

บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

เนื่องด้วยปัจจุบันนี้ในโรงพยาบาลเกือบทุกแห่งนิยมให้ยาฉีดในแบบการผลัดยาฉีดกับ กระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากให้ทางหลอดเลือดดำกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้อาจด้วยเหตุผลหลาย ประการดังได้กล่าวข้างต้นและในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ยาฉีดแต่ละชนิดที่มีตัวยาหลักเหมือนกัน แต่ผลิต จากโรงงานผลิตยาหลายแห่งภายในประเทศ ซึ่งตำรับยานั้นแตกต่างกันไปในตัวทำละลาย, ยาแก้ปวด, สารที่ทำให้คงตัว, แอนติออกซิแดนท์, บัฟเฟอร์ ซึ่งอาจทำให้มีความเป็นกรด-ด่าง แตกต่างกันไป สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเกิดความเข้ากันไม่ได้ของผลิตร ภัณฑ์ยาฉีดนั้นกับกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากและเอกสารกำกับผลิตภัณฑ์ยาฉีดในประเทศเหล่านี้ ก็ไม่ได้ระบุถึงช่วงความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ยาฉีดนั้น และไม่ได้ระบุช่วง เวลาของความคงตัวของผลิตภัณฑ์ยาฉีดในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากในอุณหภูมิของประเทศไทย

จากงานวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ยาฉีดแต่ละบริษัทซึ่งมีตัวยาหลักเหมือนกัน จะมีความเป็น กรด-ด่างต่างกัน ซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ยาฉีดนั้นมีความคงตัวในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากได้ใน เวลาที่ต่างกัน ดังจะได้กล่าวต่อไป

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดแอมปีซิลลิน โซเดียม

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดแอมปีซิลลิน โซเดียม ซึ่งเป็นผงสีขาว เมื่อละลายด้วยน้ำปราศจาก เชื้อจะได้สารละลายใสไม่มีสีเหลือง ซึ่งแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีความเข้มข้นของสียต่างกัน และเมื่อผลั มสารละลายยาฉีดแอมปีซิลลิน โซเดียม ทั้ง 10 บริษัทลงไปในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ในความเข้มข้น 4 กรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตร ความเข้มข้นของสีของสารละลายจะเฉื่อยจาง ลงตามส่วน และพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี, ความขุ่นหรือเกิดก๊าซขึ้นตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส และที่ 8-10 องศาเซลเซียส แต่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง ของความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผลัทั้ง 10 บริษัทในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างนี้ พบว่ายาฉีดผลัแอมปีซิลลินในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ และในน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากอีก 3 ชนิด นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผลัยังมีความแตกต่างกัน

ตามอุณหภูมิที่ทำการทดลอง กล่าวคือยาฉีดผสมแอมปีซิลลิน โซเดียม ที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างจะลดต่ำลงจากเดิมน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามแม้ว่าความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผสมแอมปีซิลลิน โซเดียมจะลดลงไม่เกิน 2.0 ในระยะเวลาที่ยาฉีดที่มีปริมาณมากทุกชนิดภายในเวลา 24 ชั่วโมง แต่ก็มีรายงานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดแอมปีซิลลิน โซเดียมว่า ความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผสมแอมปีซิลลิน โซเดียมจะลดลงเรื่อย ๆ ตามเวลาที่ตัวยาถูกทำลาย^(30,34) และ Zost.E.D. และคณะ⁽²⁶⁾ ได้วิจัยพบว่า ยาฉีดผสมแอมปีซิลลิน โซเดียม ในน้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำที่มีความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตรในเวลา 24 ชั่วโมง ที่ 5 องศาเซลเซียสเมื่อวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาความแรงลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างลดลงเพียง 0.35 แต่ที่ 25 องศาเซลเซียสความแรงลดลงถึง 20 เปอร์เซ็นต์และความเป็นกรด-ด่างลดลง 0.66 และยังได้สรุปว่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างหลังจากผสมยาฉีดกับกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากอย่างเดียวยังไม่สามารถบ่งชี้ถึงความไม่คงตัวของยาได้ แต่จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น เมื่อความเข้มข้นของแอมปีซิลลิน โซเดียมเพิ่มขึ้นในยาฉีดผสมที่มีปริมาณมาก การสลายตัวของแอมปีซิลลิน โซเดียม ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย⁽¹⁸⁾ นอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดของกระสายยาฉีด ซึ่งการสลายตัวของแอมปีซิลลิน โซเดียม ในน้ำตาลเด็กโตรลนั้นมีผลเนื่องมาจากการถูกเร่งปฏิกิริยาด้วยเด็กโตรลและน้ำ ส่วนความเป็นกรด-ด่างของกระสายยาฉีดไมโตเกี่ยวข้องกับกระบวนการสลายตัวของแอมปีซิลลิน โซเดียม⁽¹⁷⁾ อย่างไรก็ตามวิธีที่ดีถ้าจะให้ยาฉีดแอมปีซิลลิน โซเดียมในรูปยาฉีดผสมทางหลอดเลือดดำแล้วกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากที่เหมาะสม ได้แก่ น้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งควรใช้ยาฉีดผสมให้หมดภายในเวลา 8 ชั่วโมง และถ้าจะใช้น้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเป็นกระสายยาฉีดก็ควรจะใช้ยาฉีดผสมให้หมดภายในเวลา 4 ชั่วโมง⁽³⁵⁾

จากผลการวิจัยจึงพอสรุปได้ว่า ผลฤทธิ์ของยาฉีดแอมปีซิลลิน โซเดียมทั้ง 10 บริษัทไม่พบความเข้ากันไม่ได้ทางกายภาพกับกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ถึงแม้ว่าความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผสมจะลดลงจากเดิมมากน้อยต่างกันในแต่ละกระสายยาฉีดก็ตาม แต่ก็ยังคงอยู่ในช่วง ± 2.0 ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

ผลฤทธิ์ของยาฉีด เพนนิซิลลิน จี โซเดียม

ผลฤทธิ์ของยาฉีดเพนนิซิลลิน จี โซเดียม ซึ่งเป็นผงสีขาว เมื่อละลายด้วยน้ำปราศจากเชื้อจะได้สารละลายใสไม่มีสี เมื่อผสมสารละลายยาฉีดเพนนิซิลลิน จี โซเดียม ทั้ง 4 บริษัทลง

ในกระสายยาชนิดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ในความเข้มข้น 25 ล้านยูนิต ต่อ 1,000 มิลลิลิตร พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี, ความขุ่น, หรือเกิดการก้ำขุ่น ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส และที่ 8-10 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรด-ต่างของยาชนิดผล้มทั้ง 4 บริษัท ในกระสายยาชนิดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียสลดลง ตั้งแต่ 0.71 - 1.99 ในเวลา 24 ชั่วโมง และในน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ลดลงตั้งแต่ 1.47 - 1.67 ในเวลา 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส ดังนั้นเพนนิซิลลิน ซี โซเดียม ทั้ง 4 บริษัท น่าจะมีความเข้ากันได้กับกระสายยาชนิดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด เฉพาะที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส สำหรับที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส มีเพียงน้ำยาแลคเตตริงเจอร์เพียงชนิดเดียวที่เข้ากันได้กับยาชนิดเพนนิซิลลิน ซี โซเดียม แต่ในกระสายยาชนิดที่มีปริมาณมากอีก 4 ชนิดนั้น ที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ต่างตามช่วงเวลา กล่าวคือ ความเป็นกรด-ต่างของยาชนิดผล้มหลังจากผล้มแล้ว 6 ชั่วโมง ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ลดลง 1.58 - 1.84 ในน้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำลดลงตั้งแต่ 1.61 - 2.17, ในน้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ลดลงตั้งแต่ 1.78-2.32 และในน้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ลดลงตั้งแต่ 1.64 - 2.26 ซึ่งจากการวิจัยนี้ พบว่ามีผลิตภัณฑ์ยาชนิดเพนนิซิลลิน ซี โซเดียม 1 ใน 4 บริษัทที่มีความเป็นกรด-ต่างเกิน 2.0 ภายในเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งถือว่าเป็นเกณฑ์ของความเข้ากันได้ทางกายภาพ และความเป็นกรด-ต่างของยาชนิดผล้มเพนนิซิลลิน ซี โซเดียม ของทุกบริษัทจะลดลงเกิน 2.0 ภายในเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้นเมื่อผล้มเพนนิซิลลิน ซี โซเดียม ที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสกับน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำ, น้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ หรือน้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ควรใช้ให้หมดภายในเวลา 6 ชั่วโมง แต่ถ้าผล้มกับน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ จะใช้ได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส และที่ 8-10 องศาเซลเซียส

จากผลการวิจัยนี้ จะเห็นว่ามีความแตกต่างจากที่มีรายงานในตำราพยาบาลแห่งฮาร์วาร์ด-สเตอร์เลีย⁽³⁶⁾ ว่า เมื่อผล้มเพนนิซิลลิน ซี โซเดียม ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ขนาดความเข้มข้น 5 ล้านยูนิตต่อ 1,000 มิลลิลิตร กับน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ควรใช้ให้หมดในเวลา 24 ชั่วโมง กับน้ำตาลเด็กโตรลควรใช้ให้หมดในเวลา 16 ชั่วโมง กับน้ำตาลเด็กโตรลในน้ำเกลือ

ควรใช้ให้หมดในเวลา 16 ชั่วโมง และกับน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ควรใช้ให้หมดในเวลา 24 ชั่วโมง แต่การที่ผลของการวิจัยแตกต่างกันไปจากที่มีรายงานนี้ อาจเนื่องจากมีความแตกต่างในตำรับยาของผลิตภัณฑ์, ความเข้มข้น และอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดคลอแรมเฟนิคอล โซเดียมซึกซิเนต

Parker, E.A.⁽³⁷⁾ รายงานว่า คลอแรมเฟนิคอล โซเดียมซึกซิเนต จะมีความคงตัวได้ดีในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากที่มีความเป็นกรด-ด่าง 3.6-7.5 เป็นเวลานานกว่า 24 ชั่วโมง

จากการทำวิจัย ผลิตภัณฑ์ยาฉีดคลอแรมเฟนิคอล โซเดียมซึกซิเนต ซึ่งเป็นผงสีขาวเมื่อละลายด้วยน้ำปราศจากเชื้อจะได้สารละลายใสไม่มีสี เมื่อผสมสารละลายคลอแรมเฟนิคอล โซเดียมซึกซิเนตทั้ง 5 บริษัทลงในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ในความเข้มข้น 1,500 มิลลิกรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตร พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี, ความขุ่นหรือเกิดการขุ่นเลยตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสและที่ 8-10 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผสมทั้ง 5 บริษัทในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสและที่ 8-10 องศาเซลเซียสมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมไม่มากนัก กล่าวคือที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างลดลงอยู่ในช่วง 5.46-6.20 ในเวลา 30 นาที และยังคงอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 5.42-6.18 ในเวลา 24 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างลดลงอยู่ในช่วง 5.42-6.13 ในเวลา 30 นาที และยังคงอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 5.39-6.15 ในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจะเห็นว่าอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของคลอแรมเฟนิคอล คือ 3.6-7.5 ดังนั้นยาฉีดผสมคลอแรมเฟนิคอล โซเดียมซึกซิเนตทั้ง 5 บริษัท ในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด น่าจะยังคงความแรงของคลอแรมเฟนิคอลได้ในเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสและที่ 8-10 องศาเซลเซียส และจากตำรับยาแห่งชาติออสเตรเลีย⁽³⁶⁾ ก็ได้ระบุว่า เมื่อผสมคลอแรมเฟนิคอล โซเดียมซึกซิเนต ที่ความเข้มข้น 1 กรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตรกับน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาลเด็กโตรัล, น้ำตาลเด็กโตรัลในน้ำเกลือ, น้ำยาแลคเตตริงเจอร์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะสามารถคงความแรงของคลอแรมเฟนิคอลได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดเจเนตามัยซิน ซีลเฟต

ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมที่เจเนตามัยซิน ซีลเฟตจะคงตัวอยู่ได้ จะอยู่ในช่วง 3.0-5.5⁽⁷⁾

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดเจเนตามัยซิน ซีลเฟตซึ่งเป็นสารละลายใสไม่มีสี แต่พบว่ามียาผลิตภัณฑ์ 1 ใน 7 บริษัท ที่เป็นสารละลายใสสีน้ำตาล อาจเนื่องจากเจเนตามัยซินถูกออกซิไดซ์⁽³⁸⁾ และพบว่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ยาฉีดเจเนตามัยซิน ซีลเฟตแตกต่างกันในแต่ละบริษัท กล่าวคือที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสมียาผลิตภัณฑ์จาก 2 บริษัทที่มีความเป็นกรด-ด่างเป็น 2.99 และ 5.76 และที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียสมียาผลิตภัณฑ์จาก 3 บริษัทที่มีความเป็นกรด-ด่างเป็น 2.84, 2.78 และ 5.81 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอยู่นอกเหนือความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมที่เจเนตามัยซินจะคงตัวอยู่ได้เมื่อผสมผลิตภัณฑ์ยาฉีดเจเนตามัยซิน ซีลเฟตทั้ง 7 บริษัท กับกระสายยาฉีดที่มีปริมาตรมากทั้ง 5 ชนิด ในความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตร ความเข้มข้นของสีของสารละลายผลิตภัณฑ์ยาฉีดเจเนตามัยซินที่มีสีอยู่เดิมนั้นจะลดลงตามส่วน สำหรับผลิตภัณฑ์ยาฉีดเจเนตามัยซิน ซีลเฟตอีก 6 ชนิด ซึ่งไม่มีสี หลังจากผสมกับกระสายยาฉีดที่มีปริมาตรมากทั้ง 5 ชนิดก็ยังคงไม่มีสีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง และผลิตภัณฑ์ยาฉีดทั้ง 7 บริษัท ในยาฉีดผสมที่มีปริมาตรมาก ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความขุ่น, หรือเกิดการขุ่นตลอดเวลา 24 ชั่วโมงทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสและที่ 8-10 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผสมทั้ง 7 บริษัท ในกระสายยาฉีดที่มีปริมาตรมากทั้ง 5 ชนิดที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสนั้นเปลี่ยนแปลงไป แต่ยังคงอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 3.81-5.48 ในเวลา 30 นาที และยังคงอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 3.73-5.47 ในเวลา 24 ชั่วโมง ยกเว้น ยาฉีดผสมของผลิตภัณฑ์ที่ 1, 2, 3, 7 ในน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ จะมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.52-5.61 ในเวลา 30 นาที ซึ่งอยู่นอกเหนือช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมที่เจเนตามัยซินจะคงตัวอยู่ได้ ที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผสมทั้ง 7 บริษัท ในกระสายยาฉีดที่มีปริมาตรมากทั้ง 5 ชนิด อยู่ในช่วง 3.78-5.38 ในเวลา 30 นาที และยังคงอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 3.70-5.34 ในเวลา 24 ชั่วโมง ยกเว้นยาฉีดผสมของผลิตภัณฑ์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 7 ในน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ จะมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.56-5.64 ในเวลา 30 นาที ซึ่งอยู่นอกเหนือความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมที่เจเนตามัยซินจะคงตัวอยู่ได้ และจากตำรับยาแห่งยาดีออกซ์เตรเสีย⁽³⁶⁾ ได้ระบุว่า เมื่อผสมเจเนตามัยซิน ซีลเฟต ความเข้มข้น 8 กรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตร กับน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาล

เด็กโตรส, น้ำตาลเด็กโตรสในน้ำเกลือที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะสามารถคงความแรงของเจนตัมัยซินได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24 ชั่วโมง แต่ไม่ได้รับบุให้ผสมกับน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ จากผลการวิจัยก็ไม่ควรผสมผลิตภัณฑ์ยาฉีดเจนตัมัยซิน ซัลเฟต กับน้ำยาแลคเตตริงเจอร์เช่นกัน

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดลินโคมัยซิน ไฮโดรคลอไรด์

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดลินโคมัยซิน ไฮโดรคลอไรด์ของทั้ง 2 บริษัท ซึ่งเป็นสารละลายใสไม่มีสี เมื่อนำผลลุ่มลงในกระสายยาฉีดที่มีปริมาตรมากทั้ง 5 ชนิด ในความเข้มข้น 8 กรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตร พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง สี, ความขุ่น หรือเกิดการขุ่นเลยตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส และที่ 8-10 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผลลุ่มของผลิตภัณฑ์ยาฉีดทั้ง 2 บริษัท ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ และในน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ ที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส และที่ 8-10 องศาเซลเซียสในเวลา 24 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 0.35-1.60 และตั้งแต่ 0.31-1.27 ตามลำดับ และความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผลลุ่มในน้ำตาลเด็กโตรส 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำ, น้ำตาลเด็กโตรส 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำตาลเด็กโตรส 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24 ชั่วโมงลดลงตั้งแต่ 0.20-0.52 และตั้งแต่ 0.69-0.91 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของยาฉีดผลลุ่มทั้ง 2 บริษัท ในกระสายยาฉีดที่มีปริมาตรมากทั้ง 5 ชนิด ยังคงอยู่ในเกณฑ์การเกิดความเข้ากันได้ ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสและที่ 8-10 องศาเซลเซียส และจากตำราพยาบาลแห่งฮาร์วาร์ดเสี่ย⁽³⁶⁾ ก็ได้ระบุว่า เมื่อผลลุ่มลินโคมัยซิน ไฮโดรคลอไรด์ ความเข้มข้น 8 กรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตร กับน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาลเด็กโตรส, น้ำตาลเด็กโตรสในน้ำเกลือ, น้ำยาแลคเตตริงเจอร์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะสามารถคงความแรงของลินโคมัยซินได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดไฮโดรคอร์ติโซน โซเดียมซึกซิเนต

ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมที่ไฮโดรคอร์ติโซน โซเดียมซึกซิเนตจะคงตัวได้ดีที่สุดอยู่ในช่วง 7.0-8.0 และที่ความเป็นกรด-ด่าง 6.0 ก็คงตัวได้ดีเช่นกันคือคงตัวได้นานถึง 72 ชั่วโมง⁽³⁹⁾

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดไฮโดรคอร์ติโซน โซเดียมซึกซิเนต เมื่อละลายด้วยน้ำปราศจากเชื้อจะได้สารละลายใสไม่มีสี ซึ่งเมื่อผลลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 บริษัทลงในกระสายยาฉีดที่มีปริมาตรมาก

ทั้ง 5 ชนิด ในความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตร พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี, ความขุ่น หรือเกิดก๊าซเลยตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสและที่ 8-10 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผลส้มทั้ง 2 ชนิด ในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส ลดลงเล็กน้อยแต่ยังคงอยู่ในช่วง 6.12-7.06 ในเวลา 30 นาที และอยู่ในช่วง 6.11-6.83 ในเวลา 24 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียสความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผลส้มลดลงอยู่ในช่วง 6.01-6.93 ในเวลา 30 นาที และอยู่ในช่วง 6.16-6.89 ในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งอยู่ในช่วงความเป็นกรด-ต่างที่เหมาะสมที่ไฮโดรคาร์บอน ไฮเดียมซีกซีเนต จะคงตัวอยู่ได้ดี

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดเด็กข้าเมธาโซน ไฮเดียมพอสเฟต

ผลิตภัณฑ์ยาฉีดเด็กข้าเมธาโซน ไฮเดียมพอสเฟต ทั้ง 10 บริษัท เป็นสารละลายใส ไม่มีสี และพบว่าความเป็นกรด-ต่างของผลิตภัณฑ์ยาฉีดเด็กข้าเมธาโซน ไฮเดียมพอสเฟต 9 บริษัทใกล้เคียงกัน กล่าวคืออยู่ในช่วง 6.55-7.91 แต่มีผลิตภัณฑ์จาก 1 บริษัทที่ความเป็นกรด-ต่างสูงมากถึง 9.63 เมื่อผลส้มลงในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ในความเข้มข้น 24 มิลลิกรัมต่อ 1,000 มิลลิลิตร พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี, ความขุ่นหรือเกิดก๊าซตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส และที่ 8-10 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผลส้มทั้ง 10 บริษัท ในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียสลดลงตั้งแต่ 0.11-1.91 ในเวลา 24 ชั่วโมง ยกเว้นยาฉีดผลส้มของผลิตภัณฑ์ที่ 8 ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ และน้ำยาแลคเตตรังเจอร์ ความเป็นกรด-ต่างลดลง 2.63 และ 2.88 ในเวลา 30 นาที และยาฉีดผลส้มของผลิตภัณฑ์ที่ 1,8 ในน้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำ, น้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ต่างลดลงตั้งแต่ 2.72-4.18 ในเวลา 30 นาที และยาฉีดผลส้มของผลิตภัณฑ์ที่ 6,10 ในน้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด-ต่างลดลง 2.02 และ 2.01 จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผลส้มของแต่ละบริษัทในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิดมีความแตกต่างกันมาก สำหรับการทดลองที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส พบว่าความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผลส้มทั้ง 10 บริษัท ในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด ลดลง 0.12-1.74 ในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งลดลงไม่เกิน 2 ในเวลา 24 ชั่วโมง ยกเว้น

ยาฉีดผล้มของผลิตภัณฑ์ที่ 8 ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ และน้ำยาแลคเตตริงเจอร์ มีความเป็นกรด-ต่างลดลง 3.14 และ 2.70 ในเวลา 30 นาที และยาฉีดผล้มของผลิตภัณฑ์ที่ 1,8 ในน้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำ, น้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์, น้ำตาลเด็กโตรล 5 เปอร์เซ็นต์ในน้ำเกลือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ต่างลดลงตั้งแต่ 2.97-3.48 ดังนั้นจะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส จะพบความแตกต่างของความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผล้มของแต่ละบริษัทในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมาก เช่นกัน

จากการวิจัยทั้งหมด จะเห็นว่าไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสี, ความขุ่น, หรือเกิดก๊าซ ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง แต่พบว่าความเป็นกรด-ต่างของผลิตภัณฑ์ยาฉีดจะแตกต่างกันในแต่ละแหล่งผลิตนอกจากนี้เมื่อนำไปผสมกับกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากทั้ง 5 ชนิด จะพบว่าความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผล้มของแต่ละผลิตภัณฑ์ยังแตกต่างกันตามช่วงเวลาในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากชนิดเดียวกัน ซึ่งความแตกต่างของความเป็นกรด-ต่างนี้อาจมีผลทำให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยาฉีดที่ต่างกัน

แต่อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ต่าง หลังจากผสมผลิตภัณฑ์ยาฉีดกับกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมากอย่างเดียว ไม่สามารถบ่งชี้ถึงความไม่คงตัวของยาได้ แต่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมด้วย⁽²⁶⁾ จึงจำเป็นอย่างยั้งที่จะได้มีการทำการวิจัยต่อไป โดยวิเคราะห์หาความแรงของยาที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อชี้ชัดว่าแต่ละผลิตภัณฑ์ยาฉีดที่มีความแตกต่างของความเป็นกรด-ต่างหลังจากผสม จะมีความคงตัวในกระสายยาฉีดที่มีปริมาณมาก แต่ละชนิดได้นานเท่าใด ถึงกระนั้นก็ตามจากการวิจัยจะพบว่า ความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผล้มจะเปลี่ยนแปลงไปมากตามอุณหภูมิที่แตกต่างกัน กล่าวคือที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ต่างของยาฉีดผล้มจะเปลี่ยนแปลงมากกว่า ที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส



ตารางที่ 78 สรุปการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของปัสสาวะของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลดลงจากความเป็นกรด-ด่างเดิมของสารละลายกรดอะมิโน

| ชนิดของกรดอะมิโน | 30 นาที | | | | | | | | | | 3 ชั่วโมง | | | | | | | | | | 6 ชั่วโมง | | | | | | | | | | 8 ชั่วโมง | | | | | | | | | | 24 ชั่วโมง | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| | NS | | D-5-W | | D-5-NS | | D-5- $\frac{NS}{2}$ | | LR | | NS | | D-5-W | | D-5-NS | | D-5- $\frac{NS}{2}$ | | LR | | NS | | D-5-W | | D-5-NS | | D-5- $\frac{NS}{2}$ | | LR | | NS | | D-5-W | | D-5-NS | | D-5- $\frac{NS}{2}$ | | LR | | | | | | | | | | | | | |
| | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | 1* | 2* | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. แอสปาร์ตอีน Aspartic acid | 0.36- 0.69 | 0.31- 0.78 | 0.51- 1.01 | 0.53- 1.15 | 0.50- 1.02 | 0.52- 1.19 | 0.51- 0.94 | 0.55- 1.19 | 0.39- 0.84 | 0.34- 1.00 | 0.37- 0.84 | 0.34- 0.82 | 0.52- 1.09 | 0.55- 1.16 | 0.57- 1.18 | 0.56- 1.22 | 0.56- 1.12 | 0.59- 1.21 | 0.40- 0.96 | 0.41- 1.00 | 0.38- 0.93 | 0.37- 0.91 | 0.54- 1.16 | 0.61- 1.17 | 0.62- 1.28 | 0.61- 1.24 | 0.62- 1.24 | 0.57- 1.25 | 0.42- 1.01 | 0.40- 1.02 | 0.47- 1.07 | 0.42- 0.93 | 0.80- 1.33 | 0.62- 1.20 | 0.75- 1.43 | 0.66- 1.29 | 0.73- 1.39 | 0.55- 1.32 | 0.50- 1.13 | 0.43- 1.02 | 0.64- 1.42 | 0.52- 1.20 | 1.09- 1.64 | 0.71- 1.47 | 1.28- 2.02 | 0.79- 1.44 | 1.23- 1.96 | 0.73- 1.46 | 0.67- 1.43 | 0.67- 1.43 | 0.50- 1.08 | |
| 2. เกลูตามีน Glutamine | 0.74- 1.17 | 0.78- 1.30 | 1.09- 1.38 | 1.28- 1.46 | 1.34- 1.66 | 1.41- 1.65 | 1.20- 1.60 | 1.35- 1.54 | 0.44- 0.83 | 0.63- 0.98 | 1.31- 1.38 | 0.82- 1.37 | 1.39- 1.83 | 1.34- 1.55 | 1.54- 2.01 | 1.48- 1.71 | 1.38- 1.93 | 1.41- 1.60 | 0.60- 0.91 | 0.57- 1.00 | 1.58- 1.84 | 0.91- 1.40 | 1.61- 2.17 | 1.38- 1.58 | 1.78- 2.32 | 1.52- 1.78 | 1.64- 2.26 | 1.44- 1.63 | 0.77- 1.01 | 0.61- 1.00 | 1.77- 2.17 | 0.96- 1.44 | 1.79- 2.35 | 1.41- 1.65 | 1.96- 2.51 | 1.57- 1.83 | 1.83- 2.44 | 1.49- 1.73 | 0.91- 1.08 | 0.60- 1.04 | 2.48- 2.81 | 1.18- 1.61 | 2.41- 2.72 | 1.57- 1.89 | 2.49- 2.81 | 1.71- 1.99 | 2.47- 2.78 | 1.64- 1.96 | 1.47- 1.67 | 1.47- 1.67 | 0.71- 1.11 | |
| 3. กรดอะมิโน Amino acid | (+) 0.31- 0.71 | (+) 0.20- 0.49 | 0.24- 0.52 | 0.70- 0.78 | 0.25- 0.55 | 0.79- 0.90 | 0.25- 0.51 | 0.70- 0.76 | (+) 0.87- 1.58 | (+) 0.68- 1.19 | (+) 0.33- 0.73 | (+) 0.27- 0.60 | 0.21- 0.49 | 0.70- 0.75 | 0.23- 0.53 | 0.76- 0.88 | 0.21- 0.50 | 0.68- 0.75 | 0.88- 1.59 | (+) 0.70- 1.19 | (+) 0.33- 0.73 | (+) 0.26- 0.62 | 0.20- 0.51 | 0.71- 0.76 | 0.25- 0.54 | 0.78- 0.90 | 0.22- 0.51 | 0.70- 0.74 | (+) 1.59 | (+) 1.20 | (+) 0.74 | (+) 0.60 | 0.20- 0.51 | 0.72- 0.76 | 0.24- 0.53 | 0.80- 0.91 | 0.20- 0.49 | 0.70- 0.75 | (+) 1.59 | (+) 1.20 | (+) 0.75 | (+) 1.20 | 0.35- 0.78 | 0.31- 0.68 | 0.20- 0.49 | 0.69- 0.71 | 0.21- 0.52 | 0.80- 0.91 | 0.20- 0.49 | 0.70- 0.75 | (+) 1.60 | (+) 1.27 |
| 4. คีโตน Ketone | 0.13- 2.63 | 0.13- 3.14 | 0.60- 3.68 | 0.35- 3.34 | 1.06- 4.17 | 0.90- 3.48 | 0.68- 3.79 | 0.67- 3.14 | 0.13- 2.88 | 0.08- 2.70 | 0.09- 2.83 | 0.19- 3.14 | 0.70- 3.82 | 0.35- 3.38 | 1.12- 4.35 | 0.90- 3.36 | 0.61- 3.82 | 0.67- 3.16 | 0.11- 2.86 | 0.10- 2.69 | 0.14- 2.55 | 0.20- 3.11 | 0.73- 3.91 | 0.37- 3.38 | 1.14- 4.37 | 0.93- 3.37 | 0.63- 3.82 | 0.72- 3.16 | 0.15- 2.95 | 0.12- 2.74 | 0.10- 2.88 | 0.19- 3.16 | 0.70- 3.93 | 0.40- 3.38 | 1.07- 4.42 | 0.92- 3.43 | 0.60- 3.78 | 0.72- 3.16 | 0.15- 2.91 | 0.11- 2.74 | 0.11- 2.84 | 0.18- 3.19 | 0.64- 4.31 | 0.49- 3.38 | 1.14- 4.78 | 0.91- 3.53 | 0.53- 3.78 | 0.89- 3.38 | 0.09- 2.87 | 0.12- 2.75 | | |

1.* ที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30-31 องศาเซลเซียส
 2.* ที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส
 (+) ความเป็นกรด-ด่างของปัสสาวะเพิ่มขึ้นจากความเป็นกรด-ด่างเดิมของสารละลายกรดอะมิโน