

ความคงตัวและความปราศจากเชื้อของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี

นิลวรรณ ชนานิรมิตผล
กลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลสิงห์บุรี

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความคงตัวด้าน ความเป็นกรด – ด่าง และความปราศจากเชื้อของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี เป็นระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง โดยวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH Value) ของ 3% NaCl Eye Drops จำนวน 25 ตัวอย่าง วัดค่าทุก 2 อาทิตย์/1 ครั้งๆ ละ 1 ตัวอย่าง จำนวน 25 ครั้ง (12 เดือน) โดยใช้ pH Meter พบว่า ความเป็น กรด – ด่าง ของ 3% NaCl Eye Drops มีค่าเฉลี่ย 6.73 เมื่อเปรียบเทียบกับ 3% Sodium Chloride Injection 500 cc. ที่นำมาใช้ผลิต 3% NaCl Eye Drops ที่มีค่าความเป็นกรด – ด่าง 6.75 ซึ่งไม่แตกต่างกัน ($p > .05$), จากการทดสอบสภาพไร้เชื้อ (Sterility test) ตามมาตรฐาน USP 39 โดยทดสอบทุก 2 อาทิตย์/1 ครั้งๆ ละ 1 ตัวอย่าง จำนวน 25 ครั้ง (12 เดือน) ผลลัพธ์ คือ ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อทั้ง 25 ตัวอย่าง

สรุปได้ว่า 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี มีความคงตัวด้านความเป็นกรด – ด่าง และมีความปราศจากเชื้อตลอดระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต

คำสำคัญ : ค่าความเป็นกรด – ด่าง , ความปราศจากเชื้อ , 3% NaCl Eye Drops

Abstract : Stability and sterility of 3% NaCl Eye Drops produced at Singburi Hospital.

Chananimithphol, N B.S. Pharmacy, M.P.H

Pharmacy Department, Singburi Hospital

The purpose of this quasi-experimental study was to study the stability of acidity- alkalinity and sterility of 3 % NaCl Eye Drops produced in Singburi Hospital for 12 months from the production date, at room temperature. By measuring the pH value of 3% NaCl Eye Drops, 25 samples, 2 weeks/time/1 sample for 25 times (12 mouths) by using pH Meter. Found that the pH value of 3 % NaCl Eye Drops averaged 6.73 compared to 3 % Sodium Chloride Injection 500 cc. used to produce 3% NaCl Eye Drops with a pH of 6.75 which is not different ($p > .05$),

from the sterility test in accordance with USP 39 standard, 2 weeks / 1 test / 1 sample for 25 times (12 months). The result is that no contaminated samples were found in all 25 samples.

Conclusion, 3% NaCl Eye Drops produced at Singburi Hospital are stability in acid-base and sterile for a period of 12 months from the production date.

Keywords: pH value, Sterility, 3% NaCl Eye Drops

บทนำ

3% NaCl Eye Drops เป็น Hypertonic Ophthalmic Solution ใช้ในผู้ป่วยที่มีกระจกตาบวม (corneal edema) การบวมของกระจกตาดำมักเกี่ยวข้องกับอาการเจ็บและสายตามัวลง สาเหตุของการเกิดกระจกตาบวม (corneal edema) อาจเกิดจาก ความผิดปกติของชั้น endothelium หรือ epithelium ของกระจกตาตัวเอง, โรคต้อหิน¹, การติดเชื้อที่ตา หรือการผ่าตัดต้อกระจก² ส่วนกลไกการออกฤทธิ์ของ 3% NaCl Eye Drops ซึ่งยาที่มีความเข้มข้นมากกว่าของเหลวภายในเซลล์ จึงดึงน้ำออกจากเซลล์ได้ การนำมาใช้ใน รูปแบบยาหยอดตา จะช่วยลดของเหลวที่คั่งอยู่ในกระจกตาที่บวม จึงใช้เพื่อลดอาการบวมของกระจกตาในผู้ป่วยที่มีกระจกตาบวม (corneal edema)²

Hypertonic substances ใช้เพื่อที่จะดูดน้ำออกจากกระจกตาที่บวม ทำให้กระจกตาใสขึ้นชั่วคราวเพื่อการตรวจรักษาในขั้นต่อไป ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ glycerin นอกจากนี้มี 2% - 8% NaCl

เนื่องจากดวงตาเป็นเนื้อเยื่อที่บอบบางมากและติดเชื้อง่าย ดังนั้นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงในการผลิตยาตา คือ ความเข้มข้น (tonicity), ความเป็นกรด – ด่าง (pH value), ความคงตัวและความปราศจากเชื้อ (sterility) ยาหยอดตาที่มี pH อยู่ระหว่าง 7.3-7.7 เมื่อใช้หยอดตาจะทำให้ไม่แสบตาและสบายตา เนื่องจากใกล้เคียงกับ pH ของน้ำตา แต่อย่างไรก็ตามค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับยาตา คือ 4-8³ และยาหยอดตาต้องปราศจากเชื้อโรค เพราะ ปัญหาที่เกิดการติดเชื้อที่ตามักเกิดจากการใช้ยาหยอดตาที่มีการปนเปื้อนของเชื้อหรือยาหยอดตาที่หมดอายุ⁴

Hypertonic Ophthalmic Solution ที่ใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี มียา 1 รายการคือ 3% NaCl Eye Drops ซึ่งยาดังกล่าวผลิตขึ้นใช้เองในโรงพยาบาล เป็นประเภทยาเตรียมพิเศษเฉพาะราย (Extemporaneous compounding) ซึ่งผู้ป่วยรอรับยาเตรียมพิเศษเฉพาะราย ใช้เวลาประมาณ 40 นาที/ครั้ง (เวลาตั้งแต่ ผู้ป่วยยื่นใบสั่งยาที่ห้องจ่ายยา รอจนกระทั่ง งานเภสัชกรรมการผลิตซึ่งเป็นผู้ผลิต เตรียมยาแล้วเสร็จและส่งยาเตรียมกลับมาห้องจ่ายยาเพื่อจ่ายให้ผู้ป่วย) เนื่องจาก การเข้าปฏิบัติงานในสถานที่สะอาดเพื่อผสมยาเตรียมพิเศษเฉพาะรายชนิดยาปราศจากเชื้อ ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน (Standard Operating Procedure; SOP) หลายเรื่องที่เกี่ยวข้อง เช่น SOP การเปลี่ยนชุดแต่งกาย, SOP การทำความสะอาดบริเวณที่ทำการผลิต (work station) และ SOP การเตรียมยาโดยวิธี Aseptic technique⁶ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาความคงตัวและความปราศจากเชื้อของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี จึงมีความสำคัญ

หากวิเคราะห์ผลการศึกษาลแล้วได้ประโยชน์กับผู้ป่วยเมื่อนำสู่การปฏิบัติ จะสามารถช่วยแก้ปัญหาเรื่องระยะเวลาการรอคอยยาของผู้ป่วยได้ กล่าวคือช่วยลดระยะเวลาการรอคอยยาของผู้ป่วย ซึ่งเป็นนโยบายที่สำคัญของกระทรวงสาธารณสุข

วัตถุประสงค์

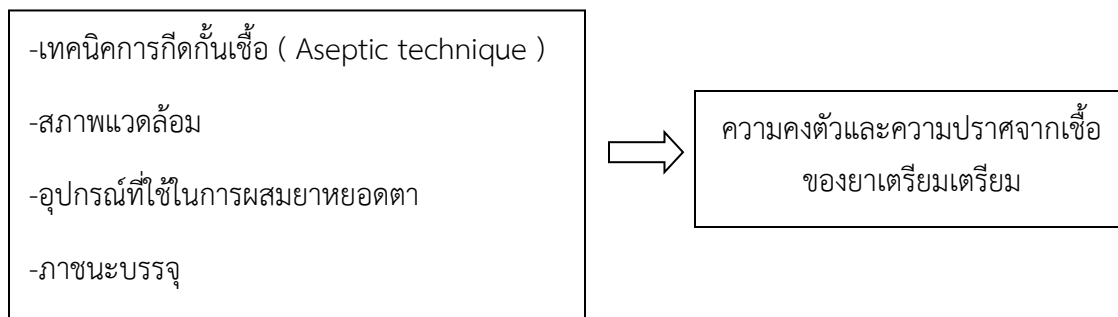
1. ศึกษาความคงตัว ด้านความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง เปรียบเทียบกับ ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของ 3% Sodium Chloride Injection 500 cc. ที่นำมาใช้ผลิต 3% NaCl Eye Drops
2. ศึกษาการทดสอบสภาพไร้เชื้อ (sterility test) ของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ความคงตัว (Stability) ในการศึกษาหมายถึง ความคงตัวด้านความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่านั้น
2. การทดสอบสภาพไร้เชื้อ (Sterility test) หมายถึง การทดสอบการมีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในสิ่งที่นำมาทดสอบ ซึ่งยาที่ปราศจากเชื้อจะต้องมีคุณสมบัติปราศจากเชื้อจุลินทรีย์
3. Growth Promotion Test หมายถึง การทดสอบที่เป็นการแสดงให้เห็นว่า อาหารเลี้ยงเชื้อนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในการศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ เป็นเชื้อมาตรฐานที่มีใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี
4. 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี หมายถึง การผลิต 3% NaCl Eye Drops โดยงานเภสัชกรรมการผลิต ในสถานที่และสภาพแวดล้อมที่กำหนดตามบริบทของโรงพยาบาลสิงห์บุรี

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การเตรียมยาหยอดตา เป็นยาเตรียมพิเศษเฉพาะราย (Extemporaneous compounding) ในโรงพยาบาลเพื่อใช้ในผู้ป่วยเฉพาะราย และผลิตภัณฑ์ต้องมีความคงตัวและปราศจากเชื้อ ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยข้อง ได้แก่ -เทคนิคการกีดกันเชื้อ (Aseptic technique), สภาพแวดล้อม อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมยาหยอดตา และภาชนะบรรจุ



วัสดุและวิธีการ

การศึกษานี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) โดยหาค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH value) และการทดสอบสภาพไร้เชื้อ (Sterility test) ของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน ภายหลังการผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตัวกรอง (Micro filter) pore size 0.2 micrometer (Gema Medical S.L)
2. Sterile Syringe ขนาด 30 cc.
3. Sterile Needle
4. ขวดบรรจุยาหยอดตาปราศจากเชื้อ ขนาดบรรจุ 20 cc. ผลิตจาก Low Density Polyethylene (LDPE) ทำให้ปราศจากเชื้อโดย Gamma Ray 25 KGray จาก บริษัท ที่จำหน่ายให้โรงพยาบาลสิงห์บุรี (บริษัทปัญญฤกษ์ จำกัด กทม.)
5. เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH Meter ยี่ห้อ SI Analytics รุ่น LAB 855 S/N 18481351)

สารที่ใช้

1. 3 % Sodium Chloride Injection 500 cc. (General Hospital Product ; GHP) Lot. 1611212 Mfg. 30/11/16 Exp. 30/11/21
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ (Culture Media) ใช้ commercial media ได้แก่
 - 2.1 Soybean –Casein Digest Medium / Tryptic Soy Broth (TSB)
 - 2.2 Fluid Thioglycollate Medium (FTM)
3. เชื้อทดสอบที่ใช้ในการทำ Growth Promotion Test
 - 3.1 *Staphylococcus aureus*; ATCC 25923
 - 3.2 *Bacillus subtilis*; ATCC 9372
 - 3.3 *Pseudomonas aeruginosa*; ATCC 27853

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตโดย งานเภสัชกรรมการผลิต โรงพยาบาลสิงห์บุรี ผลิตวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ.2560 จำนวน 50 x 15 cc. เก็บที่อุณหภูมิห้อง โดยแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดละ 25 ขวด

ชุดที่ 1 สำหรับใช้ศึกษาค่าความเป็นกรด – ด่าง

ชุดที่ 2 สำหรับใช้ศึกษาการทดสอบสภาพไร้เชื้อ (Sterility test)

วิธีการเตรียม 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี

เตรียม 3% NaCl Eye Drops โดยแบ่งบรรจุจาก 3% Sodium Chloride Injection 500 cc. ใช้ sterile Syringe ขนาด 30 cc. ดูด 3% Sodium Chloride Injection 500 cc. ผ่านตัวกรอง (Micro filter)

pore size 0.2 micrometer จำนวน 15 cc. บรรจุใส่ขวดยาหยอดตาปราศจากเชื้อ จำนวน 50 ขวด บริเวณบรรจุยาภายใต้ Laminar air Flow ซึ่งอยู่ในห้องที่มีระบบปรับอากาศแบบท้อ และการแต่งกายปฏิบัติงานปฏิบัติตามมาตรฐาน GMP

ระยะเวลาที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลา 12 เดือน 11 วัน ตั้งแต่วันที่ 25 พฤษภาคม 2560 – 6 มิถุนายน 2561

วิธีการศึกษา

1. วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH value) ของ 3% Sodium Chloride Injection 500 cc. ที่นำมาใช้ผลิต 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี

2. วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH value) ของ 3% NaCl Eye Drops ชุดที่ 1 ด้วย เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH Meter) 2 อาทิตย์/1 ครั้ง ครั้งละ 1 ตัวอย่าง จำนวน 25 ครั้ง

3. การทดสอบสภาพไร้เชื้อ (Sterility test) โดยนำ 3% NaCl Eye Drops ชุดที่ 2 มาเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Direct inoculation ตามมาตรฐาน USP โดยนำ 3% NaCl Eye Drops จำนวน ½ ของปริมาตรที่บรรจุของขวด (7.5 cc.) แต่ละ 7.5 cc. ใส่ลงใน Culture Media ดังนี้ คือ

3.1 Soybean – Casein Digest Medium/Tryptic Soy Broth (TSB) ปริมาตร 80 cc. สำหรับเพาะเชื้อ เพาะบ่มเชื้อที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (20-25° C) เป็นเวลา 14 วัน

3.2 Fluid Thioglycollate Medium (FTM) ปริมาตร 80 cc. สำหรับเพาะเชื้อ เพาะบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (30-35° C) เป็นเวลา 14 วัน

อ่านความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง TSB และ FTM โดยทำการทดสอบ 2 อาทิตย์/1 ครั้ง ครั้งละ 1 ตัวอย่าง จำนวน 25 ครั้ง (12 เดือน)

4. การทดสอบ Growth Promotion Test โดย

4.1 ใส่เชื้อทดสอบ *Bacillus subtilis*; ATCC 9372 ลงใน TSB เพาะบ่มเชื้อที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (20-25° C) เป็นเวลาไม่เกิน 3 วัน อ่านความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อ

4.2 ใส่เชื้อทดสอบ *Staphylococcus aureus*; ATCC 25923 และ *Pseudomonas aeruginosa*; ATCC 27853 ลงใน FTM แต่ละหลอด เพาะบ่มเชื้อที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (30 - 35°C) เป็นเวลาไม่เกิน 3 วัน อ่านความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อ

ผลการศึกษา

1. ความเป็นกรด - ด่าง (pH value) ของ 3% Sodium Chloride Injection 500 cc. ที่นำมาใช้ผลิต 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี มีค่าเท่ากับ 6.75

2. ความเป็นกรด - ด่าง (pH value) ของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง มีค่าสูงสุด 6.82, ต่ำสุด 6.67 โดยมีค่าเฉลี่ย 6.73 ค่า SD 0.03 ดังแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH value) ของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง

วันเดือนปี	ขวดที่	ระยะเวลานวันที่	ค่าความเป็นกรด – ด่าง
25-พ.ค.-60	1	0	6.75
08-มิ.ย.-60	2	14	6.73
22-มิ.ย.-60	3	28	6.76
06-ก.ค.-60	4	42	6.74
20-ก.ค.-60	5	56	6.74
03-ส.ค.-60	6	70	6.70
17-ส.ค.-60	7	84	6.76
31-ส.ค.-60	8	98	6.75
14-ก.ย.-60	9	112	6.72
28-ก.ย.-60	10	126	6.71
12-ต.ค.-60	11	140	6.70
26-ต.ค.-60	12	154	6.78
09-พ.ย.-60	13	168	6.76
23-พ.ย.-60	14	182	6.77
7-ธ.ค.-60	15	196	6.82
21-ธ.ค.-60	16	210	6.76
4-ม.ค.-61	17	224	6.73
18-ม.ค.-61	18	238	6.74
01-ก.พ.-61	19	252	6.78
15-ก.พ.-61	20	266	6.72
01-มี.ค.-61	21	280	6.71
15-มี.ค.-61	22	294	6.67
29-มี.ค.-61	23	308	6.73
26-เม.ย.-61	24	336	6.71
24-พ.ค.-61	25	363	6.72

3. การทดสอบสภาพไร้เชื้อ (Sterility test) ของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต ผลการทดสอบ อาหารเลี้ยงเชื้อใส่ทุกขวดทดสอบ ซึ่งหมายถึง ไม่พบเชื้อใน 3% NaCl Eye Drops ที่ทดสอบ ทั้ง 25 ตัวอย่าง

4. การทดสอบ Growth Promotion Test ผลการทดสอบ อาหารเลี้ยงเชื้อขุนทุกหลอดทดสอบ หมายถึง อาหารเลี้ยงเชื้อนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

สรุปและวิจารณ์ผล

1. ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH value) ของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ย 6.73 เมื่อเปรียบเทียบกับ 3% Sodium Chloride Injection 500 cc. ที่นำมาใช้ผลิต 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี มีค่าเท่ากับ 6.75 ผลวิเคราะห์ one sample t-test พบว่าไม่แตกต่างกัน ($p > .05$) แสดงถึง 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง มีความคงตัว ด้านความเป็นกรด – ด่าง และ มีค่าเหมาะสมสามารถใช้หยอดตาได้ เนื่องจาก pH ที่เหมาะสมสำหรับยาตา คือ 4-8

2. การทดสอบสภาพไร้เชื้อ (Sterility test) ของ 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ จึงเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ด้านความปราศจากเชื้อของยาหยอดตา

3. การที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง ไม่ต่างกัน ($p > .05$) ระหว่าง 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี ระยะเวลา 12 เดือน นับแต่วันผลิต เก็บที่อุณหภูมิห้อง กับ 3% Sodium Chloride Injection 500 cc. ที่นำมาใช้ผลิต 3% NaCl Eye Drops และไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ แสดงได้ว่า 3% NaCl Eye Drops ที่ผลิตใช้ในโรงพยาบาลสิงห์บุรี มีอายุการใช้งานได้นาน 12 เดือน นับแต่วันผลิต โดยสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ทดสอบเพียง 25 ตัวอย่าง/ชุด เท่านั้น ทำให้การทดสอบทั้ง ค่าความเป็นกรด – ด่าง และ สภาพการไร้เชื้อได้เพียง 25 ครั้ง ความถี่ 2 อาทิตย์/1 ครั้ง (12 เดือน) ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าว ยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่าง ซึ่งหากมีตัวอย่างจำนวนมากพอที่จะศึกษาต่อไป เพื่อให้ทราบถึงวันเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่าง ดังนั้นหากมีการศึกษาครั้งต่อไปควรเตรียมตัวอย่างให้มากพอที่ทำการศึกษายาวนานกว่า 12 เดือน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีต้องขอขอบคุณ นางสมบัติ พรหมคำ กลุ่มงานพยาบาลวิทย์ โรงพยาบาลสิงห์บุรี ที่ช่วยเหลือทางด้านการเตรียมเชื้อทดสอบและการเพาะบ่มเชื้อ พร้อมทั้งขอขอบคุณ เกษัชกรอภิชัย วรภัทรชัย หัวหน้ากลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลสิงห์บุรี ที่แนะนำสนับสนุนการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ประจักษ์ ประจักษ์เวช. การใช้ยาทางจักษุวิทยา. กรุงเทพมหานคร: ศรีบุญอุตสาหกรรมการพิมพ์; 2529.
2. หน่วยคลังข้อมูลยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 3% Sodium Chloride ใช้หยอดตารักษาโรคอะไร [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 19 ต.ค. 2562]. เข้าถึงได้จาก: www.pharmacy.mahidol.ac.th/dic/qa_full.php?id=7683

3. นวกรณ์ วิมลสารวงค์. หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตยาตาในโรงพยาบาล. ใน: วนิตา เตชะวาสน์, นวกรณ์ วิมลสารวงค์, พรศรี อิงเจริญสุนทร, บรรณาธิการ. Pediatric Extemporaneous Compounding ยาเตรียมพิเศษเฉพาะรายสำหรับเด็ก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ชัยเจริญ ; 2552. 17-22.
4. มหาวิทยาลัยมหิดล. บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน ข้อควรรู้เกี่ยวกับยาหยอดตาที่ไม่ควรมองข้าม [อินเทอร์เน็ต]. 2553 [เข้าถึงเมื่อ 10 ต.ค. 2562]. เข้าถึงได้จาก: www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge
5. กฤษณ์ สุขนันท์ธะ, เบญจมาภรณ์ อภิรมณ์รักษ์. แนวทางการผลิตยาเตรียมปราศจากเชื้อในโรงพยาบาล ตาม ASHP Guideline on Compounding Sterile Preparations [อินเทอร์เน็ต]. 2560 [เข้าถึงเมื่อ 14 ธ.ค. 2562]. เข้าถึงได้จาก: http://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=411
7. คณะกรรมการแห่งชาติด้านยา. เกล็ดตำรับโรงพยาบาล พ.ศ 2549 (List of Hospital Formulary A.D. 2006). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด; 2549. 76-80.
8. โรงพยาบาลเมตตาประชารักษ์ (วัดไร่ขิง). คู่มือการดูแลโรคตาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่3. นครปฐม: เพชรเกษมพรินติ้งกรุ๊ป; 2558.
9. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. Biological Assay: Safety test [อินเทอร์เน็ต]. 2016 [เข้าถึงเมื่อ 10 ต.ค. 2562]. เข้าถึงได้จาก: file:///C:/Users/Administrator/Downloads/2_Safety%20&%20Impurities.pdf
10. มหาวิทยาลัยนเรศวร. การทดสอบสภาพไร้เชื้อ (sterility test) [อินเทอร์เน็ต]. 2552 [เข้าถึงเมื่อ 10 ต.ค. 2562]. เข้าถึงได้จาก: www.dcms.lib.nu.ac.th/dcms/TDC2552/0694/chapter2.pdf
11. Drugfuture. Microbiological Tests / <71>Sterility Tests 69 [Internet]. 2554 [cited 2019 Oct 10]. Available from: www.drugfuture.com/Pharmacopoeia/usp35/PDF/00690074%20%5b71%5d%20STERILITY%20TESTS.pdf
12. Khripun KV, Nizametdinova YS, Varganova TS. Therapeutic efficacy of 3% NaCl hypertonic solution in postoperative corneal edema.Opthamol J 2018; 11: 81-6.
13. World Health Organization. Test For Sterility [Internet]. 2012 [cited 2019 Oct 10]. Available from: www.who.int/medicines/publications/pharmacopoeia/TestForSterility-RevGenMethod.QAS11-413FINALMarch2012.pdf