (ตารางที่ 7) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเชื้อถูกทำลายทันทีที่สัมผัสกับยาฆ่าเชื้อ ซึ่งตรงกับที่มีผู้รายงานว่าสารอินทรีย์ทำให้ประสิทธิภาพของ benzalkonium chloride ในการทำลายเชื้อลดน้อยลง (38) และเมื่ออยู่ในสภาพ pH ที่เป็นด่างจะมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อสูงขึ้น (25, 34, 35)

Phisohex® และ hexachlorophene ความเข้มข้น 3 %, 1 % และ 0.3 % มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ S. aureus สูงมาก ภายใน 1 นาที ไม่พบว่ามีการเจริญเติบโตของเชื้อเลย (ภาพที่ 21, 22 หน้า 77) เนื่องจากการทดลองนี้ไม่ได้ใส่ inactivator เพื่อที่จะ neutralize ยาฆ่าเชื้อก่อนที่จะทำการเพาะเชื้อ และยาฆ่าเชื้อนี้ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.0003 % ซึ่งเหลือค้างใน inoculum ยังคงมีผลต่อเชื้อนี้อยู่ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าเชื้อจะถูกทำลายไปหมดหรือไม่ภายใน 1 นาที ซึ่งตรงกับรายงานของ Seastone (19) ที่พบว่า hexachlorophene ความเข้มข้นเพียง 1 ppm. ก็สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อนี้ได้อย่างสมบูรณ์ และจากการศึกษาของ Vitez (20) และ Kneiflova และ Privora (21) พบว่า hexachlorophene มีประสิทธิภาพต่อแบคทีเรียกรัมบวกมากกว่าแบคทีเรียกรัมลบ จากการศึกษานี้จะเห็นว่าเชื้อ P. aeruginosa ซึ่งเป็นแบคทีเรียกรัมลบทนต่อยาฆ่าเชื้อนี้มากกว่าเชื้อ S. aureus

ซึ่งเป็นแบคทีเรียกรัมบวก hexachlorophene มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ P. aeruginosa มากกว่า Phisohex® โดยใช้เวลาในการทำลายเชื้อน้อยกว่า (ตารางที่ 8 หน้า 63) ความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพของ Phisohex® และ hexachlorophene อาจเนื่องมาจากผลของ NaOH 0.3 % (W/V) ใน alcohol ที่ใช้เป็นตัวทำละลาย hexachlorophene ที่ไปช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ hexachlorophene สารอินทรีย์มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ P. aeruginosa ของ Phisohex® และ hexachlorophene ลดน้อยลง (ภาพที่ 31, 32 หน้า 84) และเมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นด่างจะมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ P. aeruginosa สูงที่สุด (ภาพที่ 31, 32) ซึ่งตรงกับรายงานของ Lowbery และ Lilly (23) ที่พบว่า hexachlorophene เมื่อทำให้มีสภาพเป็นด่างแล้วจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด และสารอินทรีย์มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อของยาฆ่าเชื้อนี้ลดลง (17,24)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของยาฆ่าเชื้อทั้ง 3 ชนิดแล้ว พบว่า Cidex® หรือ glutaraldehyde มีประสิทธิภาพดีต่อเชื้อทั้งสองชนิดสูงกว่ายาฆ่าเชื้ออื่น ๆ ที่ทำการศึกษา แต่ยาฆ่าเชื้อแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียและวิธีการใช้ที่แตกต่างกันไป การจะเลือกใช้ยาฆ่าเชื้อชนิดใดก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้ Cidex® และ glutaraldehyde นอกจากจะมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อที่เป็น vegetative form แล้วยังสามารถทำลายเชื้ออื่น ๆ เช่น เชื้อไวรัส, เชื้อรา, สปอร์ของแบคทีเรีย และเชื้อวัณโรคได้ดี (4, 5, 29) glutaraldehyde ไม่สามารถนำมาใช้บนผิวหนังของคนได้เนื่องจากอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองได้ ฉนั้นจึงควรนำ Cidex® และ glutaraldehyde มาใช้แช่เครื่องมือเครื่องใช้ในการแพทย์ที่ต้องการทำลายเชื้อต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้กับผู้ป่วย โดยเฉพาะเครื่องมือที่เป็นยาง พลาสติค และเครื่องมือที่ประกอบด้วยเลนส์ หรือซีเมนต์ เช่น cystoscope ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้ไม่สามารถฆ่าเชื้อโดยความร้อนได้ เนื่องจาก glutaraldehyde ไม่ทำให้เลนส์หรือเครื่องมือเหล่านั้นเป็นอันตราย (26,27,39) เมื่อแช่เครื่องมือเหล่านั้นใน Cidex® ซึ่งได้แก่

2 % alkaline glutaraldehyde ใช้เวลาเพียง 5 นาที ก็เพียงพอที่จะทำลายเชื้อที่เป็น vegetative form แล้ว แต่ถ้าต้องการทำลายเชื้อชนิดอื่น ๆ อาจต้องเพิ่มเวลาที่ใช้ในการแช่เป็น 15 – 20 นาที และ ถ้าต้องการภาวะ sterile ควรแช่นาน 3 ชั่วโมง (26) แต่สิ่งที่ควรจะคำนึงถึงในการแช่เครื่องมือต่าง ๆ คือ จะต้องให้ทุกส่วนของเครื่องมือแช่ในยาฆ่าเชื้อ เนื่องจากเครื่องมือบางอย่างเช่น corrugated tube ซึ่งเป็นเครื่องมือดมยาชนิดหนึ่ง เป็น tube ที่มีส่วนหักงอและร่องหลายแห่ง ถ้าแช่ในน้ำยาไม่ทั่วถึงจะไม่สามารถฆ่าเชื้อได้ทั้งหมด ทำให้เกิดการติดเชื้อแก่ผู้ที่ใช้เครื่องมือนั้นได้ (41, 42) benzalkonium chloride หรือ Zephirol® นั้นสามารถที่จะนำมาใช้ได้กับผิวหนังของคน เนื่องจากความเข้มข้นที่ใช้ในการทำลายเชื้อไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังของคน (38) ดังนั้นจึงมีผู้นำ benzalkonium chloride ใส่ในน้ำดื่มเพื่อที่จะทำลายเชื้อในน้ำดื่ม (36) หรือนำมาใช้เตรียมผิวหนังผู้ป่วยก่อนผ่าตัด หรือนำมาใช้ในการทำความสะอาดผิวหนังก่อนสวนปัสสาวะ (38) ส่วนการนำ benzalkonium chloride มาใช้แช่เครื่องมือและสายยางต่าง ๆ ไม่ควรใช้ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.05 % เวลาที่ใช้แช่เพื่อที่จะทำลายเชื้อพวก vegetative form ไม่ควรต่ำกว่า 2 ชั่วโมง สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการใช้ยาฆ่าเชื้อเหล่านี้แช่เครื่องมือต่าง ๆ คือ ควรใช้ยาฆ่าเชื้อเหล่านี้ในสภาพสะอาด โดยกำจัดสารอินทรีย์ที่ติดมากับเครื่องมือเหล่านั้นก่อนนำมาแช่ หรือถ้าจะต้องแช่เครื่องมือเมื่อมีสารอินทรีย์ เช่น เลือดปะปนมาด้วยก็ควรเพิ่มเวลาในการแช่ให้มากขึ้น เนื่องจากสารอินทรีย์มีผลทำให้ประสิทธิภาพของยาฆ่าเชื้อทั้งสองชนิดนี้ลดลง การปรับ pH ของยาฆ่าเชื้อให้เป็นด่างจะทำให้ประสิทธิภาพของยาฆ่าเชื้อดีขึ้น

การนำเอา hexachlorophene มาใช้นั้น ส่วนใหญ่จะนำมารวมกับสาร detergent เพื่อให้อยู่ในรูปของน้ำยาฟอกมือหรือน้ำยาทำความสะอาดผิวหนัง ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ S. aureus ได้ดี (จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า hexachlorophene ความเข้มข้นเพียง 0.3 % ก็มีประสิทธิภาพสูงในการทำลายเชื้อนี้) แต่จะไม่นำไปใช้เพื่อทำลายเชื้อกรัมลบ เช่น P. aeruginosa เนื่องจาก Phisohex® มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อนี้ต่ำ การใช้ hexachlorophene

ในรูปของ Phisohex® จะสามารถควบคุมการติดเชื้อ S. aureus ในเด็กแรกเกิดได้ ถ้าใช้ 3 % hexachlorophene (Phisohex®) อาบน้ำเด็กแรกเกิดทุกวัน จะสามารถลดจำนวนเชื้อ S. aureus บนผิวหนังและสะดือของเด็กได้ (34,43,44,45, 46) แต่การใช้ 3 % hexachlorophene อาบน้ำเด็กแรกเกิดทุกวันอาจเป็นอันตรายแก่เด็กได้ Kimbrough (47) พบว่า การใช้ 3 % hexachlorophene อาบน้ำเด็กแรกเกิด สารนี้จะดูดซึมผ่านผิวหนัง ทำให้เกิดอันตรายแก่ white matter ของสมองได้ ฉนั้นการใช้ Phisohex® เพื่อทำลายเชื้อบนผิวหนัง จึงควรใช้ด้วยความระมัดระวัง และไม่ควรใช้ติดต่อกันทุกวัน pH และสารอินทรีย์ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ S. aureus นี้