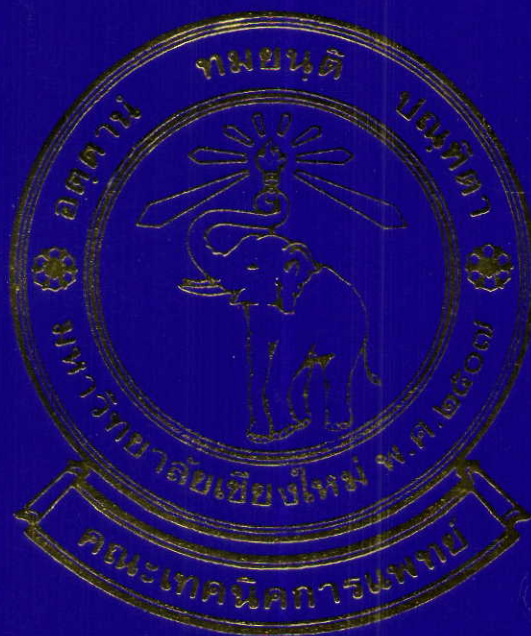


วารสาร เทคนิคการแพทย์

เชียงใหม่



**BULLETIN OF
CHIANG MAI
ASSOCIATED MEDICAL SCIENCES**

ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 กันยายน 2549

ISSN 0125-5347

เทคนิคการแพทย์ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด รังสีเทคนิค

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่

วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการสาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ รังสีเทคนิค กิจกรรมบำบัด กายภาพบำบัด และสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่			
เจ้าของ ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์	รศ. เตชา	ร่วมไพบร์		
บรรณาธิการ	ปริญานาด	วงศ์จันทร์	preyanat@chiangmai.ac.th	
รองบรรณาธิการ	วาสนา	ศิริรังษี	asmbio01@chiangmai.ac.th	
กองบรรณาธิการ	วรุณี	คุณาชีวะ	asiwknch@mail.chiangmai.ac.th	
	ระวีวรรณ	กันไพเราะ	raweewan@ams.cmu.ac.th	
	ธนศักดิ์	ดาตุ	asittt@chiangmai.ac.th	
	ทศพร	พิชัยยา	todd@chiangmai.ac.th	
	ศุภพร	ชีวะพาณิชย์	asischwp@chiangmai.ac.th	
	เมธิศา	พงษ์ศักดิ์ศรี	asripngs@chiangmai.ac.th	
	รัชดา	เกรสซี่	ratchadasuaeyun@hotmail.com	
ผู้จัดการ	จริยา	กาทอง	jariya.g@chiangmai.ac.th	
ฝ่ายจัดการและทะเบียน	วันเพ็ญ	ไวยสืบขาว	พิมลมาส	ไตรเดช
	รุ่งระวี	ชุตินา	สนั่น	นันตะเสน
	อัมพร	จุ่มเขี้ยว	อรพรรณ	สามคำ
เหรียญก	สุภาพร	นิลเกษ	s.nilkesh@ams.cmu.ac.th	
ศิลปกรรม	ธนัทพล	ศรีแสง	tanatpon@ams.cmu.ac.th	
กำหนดออก	ราย 4 เดือน (มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน)			
พิมพ์ที่	หจก. ธนบรรณการพิมพ์ 319/1-2 ถนนเจริญเมือง ต. วัดเกต อ. เมือง จ. เชียงใหม่			
	โทร. 0-5324-4365 โทรสาร. 0-5324-4365			

BULLETIN OF CHIANG MAI ASSOCIATED MEDICAL SCIENCES

OBJECTIVE : Bull Chiang Mai Assoc Med Sci (ISSN 0125-5347) publishes the editorials, original research articles, general articles, short technical reports, notes, letters to editor, miscellany and abstracts. Manuscripts relevant to any of all aspects of medical technology, radiologic technology, occupational therapy and physical therapy are welcome.

OFFICIAL PUBLISHER : Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University. Chiang Mai, Thailand.

HONORED CONSULTANT : Associate Prof. Decha Romcai

EDITOR IN CHIEF : Preeyanat Vongchan preyanat@chiangmai.ac.th

ASSOCIATED EDITOR : Wasna Sirirungsi asmbio01@chiangmai.ac.th

BOARD OF EDITORS : Warunee Kunachiwa asiwknch@mail.chiangmai.ac.th

Raweewan Gunphairoh raweewan@ams.cmu.ac.th

Thanusak Tatu asittt@chiangmai.ac.th

Todsaporn Pichaiya todd@chiangmai.ac.th

Sulibhorn Cheewapanich asischwp@chiangmai.ac.th

Maethisa Pongsaksri asripngs@chiangmai.ac.th

Rachada Cressey ratchadasuaeyun@hotmail.com

BUSINESS MANAGER : Jariya Karthong jariya.g@chiangmai.ac.th

MANAGER AND REGISTRA STAFF :

Wanpen Waiseubkaow Pimolmas traidej

Rungrawee Chutima Sanun Nuntasen

Amporn Jumkeow Orrapun Sam-com

TREASURER : Supaporn Nilakesh s.nilakesh@ams.cmu.ac.th

ILLUSTRATOR : Tanatpon Srisawaeng tanatpon@ams.cmu.ac.th

PUBLISHED : Tertially (January, May, September)

SUBSCRIPTION : Subscriptions are to be prepaid; and rates per year: \$US 15 for all outsides.

EDITORIAL OFFICE : All correspondence should be addressed to the editor

Assistant Prof. Dr. Preeyanat Vongchan

Faculty of Associated Medical Sciences,

Chiang Mai University, Thailand 50200



วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่
ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 กันยายน 2549

สารบัญ

หน้า

บทบรรณาธิการ	1
บทความทั่วไป	
ชนิดของข้อเข่าเทียมและการทำงานของข้อเข่าภายหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าทั้งข้อ (Types of Knee Prosthesis and Knee Function after Total Knee Arthroplasty) สมรรถชัย จำนงค์กิจ	2
การตรวจทางห้องปฏิบัติการสำหรับซิฟิลิส (Laboratories Testing for Syphilis) ไพโรจิตร ตานัน	10
ขาตั้งกล้อง สำหรับการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัล สมชาติ สุขัยธนาวนิช	18
การตรวจพิสูจน์คราบเลือด Identification of Bloodstains ผศ. ศิริพร พันธศรี	25
นิพนธ์ต้นฉบับ	
ดัชนีมวลกายมาตรฐานสำหรับเด็กในโรงเรียนเอกชน จังหวัดเชียงใหม่: การศึกษาย้อนหลัง กิงกาญจน์ วงศ์แปง, นิศารัตน์ แซ่เหล่ง, สายนที ปราบธนาผล	29
ผลการดูดซับสารเภสัชรังสีในกระบอกกัณยาชนิดใช้แล้วทิ้งต่อปริมาณสารรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ สมสกุล ธรรมวิจิตร	38
การตรวจ HLA-B27 โดยวิธี Flow cytometry วารุณี คุณาชีวะ, นิภาพรณ ลีตระกูล	44
การออกแบบ การผลิต และ การใช้หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพ งานรังสีวินิจฉัย อุทุมมา มัชฌะเนมี, ขวัญชัย รัตนเสถียร	54
การออกแบบ ผลิต และประเมินผู้ดูภาพรังสีเต้านมเนกประสงค์ อุทุมมา มัชฌะเนมี, ขวัญชัย รัตนเสถียร	64
การเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ Self-stretching และ PNF technique ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกดบริเวณจุดกดเจ็บของ กล้ามเนื้อบ่าในเพศหญิง หนึ่งฤทัย บุญยัง, อาทิตย์ พวงมะลิ, ทศพร พิชัยยา	71

การประเมินค่าปริมาณรังสีตกกระทบที่ผิวผู้ป่วยด้วยวิธีใหม่	79
บรรจง เชื้อนแก้ว, สันติ หินตะนัย	
การตรวจยืนยันการค้นหาเชื้อราฉวยโอกาส <i>Penicillium marneffeii</i> และ <i>Cryptococcus neoformans</i> ในผู้ติดเชื้อและผู้ป่วยเอดส์ในเขตภาคเหนือตอนบน ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อ	84
เจียรนัย ชันติพงศ์, พรทิพย์ เข้มเงิน, วิรัช นีรรุทธ์, สมชาย กาญจนปราการ, สุวลี ชมบาล	
รูปแบบทางพันธุกรรมของเอนไซม์โคสโมเนสเตอเรสในน้ำเลือดประชากรไทยภาคเหนือ	88
วารุณี จิตอารี, ศักดิ์ระพี อินชื้ออาจ	



สวัสดิ์คณะสมาชิกและผู้อ่านวารสารทุกท่าน ฉบับนี้เป็นฉบับสุดท้ายของปี 2549 แล้วนะค่ะ วันเวลาผ่านไปอย่างรวดเร็ว หากนับแล้วอีกสองสามเดือนก็จะเข้าสู่ปีใหม่อีกแล้ว แต่ไม่ว่าวันเวลาจะผ่านไปอย่างไร กองบรรณาธิการวารสาร ก็ยังคงทำงานหนักเพื่อผลิตผลงานและสื่อสารทางวิชาการอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นคุณภาพทางวิชาการ เพื่อให้สมาชิกทุกท่านได้รับทราบความก้าวหน้าทางวิชาการในแง่มุมต่างๆ ทั้งงานวิจัยและงานบริการ สมาชิกหลายท่านที่ทำงานในฝ่ายบริการ งานโรงพยาบาลได้พัฒนาและใฝ่การเรียนรู้ มีการทำงานเชิงวิจัยและวิชาการจากงานประจำที่ทำ และนำผลงานออกเผยแพร่ ซึ่งดิฉันคิดว่าเป็นสิ่งที่ดีมาก เพราะอาชีพของเรา คงไม่ใช่เพียงทำงานไปวันๆ หนึ่งใน การได้พบเห็นปัญหา และความตั้งใจในการแก้ไขปัญหาและพัฒนางานบริการให้ดีที่สุด หรือดีกว่าเดิม นั้นหมายถึงเราได้ประสบความสำเร็จในการมีชีวิตที่มีคุณภาพ และได้ทำหน้าที่ของเราให้ดีที่สุดในฐานะข้าราชการ หรือแม้แต่ภาคเอกชน ภายใต้พระบารมีของสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวผู้ทรงเป็นแบบอย่างและเป็นที่รักเกิดทุนของชาวไทยทุกคน ในเดือนมิถุนายน 2549 ซึ่งเป็นเดือนแห่งการฉลองการครองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี ดิฉันภาคภูมิใจที่เป็นข้าราชการ ได้มีโอกาสใช้ความรู้ความสามารถที่ได้ร่ำเรียนมา ทำประโยชน์แก่ชาติบ้านเมือง แม้ว่าจะเป็นเพียงจุดเล็กๆ แต่หากทุกคนคิดเหมือนกัน ก็จะเป็นพลังที่ยิ่งใหญ่ ที่จะช่วยกันขับเคลื่อนประเทศชาติของเราให้ก้าวไปข้างหน้าอย่างมั่นคง สถาพรและเป็นที่พึงของประชาชนในวันข้างหน้าอย่างแน่นอน ขอให้กำลังใจข้าราชการ และผู้ปฏิบัติงานในทุกภาคส่วนทุกท่าน ให้ภูมิใจในภาระหน้าที่และความรับผิดชอบของตนเอง ไม่ย่อท้อที่จะปฏิบัติหน้าที่และทำให้ดีที่สุดในแต่ละวันของเรา อย่าปล่อยวันเวลาให้ผ่านไปอย่างไร้ประโยชน์

ขอประชาสัมพันธ์อีกครั้งสำหรับงานประชุมวิชาการประจำปี 2549 ร่วมฉลองการครองสิริราชสมบัติครบ 60 ปีพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว มีหัวข้อการประชุมที่น่าสนใจมากค่ะ โดยเฉพาะในส่วนของเทคนิคการแพทย์ ที่ปีนี้เน้นเรื่องโรคติดเชื้อเป็นกรณีพิเศษ พร้อมกับมี Pre-workshop ด้วย ปฏิบัติการที่ทำได้ง่ายในงานของเรา โดยไม่ต้องซื้อชุดตรวจสำเร็จรูป ในส่วนของสาขาวิชาอื่นๆ ก็เต็มไปด้วยเนื้อหาวิชาการเช่นกัน มาพบกันนะค่ะ และร่วมเที่ยวงานพืชสวนโลกด้วยกัน โอกาสดีๆ อย่างนี้หายากมาก เพราะแม้ขณะนี้ โรงแรมในเขตเชียงใหม่และใกล้เคียงก็เต็มไปด้วยจนถึงสิ้นเดือนมกราคม 2550 มาประชุมวิชาการและเที่ยวงานต่างๆ เป็นการพักผ่อนไปในตัวเพราะมีช่วงวันหยุดยาว ทางคณะฯ ได้จัดส่งประชาสัมพันธ์พร้อมแบบฟอร์มต่างๆ ไปยังหน่วยงานของท่านแล้ว อย่างไรก็ตามท่านสามารถเปิดชมทางเว็บไซต์ของคณะฯ ได้เช่นกันค่ะที่ www.ams.cmu.ac.th แล้วพบกันที่เชียงใหม่ระหว่างวันที่ 29 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 1 ธันวาคม 2549 ที่โรงแรมอิมพีเรียลแม่ปิง พร้อมชมบูธการแสดงผลสินค้าทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์

สำหรับวารสารฉบับนี้ดิฉันเปี่ยมไปด้วยงานวิจัยของคณาจารย์คณะฯ สมาชิกจากโรงพยาบาล และจากมหาวิทยาลัยต่างๆ ทั่วประเทศ วารสารเปิดให้ดาวน์โหลดได้ทาง www.ms.cmu.ac.th ในกล่อง Alumni โดยขอให้ทุกท่านสมัครสมาชิกก่อน ซึ่งทำได้ง่ายมากค่ะผ่านเว็บไซต์เช่นกัน คณะฯ พยายามอย่างยิ่งที่จะสานต่อความสัมพันธ์กับศิษย์เก่าทุกท่าน โดยขอให้เข้ามาปรับปรุงฐานข้อมูลของท่านเอง หรือจะเข้ามาหาความรู้ทางวิชาการต่างๆ หรือถามข้อมูลความรู้ในงานของท่าน เราจะมีคณาจารย์คอยเปิดดูและตอบคำถามของท่านต่อไป แม้ว่าจะไม่ได้กลับมาด้วยตนเอง แต่การเข้ามาเยี่ยมชมเว็บไซต์และมีคำถาม หรือข้อแนะนำ เท่านั้นก็เพียงพอแล้วค่ะ

พบกันใหม่ฉบับหน้านะค่ะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริญานถ วงศ์จันทร์
บรรณาธิการ

บทความทั่วไป

ชนิดของข้อเข่าเทียมและการทำงานของข้อเข่าภายหลังการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าทั้งข้อ (Types of Knee Prosthesis and Knee Function after Total Knee Arthroplasty)

สมรรถชัย จำนงค์กิจ*

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ผู้ป่วยที่เข้ารับการเปลี่ยนข้อเข่าเทียมในแต่ละปีมีจำนวนมากขึ้น สาเหตุหนึ่งคือ ความชุกของโรคข้อเข่าเสื่อมที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนประชากรวัยสูงอายุที่มีมากขึ้น ข้อบ่งชี้สำหรับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมชนิดเปลี่ยนข้อทั้งหมด¹ (Total Knee Arthroplasty หรือ TKA) คือ เป็นผู้ป่วยที่มีอาการปวดข้อเข่ามากจากโรคข้อ และสูญเสียความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวัน ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วยวิธีอนุรักษ์ ประกอบกับการมีข้อเข่าผิดรูปมากทำให้มีการเดินผิดปกติ และมีการสึกกร่อนของผิวข้อมาก เห็นได้ชัดจากภาพถ่ายรังสี ถึงแม้ส่วนใหญ่จะทำ TKA ในผู้ป่วยสูงอายุ แต่ในปัจจุบันการผ่าตัดทำ TKA ให้กับผู้ป่วยที่มีอายุน้อย แต่จำเป็นต้องเปลี่ยนข้อเข่าก็มีเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

แม้ว่าการเปลี่ยนข้อเข่าเทียมจะช่วยลดอาการปวดและเพิ่มการทำงานของข้อเข่าในผู้ป่วยได้เป็นที่น่าพอใจ ผู้ป่วยส่วนใหญ่ภายหลังการเปลี่ยนข้อเข่ายังคงมีปัญหาต่อเนื่องจากภาวะข้อเข่าเสื่อม² เช่น การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่า การเคลื่อนไหวข้อเข่าได้ไม่สุดช่วง และท่าทางการเดินที่ผิดปกติ ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถกลับไปทำกิจวัตรประจำวันได้อย่างเต็มที่

การออกแบบของข้อเข่าเทียม (Knee prosthesis design) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาข้อเข่าเทียมให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับข้อเข่าปกติ เพื่อให้ข้อเข่ากลับมาเคลื่อนไหวได้เป็นธรรมชาติมากที่สุด ในปัจจุบัน

มีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาถึงผลของข้อเข่าเทียมชนิดต่าง ๆ ต่อการทำงานของข้อเข่าภายหลังการผ่าตัด สำหรับนักกายภาพบำบัด ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของข้อเข่าเทียม และผลของชนิดข้อเข่าเทียมต่อการทำงานของข้อเข่า (Knee function) ช่วยให้การกำหนดเป้าหมายและการวางแผนฟื้นฟูสมรรถภาพสำหรับผู้ป่วยเปลี่ยนข้อเข่าเทียมแต่ละราย เป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น ในบทความนี้จะได้กล่าวถึงการแยกประเภทและวิวัฒนาการของข้อเข่าเทียมที่ใช้กันมากในปัจจุบัน และความแตกต่างของ knee function ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมชนิดต่าง ๆ

2. การจำแนกประเภทของข้อเข่าเทียม

ส่วนใหญ่แล้วในข้อเข่าเทียมแบบหนึ่ง ๆ จะมีลักษณะหลายประการรวมกัน โดยทั่วไปสามารถแบ่งแยกประเภทข้อเข่าเทียมออกได้ตามประเด็นต่างๆ¹ เช่น

1. การใช้หรือไม่ใช้ซีเมนต์ในการยึดข้อเทียมกับกระดูก (Cemented or cementless TKA)
2. การตัดหรือรักษาเอ็นไขว่หลังไว้ (Posterior cruciate ligament sacrificing or Retained TKA)
3. ลักษณะการยอมให้มีการเคลื่อนไหว (Mobility) ของ polyethylene joint surface bearing แบ่งออกได้เป็นชนิดอยู่กับที่ (Fixed-bearing TKA) หรือ ชนิดเคลื่อนที่ได้ (Mobile-bearing TKA)
4. การควบคุมความมั่นคงของข้อเข่าเทียมว่า

* ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เป็น Constrained TKA หรือ Non-constrained TKA

3. วิวัฒนาการของข้อเข่าเทียม

ในช่วงปี ค.ศ.1950 ศัลยแพทย์เริ่มทำการเปลี่ยนผิวข้อเข่าทั้งส่วน Femoral articular และ tibial articular โดยข้อเทียมที่ใช้ในยุคแรกๆ จัดอยู่ในกลุ่ม constrained TKA ที่ทั้ง Anterior cruciate ligament (ACL) และ Posterior cruciate ligament (PCL) ถูกตัดออก แนวทางเคลื่อนไหวและความมั่นคงของข้อเทียม ขึ้นอยู่กับรูปทรงของ Articular surface เป็นหลัก การออกแบบเน้นทางกลศาสตร์มากกว่าเลียนแบบ Kinematics ของการเคลื่อนไหวในข้อเข่าปกติ ตัวอย่างของ Constrained TKA คือ ข้อเข่าเทียมชนิดบานพับ³ (Hinged Implants) ที่ยอมให้เกิดการเคลื่อนไหวเฉพาะในแนวเหยียดและงอเท่านั้น จึงมีความแตกต่างจากข้อเข่าปกติเป็นอย่างมาก ที่ยอมให้มีการเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระหลายทิศทาง (Non-constrained) ทำให้ข้อเข่าเทียมในยุคแรกๆ เกิดปัญหาความไม่ทนทาน มีการสึกกร่อน (Wear) ของวัสดุที่ใช้ทำผิวข้อ ส่งผลให้ผู้ป่วยที่ต้องเข้ารับการเปลี่ยนข้อเข่าซ้ำ (Revision TKA) เป็นจำนวนมาก⁴ ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อเข่าเทียมให้มีการจำกัดการเคลื่อนไหวน้อยลง เช่น Rotating hinge TKA ที่ยอมให้ข้อเข่าเทียมเคลื่อนไหวเลียนแบบข้อเข่าปกติมากขึ้น คือสามารถหมุนรอบแกน Longitudinal axis ของกระดูก Tibia ได้บ้าง

ข้อเข่าเทียมชนิด Total condylar prosthesis จัดได้ว่าเป็นต้นแบบของข้อเข่าเทียมยุคใหม่ที่ใช้กันในปัจจุบัน⁵ เป็นข้อเข่าเทียมที่ถูกคิดค้นโดย Insall และคณะ ในปี ค.ศ. 1973 ข้อเข่าเทียมชนิดนี้ยังคงจัดอยู่ในกลุ่ม Constrained TKA ที่ทั้ง Anterior cruciate ligament (ACL) และ Posterior cruciate ligament (PCL) ถูกตัดออก รูปทรงของ Total condylar prosthesis เลียนแบบ articular surface ของข้อเข่าปกติมากขึ้น และยอมให้ข้อเข่าเทียมมีการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นในทิศทาง Medial-lateral ได้บ้าง อย่างไรก็ตามปัญหาหลักของ Total condylar prosthesis คือการจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า⁶ (ประมาณ 90 -100 องศา) เนื่องจากขาดกลไก Femoral roll-back ที่พบในข้อเข่าปกติ ทำให้ไม่สามารถงอข้อเข่าได้สุดช่วง การจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น

เนื่องจาก ส่วน Posterior condyle ของ Femoral component เบียดชนกับ Tibial articular surface ระหว่างที่กระดูก Femur พับเข้าหากระดูก Tibia อีกปัญหาหนึ่งได้แก่ แนวโน้มที่จะเกิดการเคลื่อนหลุดได้ง่าย ถ้าการผ่าตัดไม่สามารถควบคุมสมดุลของ soft tissue และ ligament รอบข้อเข่าได้อย่างเหมาะสม

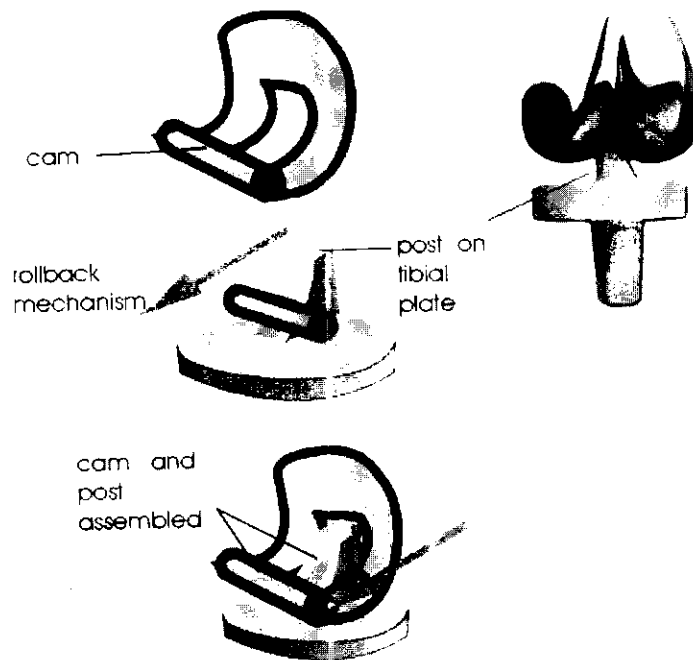
แม้ว่าข้อเข่าเทียมชนิด Total condylar prosthesis ไม่สามารถส่งเสริมให้ผู้ป่วยมี Knee function ที่เป็นปกติได้ ข้อเทียมชนิดนี้ก็ให้ผลภายหลังการผ่าตัดเป็นที่น่าพอใจ จากการศึกษาค้นคว้าของ Falatyn และคณะ⁷ พบว่าอัตราการคงอยู่ (Survivorship rate) ของข้อเข่าเทียมชนิดนี้เท่ากับ 96.9% จากการติดตามผลเป็นเวลา 10 ปี

Total condylar prosthesis ชนิดที่ ACL ถูกตัดออก แต่ยังเก็บ PCL ไว้ จัดว่าเป็นชนิด Semi-constrained TKA ที่ความมั่นคงของข้อเข่าเทียมนั้นขึ้นกับทั้งรูปทรงของ Articular surface เอง และ จาก Knee ligaments คือ PCL และ Collateral ligaments โดยผิวข้อเทียมส่วน Tibial component มีลักษณะค่อนข้างแบนราบ เพื่อส่งเสริมให้ PCL สามารถควบคุมการเกิด Femoral roll-back ได้ และช่วยลดแรงเครียดระหว่างผิวสัมผัสข้อต่อ อย่างไรก็ตามการจัดแรงดึงของ PCL ให้ได้พอเหมาะระหว่างการผ่าตัดนั้นทำได้ยาก มีรายงานว่า Normal tension ของ PCL พบได้เพียง 10% ของผู้ที่เข้ารับการผ่าตัด PCL-retained TKA โดยผลจากการจัดแรงดึงที่มากเกินไปนั้น จะไปจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่า และอาจทำให้เกิดภาวะเจ็บเข่าด้านหน้า (Anterior knee pain) หรือหาก PCL นั้นหย่อนเกินไป การควบคุมการเคลื่อนไหวของผิวข้อเพื่อให้เกิด Femoral rollback ก็เกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่

ต่อมาในปี ค.ศ. 1978 ข้อเข่าเทียมชนิดที่มีตัวควบคุมด้านหลัง⁸ (Posterior stabilized หรือ PCL substituting TKA) ได้ถูกออกแบบขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการขาด Femoral roll back ตัวอย่างของข้อเข่าเทียมชนิดนี้คือ Insall-Burstein posterior-stabilized design ที่ใช้หลักการของ Cam-and-Post mechanism (รูปที่ 1) กลไกนี้เกิดขึ้นเมื่อส่วน Cam ของ Femoral component เริ่มสัมผัสกับส่วน Central post ของ Tibial component ดันให้ Femoral condyle เคลื่อนไปด้านหลัง ระหว่างที่มีการ

งอเข้า ทำให้ Flexion gap กว้างขึ้น เกิดเป็นช่องว่างที่เพียงพอที่จะช่วยให้ Posterior edge ของ Tibial pla-

teau ไม่กดเบียดกับ Soft tissue ทางด้านหลังของ Distal femoral condyle เป็นผลให้ข้อเข่างอเข้าได้เพิ่มมากขึ้น

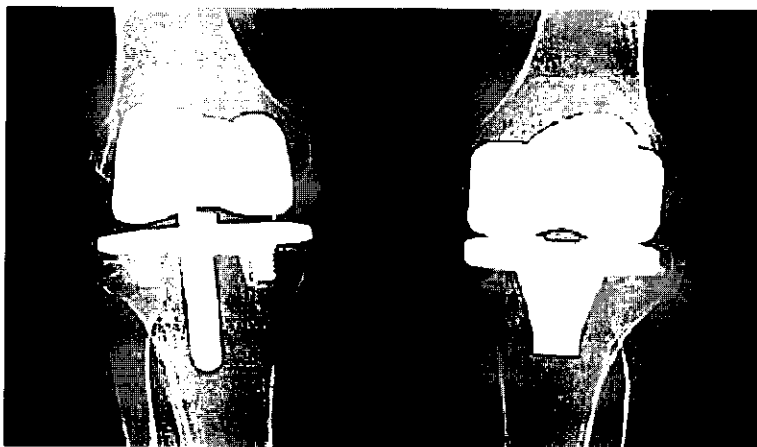


รูปที่ 1 แสดงกลไกการทำงานของ Posterior stabilized TKA เพื่อทดแทน function of the PCL
(ที่มา: ดัดแปลงจาก <http://www.totaljoints.info/>)

ชนิดของข้อเข่าเทียมที่ได้กล่าวไปจัดว่าเป็น Conventional Fixed-bearing prosthesis ที่มี Polyethylene component ก่อนข้างแบนราบและยึดติดแน่นอยู่กับ Tibial base plate บนกระดูก Tibia แต่มีข้อเข่าเทียมอีกชนิดหนึ่งที่มีลักษณะแตกต่างออกไป คือ Mobile-bearing prosthesis ซึ่งมี Tibial insert ที่ไม่ยึดติดแน่นกับส่วน Tibial base plate โดยหลักการแล้ว Mobile-bearing prostheses ถูกออกแบบให้มีลักษณะของ Polyethylene bearing surface เช่นนี้ เพื่อทำหน้าที่เสมือนเป็น Meniscus ของข้อเข่าเทียม ทำหน้าที่ช่วยกระจายแรงเครียด (stress) ระหว่างผิวข้อ และเพิ่มผิวสัมผัสข้อ (Contact area) ดังนั้น Mobile-bearing prosthesis จึงเรียกได้อีกชื่อว่าเป็น Low Contact Stress THA (LCS TKA)

ข้อเข่าเทียมชนิด Mobile-bearing prosthesis ถูกแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิด คือ Meniscal-bearing TKA

และ Rotating-platform TKA (รูปที่ 2) ซึ่งชนิด Rotating-platform ยอมให้มีการหมุนของข้อเข่ารอบแกน Longitudinal axis ของกระดูก Tibia ได้บ้าง จากการที่ Mobile-bearing TKA ถูกออกแบบมาเพื่อลดความเสี่ยงตึงระหว่างผิวข้อ ประกอบกับการเคลื่อนของ Polyethylene bearing surface บนพื้นผิวที่ลื่นมันของ Metallic tray ของ Tibial component ได้นั้น ยังช่วยส่งเสริมให้ข้อเข่าเทียมมี Joint articulation ที่ใกล้เคียงข้อเข่าปกติมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งตามทฤษฎีแล้วน่าจะช่วยลดอัตราการสึกกร่อนของผิวข้อเทียม และการหลุดของข้อเข่าเทียมได้ แต่จากงานวิจัยพบว่า Survivorship rate ของข้อเข่าเทียมทั้งชนิด Fixed-bearing และ Mobile-bearing TKA นั้นไม่แตกต่างกัน คือมากกว่า 95% จากการติดตามผลเป็นเวลา 10 ปี ขึ้นไป⁹



รูปที่ 2 แสดงภาพถ่ายรังสีของ Mobile-bearing TKA (Right knee) และ Fixed-bearing TKA (Left knee) ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดข้อเข่าทั้งสองข้าง (Bilateral TKA) (ที่มา: Watanabe et al. International Orthopaedics 2005; 29: 179-181)

4. Knee function ของข้อเข่าเทียมชนิดต่าง ๆ

4.1 In vivo knee kinematics

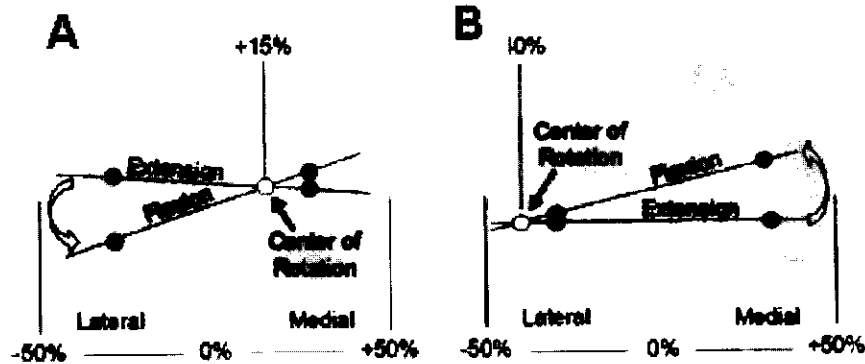
4.1.1 เปรียบเทียบระหว่าง PCL-sacrificed TKA, PCL-retained TKA และ Posterior stabilized TKA^{16,17}

มีงานวิจัยจำนวนมาก ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อเทียมชนิด PCL ถูกตัดออก (PCL-sacrificed TKA) และชนิดเก็บ PCL ไว้ (PCL-retained TKA) เนื่องจากหน้าที่ของ PCL ในข้อเข่าปกติช่วยให้เกิด Femoral rollback ทำให้มีการคาดหวังว่าข้อเข่าเทียมที่คงไว้ซึ่ง PCL นั้น จะช่วยให้มี Joint kinematics ที่ใกล้เคียงข้อเข่าปกติมากขึ้น และช่วยเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าได้มากกว่าข้อเทียมชนิด PCL ถูกตัดออก อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่ยังระบุว่าการใช้ระบบ Posterior stabilized TKA นั้นสามารถควบคุม Knee kinematics ได้ดีกว่า PCL-retained TKA และ PCL-sacrificed TKA

จากการศึกษาด้วย Video fluoroscope พบว่าสำหรับ PCL-retained TKA แม้ว่า Posterior rollback ยังคงเกิดขึ้นในช่วงงอเข่า 0-30 องศา แต่การเคลื่อนและการหมุนของจุดสัมผัสผิวข้อเข่าก็แตกต่างไปจากข้อเข่าปกติเป็นอย่างมาก กล่าวคือ จุดสัมผัสผิวข้อเข่ามีการเคลื่อนไปด้านหน้า ขณะที่งอเข่าเข้า และจุดสัมผัสผิวข้อเข่าอยู่ในตำแหน่งด้านหลังมากกว่าปกติในขณะเข่า

เหยียดสุด ซึ่งตรงข้ามกับการเคลื่อนของจุดสัมผัสผิวข้อที่พบในข้อเข่าปกติ สำหรับลักษณะการหมุนของข้อเข่ารอบแกน Longitudinal axis ของกระดูก Tibia ที่ไม่เป็นปกติใน PCL-retained knee นั้น พบว่า จุดหมุนของการหมุนของข้อเข่าอยู่บน Lateral side ของ Tibial component ซึ่งแตกต่างจากจุดหมุนของข้อเข่าปกติที่เกิดขึ้นบน Medial side ของ Tibial plateau (รูปที่ 3A-B) การเคลื่อนที่ที่แตกต่างไปจากข้อเข่าปกติของผิวข้อใน PCL-retained TKA นั้น อาจเป็นผลมาจากการสูญเสียสมดุลระหว่างแรงดึงของ Knee stabilizers รอบข้อเข่า เช่น การที่ ACL ถูกตัดออก การมีแรงดึงที่มากเกินไปบน PCL ประกอบกับแรงดึงของ Patellar ligament ที่ช่วยตรึงข้อเข่าให้มีความมั่นคง ปัญหาสำคัญที่เกิดจากการเคลื่อนที่ผิดปกติบนผิวข้อต่อภายในข้อเข่าเทียมนั้นคือทำให้เกิดการสึกหรอของผิวข้อก่อนเวลาอันควร (Premature wear)

สำหรับ Posterior stabilized TKA การเคลื่อนของผิวข้อก็มีความผิดปกติในลักษณะเช่นเดียวกันกับ PCL-retained TKA แต่ลักษณะการเคลื่อนที่ที่มีความใกล้เคียงกับข้อเข่าปกติมากกว่า PCL-retained TKA อันเป็นผลมาจากกลไก Cam-and-Post mechanism ที่ช่วยส่งเสริมให้เกิด Posterior rollback ใน Posterior stabilized TKA ได้มากกว่า PCL-retained TKA



รูปที่ 3A-B แสดงจุดหมุนของ Knee prosthesis รอบแกน Longitudinal axis ของกระดูก Tibia บน Tibial component (A) Medial center of rotation ของ Normal knee ขณะงอเข้า Femoral condyle หมุนออกและเคลื่อนไปทางด้านหลัง (B) Lateral center of rotation ของ PCL-retaining TKA ขณะงอเข้า Femoral condyle หมุนออกและเคลื่อนไปทางด้านหน้า (ที่มา: ดัดแปลงจาก Banks & Hodge. Clin Orthop Relat Res 2004; 426: 187-193)

4.1.2 เปรียบเทียบระหว่าง Fixed-bearing และ Mobile-bearing TKA

Mobile-bearing TKA ช่วยให้ผิวข้อมีพื้นผิวสัมผัสได้มากขึ้น แต่ก็เพียงในช่วงการเคลื่อนไหวในช่วง 0-30 องศาเท่านั้น หรือในบาง Prosthesis model ที่ผิวสัมผัสเคลื่อนได้ดีขึ้นมากกว่านั้น อย่างไรก็ตาม เมื่อข้อเข่างอถึง 90 องศา การหมุนของแกนข้อเข่าใน Mobile-bearing knee ก็หยุดลง และเมื่องอเข่ามากกว่านั้น Mobile-bearing knee ก็ทำงานเช่นเดียวกับ Fixed-bearing knee¹²

จากการศึกษา In vivo kinematics พบว่าการเคลื่อนของผิวข้อใน Mobile-bearing knee ไม่แตกต่างจาก Posterior stabilized knee โดยสิ่งที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของผิวข้อมากกว่า คือการมี PCL หรือไม่ หรือมีการทดแทน PCL ด้วยระบบ Posterior stabilized design หรือไม่ ในข้อเข่าที่ PCL ไม่ถูกตัดออก Mobile-bearing TKA ก็จะ Function เหมือนกับ PCL-retained TKA โดยที่ ข้อเข่าเทียมที่เป็น Posterior stabilized design นั้นยังคงมี Femoral rollback ที่มากกว่า PCL-retained TKA ไม่ว่าข้อเข่าเทียมนั้นจะเป็นชนิด Mobile-bearing TKA หรือ Fixed-bearing TKA¹³

4.2 Range of Motion

Hirsch และคณะ¹⁴ ทำการทดสอบหลังการผ่าตัด

อย่างน้อย 2 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างของมุมงอเข่าสูงสุดระหว่าง PCL-sacrificed TKA (103°) และ PCL-retained TKA (104°) ในขณะที่ Posterior stabilized TKA (112°) มีช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าที่มากกว่า PCL-retained TKA และ PCL-sacrificed TKA จากการตรวจวัดขณะเคลื่อนไหวข้อเข่าแบบ Passive จากการศึกษาดู Dennis และคณะ¹⁵ พบว่าไม่มีความแตกต่างของมุมงอเข่าสูงสุดจากการตรวจวัดแบบ Passive ระหว่าง PCL-retained TKA (123°) และ Posterior stabilized TKA (127°) แต่เมื่อเปรียบเทียบใน Weight-bearing position พบว่า PCL-retained TKA (103°) งอเข่าได้น้อยกว่า Posterior stabilized TKA (113°) แม้ว่า มุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าเทียมทั้งสองชนิดลดลงเมื่อข้อเข่าอยู่ในท่าที่ต้องรับน้ำหนัก แต่ปัญหาการจำกัดการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นมากกว่าใน PCL-retained TKA แสดงให้เห็นถึงปัญหาความแน่นอนในการควบคุมให้มี Femoral rollback ของ PCL-retained TKA เมื่อข้อเข่าอยู่ในท่าที่รับน้ำหนักในขณะทำกิจกรรมต่างๆ

ในปัจจุบัน ข้อเข่าเทียมรุ่นใหม่เน้นการพัฒนาออกแบบให้ได้มุมงอเข่าที่ใกล้เคียงข้อเข่าจริงให้มากที่สุด โดยเฉพาะวัฒนธรรมของชาวตะวันตกที่ต้องการมุมงอเข่ามาก เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องอยู่ในท่า Deep knee flexion ได้ เช่น การนั่งพับเพียบ การนั่งยองๆ การนั่งขัดสมาธิ หรือสำหรับผู้ป่วยอายุน้อยหรือ

นักกีฬา ส่วนใหญ่เป็นข้อเข่าเทียมที่ช่วยส่งเสริมให้มี Deep knee flexion ได้ดี คือข้อเข่าเทียมชนิด Posterior stabilized design¹⁶

4.3 Proprioception

PCL-retained TKA ถูกคาดหวังไว้ว่าจะช่วยคงไว้ซึ่ง Proprioception ของข้อเข่าภายหลังการผ่าตัด เนื่องจากผลของ mechanoreceptor ของ ligament อย่างไรก็ตาม โรคข้อเข่าเสื่อมก็ส่งผลให้เกิด Neurologic degeneration ต่อ PCL ด้วยเช่นกัน โดยพบว่ามีการลดลงของ Nerve receptors มากกว่า 50% ใน PCL ของ Osteoarthritis knee¹⁷ การที่ความเสื่อมเกิดขึ้นในส่วนของ Ligament เองด้วยเช่นกันนั้นทำให้การเปรียบเทียบผลในด้าน Proprioception ระหว่างข้อเข่าเทียมชนิดที่ตัด PCL และไม่ตัด PCL ออก นั้นไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่พบว่าผู้ที่ได้รับ PCL-retained และ Posterior stabilized TKA นั้นไม่มีความแตกต่างกันในด้านความสามารถในการคาดคะเนมุมการเคลื่อนไหว,¹⁸ Joint position sense, Threshold to detect joint motion และความสามารถในการทรงตัวบน Unstable platform¹⁹ แต่สำหรับในกลุ่มคนที่ข้อเข่ามีความเสื่อมมาก (Severe arthritis) Simmons และคณะ²⁰ พบว่า การผ่าตัดข้อเข่าเทียมชนิด Posterior stabilized TKA ช่วยให้ข้อเข่ามีความสามารถในการรับรู้การเคลื่อนไหวได้ดีกว่า PCL-retained TKA

4.4 Muscle Strength

ภายหลังจากการเปลี่ยนข้อเข่าผู้ป่วยยังคงมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่า แม้จากการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าภายหลังการผ่าตัดไปแล้วเป็นเวลาหลายปี Huang และคณะ²¹ ศึกษาความแตกต่างของ Knee muscle strength ระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับ Total condylar TKA, Low contact stress rotating platform TKA (PCL sacrificed) และ Low contact stress meniscal bearing TKA (PCL retained) ภายหลังการผ่าตัด 6 ปี โดยเทียบเป็นอัตราส่วนระหว่างแรงบิดเชิงมุมของ Hamstrings และ Quadriceps (H:Q ratio) พบว่า ไม่มีความแตกต่าง ของ H:Q ratio ระหว่างทั้ง

สามกลุ่ม ทั้งจากการทดสอบแบบ Isometric และ Isokinetic muscle strength แต่พบว่าผู้ที่เปลี่ยนข้อเข่าเทียม มี H:Q ratio มากกว่าเมื่อเทียบกับคนปกติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Luring และคณะ²² ที่ไม่พบความแตกต่างของ Knee muscle strength ระหว่างผู้ป่วยที่ได้รับ Rotating-platform TKA และ Fixed-bearing TKA ภายหลังการผ่าตัด 2 ปี โดยที่ H:Q ratio มีค่าเท่ากับ 0.76 และ 0.82 สำหรับ Fixed-bearing และ Rotating-platform TKA ตามลำดับ

ความบกพร่องของกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าในผู้ป่วยที่เปลี่ยนข้อเข่าเทียมนั้นเป็นไปในรูปแบบเดียวกับผู้ที่มีการบาดเจ็บของ ACL (ACL deficit knee) อันเป็นผลมาจากการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่า โดยการที่ H:Q ratio เพิ่มขึ้นนั้น แสดงถึงการที่กล้ามเนื้องอข้อเข่าต้องทำงานมากขึ้น เพื่อควบคุมความมั่นคงของข้อเข่า โดยเฉพาะในแนว Anterolateral stability เพื่อทดแทนความมั่นคงของข้อเข่าจาก Cruciate ligaments ที่ถูกตัดออกไประหว่างการผ่าตัด²³

5. บทสรุป

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเสื่อมช่วยแก้ปัญหา ลดความเจ็บปวด และช่วยให้ผู้ป่วยสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตลอดช่วง 50 ปีที่ผ่านมา ข้อเข่าเทียมได้ถูกปรับปรุงพัฒนา ให้มีกลไกการเคลื่อนไหวได้ใกล้เคียงข้อเข่าธรรมชาติมากขึ้น ลดปัญหาการสึกกร่อนของผิวข้อก่อนเวลาอันควร เพื่อให้มีอายุการใช้งานได้ตลอดอายุขัยของผู้ป่วย

อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยที่เปลี่ยนข้อเข่าเทียมภายหลังการผ่าตัด จะสามารถกลับไปมี Knee function ที่ใกล้เคียงข้อเข่าปกติได้มากหรือน้อยนั้น นอกเหนือไปจากผลของชนิดของข้อเข่าเทียมต่อ Knee function ที่ได้กล่าวถึงในบทความนี้แล้ว ยังขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย เช่น เทคนิคการผ่าตัดของศัลยแพทย์ การออกกำลังกายและฟื้นฟูสภาพภายหลังการผ่าตัด ตลอดจนการใช้งานข้อเข่าเทียมที่เหมาะสมภายหลังการเปลี่ยนข้อเข่า

เอกสารอ้างอิง

1. Kenneth KA. The Technique of total knee

- arthroplasty. St. Louis : Mosby, 1990.
2. Mizner RL, Petterson SC, Stevens JE, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty. *J Rheumatol* 2005; 32: 1533-9.
 3. Walldius, B. Arthroplasty of the knee joint employing an acrylic prosthesis. *Acta Orthop Scand* 1953; 23: 121-31.
 4. Hui FC, Fitzgerald RH Jr. Hinged total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1980; 62: 513-9.
 5. Riley LH. History and Evolution of Total Knee Replacement. In : Healy WL (ed), *Total Knee Arthroplasty: A Comprehensive Approach*. Baltimore : Williams & Wilkins, 1983: 1-4.
 6. Insall JN, Hood RW, Flawn LB, Sullivan DJ. The total condylar knee prosthesis in gonarthrosis. A five to nine-year follow-up of the first one hundred consecutive replacements. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 619-28.
 7. Falatyn S, Lachiewicz PF, Wilson FC. Survivorship analysis of cemented total condylar knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1995; 317: 178-84.
 8. Scuderi GR, Insall JN. Performance of Posterior Cruciate Ligament: Substituting Total Knee Arthroplasty. In : Insall JN, Scott WN, Scuderi GR (eds), *Current Concepts in Primary and Revision Total Knee Arthroplasty*. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1996: 41-6.
 9. Ritter MA, Campbell E, Faris PM, et al. Long-term survival analysis of the posterior cruciate condylar total knee arthroplasty: a 10-year evaluation. *J Arthroplasty* 1989; 4: 293-6.
 10. Banks SA, Harman MK, Bellemans J, Hodge WA. Making sense of knee arthroplasty kinematics: news you can use. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A Suppl 4: 64-72.
 11. Stiehl JB, Komistek RD, Dennis DA, Paxson RD, Hoff WA. Fluoroscopic analysis of kinematics after posterior-cruciate-retained knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77: 884-9.
 12. Swanik CB, Lephart SM, Rubash HE. Proprioception, kinesthesia, and balance after total knee arthroplasty with cruciate-retained and posterior stabilized prostheses. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A: 328-34.
 13. Banks S, Bellemans J, Nozaki H, Whiteside LA, Harman M, Hodge WA. Knee motions during maximum flexion in fixed and mobile-bearing arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 410: 131-8.
 14. Hirsch HS, Lotke PA, Morrison LD. The posterior cruciate ligament in total knee surgery. Save, sacrifice, or substitute? *Clin Orthop Relat Res* 1994; 309: 64-8.
 15. Dennis DA, Komistek RD, Stiehl JB, Walker SA, Dennis KN. Range of motion after total knee arthroplasty: the effect of implant design and weight-bearing conditions. *J Arthroplasty* 1998; 13: 748-52.
 16. Kanekasu K, Banks SA, Honjo S, Nakata O, Kato H. Fluoroscopic analysis of knee arthroplasty kinematics during deep flexion kneeling. *J Arthroplasty* 2004; 19: 998-1003.
 17. Kleinbart FA, Bryk E, Evangelista J, et al. Histologic comparison of posterior cruciate ligaments from arthritic and age matched knee specimens. *J Arthroplasty* 1996; 11: 726-31.
 18. Lattanzio PJ, Chess DG, MacDermid JC. Effect of the posterior cruciate ligament in knee-joint proprioception in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1998; 13: 580-5.
 19. Most E, Li G, Schule S, et al. The kinematics of

- fixed- and mobile-bearing total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2003; 416: 197-207.
20. Simmons S, Lephart S, Rubash H, Borsa P, Barrack RL. Proprioception following total knee arthroplasty with and without the posterior cruciate ligament. J Arthroplasty 1996; 11: 763-8.
21. Huang C, Lee Y, Liao J, Cheng C. Comparison of Muscle Strength of Posterior Cruciate-Retained Versus Cruciate-Sacrificed Total Knee Arthroplasty. J Arthroplasty 1998; 13: 779-83.
22. Lurring C, Bathis H, Oczipka F. *et al.* Two-year follow-up on joint stability and muscular function comparing rotating versus fixed bearing TKR. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2005; 14:1-7.
23. Aagaard P, Simonsen EB, Trolle M, Bangsbo J, Klausen K. Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. Acta Physiol Scand 1995; 154: 421-7.

บทความทั่วไป

การตรวจทางห้องปฏิบัติการสำหรับซิฟิลิส (Laboratories Testing for Syphilis)

ไพโรจิตร ตานัน*

บทนำ

Syphilis เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียรูปร่างเกลียวที่เรียกว่า *Treponema pallidum* เป็นโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์¹ การติดต่อที่สำคัญและเป็นข้อควรระวังอีกปัญหาหนึ่ง คือการติดต่อจากแม่ไปลูก โดยเชื้อสามารถติดต่อจากแม่ไปลูกขณะตั้งครรภ์และขณะคลอดได้นอกจากนั้น การรับโลหิตหรือผลิตภัณฑ์จากโลหิตที่มีการติดเชื้อเข้าไป² ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการติดต่อโรคซิฟิลิสได้ โรคนี้แบ่งออกได้หลายระยะ³ และเนื่องจากเชื้อ *T. pallidum* ไม่สามารถเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ และไม่สามารถย้อมด้วยสีย้อมธรรมดาในห้องปฏิบัติการทั่วไปได้⁴ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการตรวจเพื่อหาการติดเชื้อและติดตามผลการรักษาขึ้น

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

การตรวจวินิจฉัยโรคซิฟิลิสทางห้องปฏิบัติการมีอยู่หลายวิธี การตรวจหาตัวเชื้อ การตรวจ DNA และการตรวจหาแอนติบอดี

การตรวจหาตัวเชื้อ *T. pallidum* โดยตรงประกอบด้วย

Darkfield (DF) microscopy

จัดได้ว่าเป็นวิธีที่ใช้มานาน ทำได้ง่าย และเป็นที่ยอมรับในการแยกเชื้อ *T. pallidum* แต่ผู้ตรวจต้องอาศัยประสบการณ์ในการแยกเชื้อจากรอยแผล โดยดูลักษณะรูปร่างและการเคลื่อนไหวของเชื้อ วิธีนี้มีความสำคัญกรณีที่ในระยะแรกของการติดเชื้อซึ่งแอนติบอดียังไม่ถูกสร้างขึ้น หรือกรณีผู้ป่วยเป็นโรคภูมิคุ้มกันบกพร่องอย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีความไวต่ำเมื่อเทียบกับวิธีอื่น⁵

Direct fluorescent antibody test for *T.**pallidum* (DFA-TP)

เป็นการตรวจโดยใช้แอนติบอดีต่อเชื้อ *T. pallidum* ที่ติดฉลากด้วยสารเรืองแสง (fluorescein isothiocyanate, FITC) เพื่อตรวจหาเชื้อในของเหลวจากร่างกาย และเนื้อเยื่อ เนื่องจากเชื้อในกลุ่ม *Treponemes* จะมีลักษณะแอนติเจนที่มีส่วนคล้ายคลึงกับ *T. pallidum* จึงใช้แอนติบอดีแยกเชื้อ *T. pallidum* ออกจากเชื้อกลุ่ม *Treponemes* อื่น⁶ การตรวจด้วยวิธีนี้มีความไวมากกว่าวิธี Darkfield (DF) microscopy เล็กน้อย แต่มีประโยชน์ในกรณีใช้ตรวจสารคัดหลั่งจากแผลหรือตรวจเนื้อเยื่อที่สดหรือได้รับการ fix ด้วยฟอร์มาลิน⁷

วิธี Polymerase chain reaction (PCR)

การตรวจหาเชื้อ *T. pallidum* ในสารคัดหลั่งและเนื้อเยื่อโดยเทคนิค PCR ถูกนำมาใช้เพียงในกลุ่มผู้ติดคั่นถึงแม้เทคนิคนี้จะสามารถใช้งานได้จริง ความไวและความจำเพาะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ แต่ยังไม่ถือว่าเป็นวิธีมาตรฐาน และถึงแม้แต่ละห้องปฏิบัติการจะใช้ primer และมีวิธีการ extract DNA แตกต่างกัน แต่ความไวของวิธีนี้จะอยู่ที่จำนวนเชื้อ 1-5 ตัวต่อตัวอย่างตรวจ^{7,8}

วิธี Multiplex PCR (M-PCR)

นอกจากเชื้อ *T. pallidum* จะเป็นสาเหตุให้เกิดแผลบริเวณอวัยวะเพศแล้ว ยังพบว่าอาจเกิดจากเชื้ออื่นได้ เช่น herpes simplex virus (HSV) หรือ *Haemophilus ducreyi* จึงมีการพัฒนาชุดตรวจที่สามารถตรวจหาเชื้อ *T. pallidum*, herpes simplex virus (HSV) type 1 และ 2

*งานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

และ *H. ducreyi* โดยการใช้ primer ของเชื้อทั้ง 3 ชนิดมา รวมกันเพื่อตรวจหาเชื้อในคราวเดียวกัน ในสิ่งส่งตรวจ เดียว⁹ โดยพบว่าความไวของชุดทดสอบจะอยู่ที่ 10 ตัว ต่อตัวอย่างตรวจ

Rabbit infectivity test (RIT)

วิธีนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัย เพื่อใช้ศึกษาความ รุนแรงของเชื้อในการก่อโรคมกกว่าจะเป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป เนื่องจากต้องการสัตว์ทดลอง และใช้เวลาในการทดสอบ การติดเชื้อนาน (อาจจะนานหลายสัปดาห์ถึงหลายเดือน) และมีความหลากหลายในการตอบสนองต่อการติดเชื้อของ กระต่ายแต่ละตัว ความไวในการทดสอบด้วยวิธีนี้ เทียบเท่ากับวิธี DNA PCR^{7, 10}

การตรวจทางอ้อมสำหรับการติดเชื้อซิฟิลิส (Indirect examination)

การตอบสนองของภูมิคุ้มกันต่อการติดเชื้อ *T. pallidum* ที่ก่อให้เกิดซิฟิลิสจะมี 2 แบบ คือ nontreponemal antibodies และ treponemal antibodies¹¹ โดย nontreponemal antibodies คือแอนติบอดีต่อ phospholipids หรือ แอนติบอดีต่อ cardiolipin (VDRL) เนื่องจาก antiphospholipid antibodies ไม่ได้จำเพาะต่อการ ติดเชื้อซิฟิลิส เนื่องจากอาจมีเชื้อในกลุ่ม treponemes อื่นหรือเชื้อชนิดอื่นที่ให้ผลบวกต่อ antiphospholipid antibodies ได้ จึงมีการใช้คำว่า “nonspecific” ในการ ทดสอบหา antiphospholipid antibodies ในผู้ที่เป็ นซิฟิลิส⁷

Nontreponemal Tests

การตรวจแบบ nontreponemal tests สะดวกและ ราคาถูก จึงนิยมใช้สำหรับการตรวจกรองผู้ป่วย จำนวนมาก นอกจากนี้ยังตรวจได้ทั้งแบบคุณภาพ และปริมาณได้ ทำให้แพทย์ใช้ค่า titer ของการทดสอบ เป็นตัวบ่งชี้และติดตามการรักษา นอกจาก VDRL และ RPR แล้ว การตรวจหา nontreponemal tests อาจใช้วิธี enzyme-link-immunosorbent assay (ELISA) แต่ไม่เป็นที่นิยมนักในห้องปฏิบัติการเพื่อวินิจฉัย⁷

VDRL test

โดยใช้แอนติเจนคือ cardiolipin-lecithin-cholesterol ทำปฏิกิริยากับแอนติบอดี จะเกิดการเกาะกลุ่ม ที่มองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (100X) วิธีนี้ตรวจหาได้ทั้งแอนติบอดีชนิด IgG และ IgM และสามารถตรวจได้ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณเพื่อติดตาม การรักษา ผลลบปลอมอาจจะเกิดได้ถ้าเทคนิคการทำไม่ดี พอหรือมีปรากฏการณ์ prozone ซึ่งมีแอนติบอดีมาก เกินพอ อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์ prozone พบได้ ไม่บ่อยนัก (ร้อยละ 1-2) และอาจจะแก้ได้โดยการเจือจาง ซีรัม นอกจากนี้ VDRL ยังเป็นการทดสอบที่ใช้ตรวจ นำไขสันหลังในกรณีที่มีสงสัย neurosyphilis ซึ่งจะต้อง มีวิธีการเตรียมแอนติเจนเพิ่มเติมบ้าง การทดสอบ VDRL ซีรัมที่ใช้ทดสอบต้องนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 56 องศา เซลเซียส (°C) นาน 30 นาที^{4, 7} เพื่อลดการเสริมปฏิกิริยา ของคอมพลีเมนต์ การหาค่า titer คือการทดสอบเชิง ปริมาณเพื่อหาค่าเจือจางสูงสุดที่ยังให้ผลบวกโดยวิธี VDRL

RPR test

วิธีนี้เป็นทางเลือกวิธี VDRL โดยใช้แอนติเจน cardiolipin เคลือบไว้บนผงถ่าน และเพิ่ม choline chloride และ ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) เพื่อลดขั้นตอนการทำลายคอมพลีเมนต์ และยังช่วยเพิ่ม ความคงตัวของแอนติเจนที่แขวนลอยอยู่ เมื่อทำปฏิกิริยากับแอนติบอดีจะเกิดการเกาะกลุ่มขึ้น ทำให้อ่านผลได้ ด้วยตาเปล่าโดยไม่ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์^{4, 7} สามารถตรวจได้ทั้งซีรัม และพลาสมา ไม่ต้อง inactivate และสามารถตรวจได้ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ การ ทดสอบ nontreponemal tests ทั้งแบบ VDRL และ RPR จะมีความไวและความจำเพาะแตกต่างกันไป ขึ้นกับ ระยะของการติดเชื้อซิฟิลิส วิธี RPR จะมีความไวสูงกว่าวิธี VDRL เล็กน้อย โดยเฉพาะในระยะ primary syphilis แต่ VDRL มีความจำเพาะสูงกว่า RPR การหาค่า titer ของ RPR test ก็เช่นเดียวกับ VDRL คือเป็นการทดสอบ เชิงปริมาณเพื่อหาค่าเจือจางสูงสุดที่ยังให้ผลบวกโดยวิธี RPR

วิธี Enzyme immunoassay เพื่อตรวจหาแอนติบอดีต่อ cardiolipin (EIA-VDRL)

ในช่วงทศวรรษ 1970 วิธี enzyme immunoassay (EIA) หรือ enzyme link-immunosorbent assay (ELISA) ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทางห้องปฏิบัติการภูมิคุ้มกันเพื่อการวินิจฉัยโรคซิฟิลิส หลักการของวิธีนี้อาศัยหลักการการทำปฏิกิริยาของแอนติเจนที่ยึดติด (fix) กับ solid phase ซึ่งอาจจะเป็นแผ่นแก้วหรือหลุมเพลทหรือ strip เมื่อแอนติบอดีทำปฏิกิริยากับแอนติเจนสามารถวัดการเกิด ปฏิกิริยาโดยการเติม antiglobulin ที่ติดฉลากด้วยเอนไซม์ แล้วเติมสับสเตรท วัดการดูดกลืนแสง ความเข้มของแสงที่วัดได้จะแปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นที่เกิดขึ้น การใช้แอนติเจน VDRL จะสามารถตรวจหาแอนติบอดีชนิด IgG และ IgM^{12, 13} ชุดตรวจที่ผลิตออกมาจำหน่าย เช่น **Spirotek Reagin II test**^{4, 7} เป็นวิธีการตรวจหาแอนติบอดีต่อ phospholipids โดยเทคนิค EIA เพื่อใช้ในการตรวจกรอง เป็นวิธีที่สามารถใช้กับเครื่องอัตโนมัติและรายงานผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้ยังมีวิธี **Capture-S Cardiolipin test**¹⁴ ซึ่งใช้เม็ดเลือดแดงเป็น solid phase โดยถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการตรวจกรองเลือดผู้ป่วยจากโลหิต ความไวและความจำเพาะของการทดสอบเทียบเท่ากับวิธี RPR

ปฏิกิริยา Biological false-positive (BFP)¹⁵

แอนติบอดีต่อ phospholipids ไม่ได้เกิดจากการติดเชื้อ *T. pallidum* เท่านั้น แต่ยังเกิดจากการติดเชื้ออื่นๆได้ ในบางโรค เช่นมาลาเรีย, วัณโรค, โรคภูมิแพ้ ช่วงตั้งครรภ์ อาจเป็นสาเหตุที่ร่างกายสร้างแอนติบอดีต่อ phospholipids ขึ้นได้ ทำให้การตรวจหา แอนติบอดีต่อ phospholipids ให้ผลบวกด้วยวิธี VDRL หรือ RPR จึงมีนิยามคำว่าปฏิกิริยา Biological false-positive (BFP)

การตรวจหาแอนติบอดีต่อเชื้อ *Treponema pallidum*

เป็นการตรวจหาแอนติบอดีต่อเชื้อ *T. pallidum* ที่สร้างขึ้นตอบสนองการติดเชื้อ การตรวจหาแอนติบอดีที่จำเพาะนี้ เป็นการตรวจยืนยันเพื่อวินิจฉัยการเป็นซิฟิลิส

ปัจจุบันมีด้วยกันหลายวิธี แต่จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีที่ได้มีการพัฒนาขึ้นจากวิธีเดิม แต่อย่างไรก็ตาม พึงระลึกเสมอว่าไม่มีการทดสอบใดให้ผลดีที่สุดสำหรับการตรวจซิฟิลิส ได้ทุกระยะของการติดเชื้อ

วิธี Fluorescent Treponemal Antibody Absorption (FTA-ABS)

ใช้หลักการ indirect fluorescent-antibody technique โดยแอนติเจนที่ใช้คือ *T. pallidum* subsp. *pallidum* (Nichols strain) ซึ่งเคลือบบนแผ่นแก้ว เจือจางซีรัมที่จะตรวจด้วย sorbent ซึ่งเป็นสารที่ได้จากการสกัดกลุ่ม nonpathogenic Reiter treponemes ในอัตราส่วน 1 ต่อ 5 เพื่อกำจัดแอนติบอดีต่อเชื้อกลุ่ม nonpathogenic treponemes อื่น นำซีรัมที่หลงบนแผ่นแก้วให้ทั่วแอนติเจนที่เคลือบไว้ ถ้าซีรัมมีแอนติบอดีต่อเชื้อ *T. pallidum* ก็จะจับกับแอนติเจนของ *T. pallidum* subsp. *pallidum* บนแผ่นแก้ว จากนั้นล้างเอาส่วนเกินที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาออก แล้วย้อมด้วย anti-human immunoglobulin ที่ติดฉลากด้วย FITC ซึ่งจะไปจับแอนติบอดีที่จับกับแอนติเจน *T. pallidum* บนแผ่นแก้ว แล้วอ่านผลด้วยกล้อง fluorescent microscope^{4, 7, 16} กรณีการตรวจซิฟิลิสทางซีโรโลยี ในทารกแรกคลอดพบว่ามีความไวและความจำเพาะต่ำ เนื่องจากมีการรบกวนของ IgG จากแม่ที่มีระดับสูง วิธี 19S (IgM) FTA-ABS จึงเป็นวิธีแรกที่ใช้ตรวจหาแอนติบอดีต่อ *T. pallidum* ชนิด IgM โดยใช้หลักการเดียวกับวิธี FTA-ABS แต่ตรวจแยกชนิดแอนติบอดีโดยใช้คอนจูเกตที่เป็นแอนติบอดีที่จำเพาะต่อ IgM¹⁷

วิธี *Treponema pallidum* hemagglutination (TPHA) หรือ Microhemagglutination-*Treponema pallidum* test (MHA)

หลักการคือนำแอนติเจนของเชื้อ *T. pallidum* subsp. *pallidum* (Nichols strain) มาเคลือบบนเม็ดเลือดแดง เมื่อทำปฏิกิริยากับแอนติบอดีที่จำเพาะในซีรัม จะเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดง วิธีนี้เหมาะสำหรับงานตรวจปริมาณมาก TPHA เป็นวิธีที่มีความไวและความจำเพาะสูง แต่ไม่ไวพอสำหรับการตรวจวินิจฉัยในช่วง primary syphilis เม็ดเลือดแดงของ

สัตร์ที่ใช้ในการทดสอบนี้อาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดเกาะกลุ่มแบบไม่จำเพาะ (nonspecific agglutination) เนื่องจาก heterophile antibodies^{4, 7} การทดสอบวิธีนี้อาจเกิดผลผิดพลาดจากการดูด-ปล่อยสารด้วย pipette, เฟลทสกรปกร หรือพื้นที่วางเฟลทที่มีการสั่นไหว นอกจากนี้โรค Lyme disease, Leptospirosis, Leprosy, มาลาเรีย และ systemic lupus erythematosus (SLE) อาจทำให้เกิดผลบวกปลอมได้ ปัจจุบันได้มีการปรับใช้กับเครื่องตรวจวิเคราะห์หัตถ์โนมิติ เช่น **Olympus PK-TP** โดยบริษัทฟูจิรีไบโอ อาศัยหลักการที่เม็ดเลือดแดงไก่อเคลื่อนด้วยแอนติเจนของเชื้อ *T. pallidum* ทำปฏิกิริยากับแอนติบอดีของเชื้อ *T. pallidum* ในซีรัมจะเกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดงให้เห็น พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจกรองสำหรับธนาคารเลือด โดยใช้เครื่อง PK7100 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจหมู่เลือดและตรวจหาชนิดของแอนติเจนบนเม็ดเลือดแดงที่ใช้ ณ American Red Cross โดยเมื่อให้ผลบวก ให้ทำการทดสอบ RPR เพื่อดูว่าเป็น reactive syphilis หรือไม่¹⁸

นอกจากวิธี TPHA และ MHA แล้ว ปัจจุบันมีการผลิตน้ำยาวิธีใหม่ขึ้น คือ SERODIA-TPPA¹⁹ ผลิตโดย บริษัท ฟูจิรีไบโอ ประเทศญี่ปุ่น (Fujirebio Inc., Japan) โดยหลักการของการทดสอบจะคล้ายกับ TPHA และ MHA แต่เปลี่ยนจากการเคลือบแอนติเจนของ *T. pallidum* บนเม็ดเลือดแดง เป็นเม็ดเจลลาตินที่มีสีแทนความไวและความจำเพาะของวิธีนี้เทียบเท่าวิธี TPHA และ FTA-ABS ยกเว้นในระยะ primary syphilis ที่ไม่ได้รับการรักษา ที่จะมี ความไวและความจำเพาะต่ำกว่า FTA-ABS

วิธีทดสอบหาแอนติบอดีต่อ Treponemal โดยใช้แอนติเจน *T. pallidum* หรือ EIA-TmpA

ในช่วงทศวรรต 1990 ได้มีการนำหลักการ EIA มาใช้เพื่อตรวจหา *T. pallidum* โดยมีหลักการแตกต่างกันไป เช่น BioElisa Syphilis²⁰ ใช้หลักการ Competitive EIA วิธี *Captia™ syphilis G²¹* ใช้หลักการ indirect EIA อาจใช้สำหรับการตรวจกรองหรือการตรวจยืนยัน และวิธี *Captia™ syphilis M* ใช้ตรวจหาแอนติบอดี *T. pallidum*

ชนิด IgM^{22, 23} ในเด็กแรกคลอดที่สงสัยจะติดเชื้อขณะอยู่ในครรภ์มารดา

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุดตรวจทางซีโรโลยีเพื่อวินิจฉัยโรคซิฟิลิส โดยใช้โปรตีนของเชื้อ *T. pallidum* ที่อยู่บริเวณผนังเซลล์ หรือ *T. pallidum* membrane protein (TmpA) จากการประเมินคุณภาพชุดตรวจ EIA-TmpA พบว่ามีความไวและความจำเพาะเทียบเท่ากับวิธี FTA-ABS ในปัจจุบันมีผู้ผลิตและจำหน่ายหลายบริษัท เช่น Abbott Murex ICE Syphilis, Dade Behring Enzygnost Syphilis, Bio-Rad Syphilis Total, Biokit Bioelisa 3.0, Trepanostika TP Recombinant, Diesse Enzywell Syphilis, Microgen Bioproduct Mercia Syphilis, Newmarket Laboratories Syphilis EIA II, Omega Pathozone Syphilis Competition และ Trinity Biotec Captia Syphilis²⁴⁻²⁸ เป็นต้น สามารถตรวจหาได้ทั้ง IgG และ/หรือ IgM ขึ้นอยู่กับน้ำยาแต่ละชนิด ความไวและความจำเพาะแตกต่างกันไป

เพื่อเพิ่มความไวในการทดสอบ ปัจจุบันจึงมีการผลิตชุดน้ำยาเพื่อใช้ตรวจหาแอนติบอดีต่อ *T. pallidum* ขึ้นโดยอาศัยหลักการ chemiluminescence immunoassay (CLIA) เช่น ชุดทดสอบ LIAISON Treponema Screen โดย DiaSorin ประเทศอิตาลี²⁹ และ ARCHITECT Syphilis TP โดยบริษัท Abbott สหรัฐอเมริกา³⁰ ซึ่งจะมีเครื่องตรวจวิเคราะห์หัตถ์โนมิติที่จะใช้กับน้ำยาโดยเฉพาะ พบว่ามีความไวและความจำเพาะสูง เมื่อเทียบกับวิธี EIA และ TPHA นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาใช้หลักการ Particle gel immunoassays (PaGIAs) ขึ้นโดยบริษัท DiaMed ประเทศ Switzerland^{31, 32} โดยเคลือบผิวเม็ด bead ด้วยแอนติเจนของเชื้อ *T. pallidum* ส่วน TpN15 TpN17 และ TpN47 ที่ได้จากเทคนิค recombinant เมื่อทำปฏิกิริยากับแอนติบอดีในซีรัมหรือพลาสมา ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที อาศัยการบั่นนาน 10 นาที ด้วยเครื่องปั่นเฉพาะ จะเกิดการเกาะกลุ่มของเม็ด bead บนชั้นเจลใน gel card ในขณะที่ถ้าไม่เกิดการจับกันระหว่างแอนติบอดีกับแอนติเจน เม็ด bead จะตกลงอยู่ที่ก้นหลอดเจลใน gel card

การตรวจหาแอนติบอดีต่อเชื้อ *Treponemal* โดยใช้วิธี *Western blot* (immunoblot, IB)

วิธีนี้เป็นการตรวจหาแอนติบอดีที่ร่างกายสร้างตอบสนองต่อแอนติเจนต่างๆ จากการติดเชื้อ *T. pallidum* โดยใช้เทคนิค gel-electrophoresis แยกโปรตีนของเชื้อออกตามน้ำหนักโมเลกุล โปรตีนที่แยกได้จะถูกถ่าย (transfer) ลงในแผ่น nitrocellulose เพื่อทำการทดสอบกับซีรัม วิธี IB สามารถตรวจแยก IgG และ IgM ได้ มีประโยชน์สำหรับการวินิจฉัย congenital syphilis เนื่องจากพบว่าแอนติบอดีใน congenital syphilis จะทำปฏิกิริยากับ peptides ของเชื้อได้ผลดีแต่ต้องอาศัยการอ่านผลที่แม่นยำ^{33, 34} เนื่องจากวิธีนี้อาจจะเกิดผลบวกปลอมได้จากปฏิกิริยาข้ามกลุ่ม (cross-reaction) กับเชื้อกลุ่ม spirochetes อื่น โดยเฉพาะในเขตที่มีการระบาดของโรค Lyme disease

Rapid tests

นอกจากชุดตรวจดังได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ปัจจุบันมีผู้ผลิตชุดตรวจที่ให้ผลเร็ว หรือ Rapid Test ขึ้นเพื่อใช้ตรวจหาแอนติบอดีต่อเชื้อ *T. pallidum* ซึ่งอ่านผล 15 นาทีหลังหยดซีรัม และวิธีการทำสะดวก ไม่ซับซ้อนเพิ่มเติมหรือใช้น้อย แต่ความไวและความจำเพาะต่ำกว่าวิธีมาตรฐานโดยทั่วไป ส่วนมากจะนำมาใช้กรณีต้องการผลด่วน หรือเพื่อสนับสนุนวิธีการตรวจอื่น ชุดทดสอบมีด้วยกันหลายบริษัท แต่ที่นิยมแพร่หลายคือ Determine Syphilis TP (Abbott Diagnostics) ซึ่งใช้หลักการอิมมูโนโครมาโตกราฟี^{35, 36} โดยแอนติบอดี *T. pallidum* ในซีรัมหรือพลาสมา จะทำปฏิกิริยากับแอนติเจน *T. pallidum* ที่คอนจูเกตกับ selenium colloid แล้วเคลื่อนตัวผ่านแถบทดสอบไปยังบริเวณ "patient window" ซึ่งมีแอนติเจน *T. pallidum* อยู่ จะเห็นการเกิดปฏิกิริยาเป็นเส้นสีแดง วิธีนี้อ่านผลหลังหยดตัวอย่างทดสอบ 15 นาที จนถึง 24 ชั่วโมง สิ่งส่งตรวจที่ให้ความไวสูงสุดคือซีรัม ในขณะที่พลาสมาจะมีความไวต่ำกว่า

ในการตรวจกรองอาจใช้ RPR แล้วตรวจยืนยันผลด้วยวิธีที่จำเพาะต่อเชื้อ *T. pallidum* โดยปกติจะเป็น TP-passive agglutination หรือ FTA-ABS ซึ่งแนวทางนี้

คำนึงถึงในด้านค่าใช้จ่าย ความสะดวก แต่ในบางห้องปฏิบัติการอาจทำการตรวจกรองควบคู่กัน เช่นวิธี RPR ร่วมกับวิธีที่จำเพาะต่อ เชื้อ *T. pallidum* อย่างไรก็ดีตามปัจจุบันห้องปฏิบัติการหลายแห่งใช้วิธี EIA เป็นวิธีตรวจกรองเนื่องจากมีความไวสูง โดยเฉพาะในระยะแรกของการติดเชื้อ (early stage)^{4, 7, 37}

การตรวจกรองซีฟิลิสทางซีโรโลยีสำหรับธนาคารเลือด

นอกจากซีฟิลิสจะสามารถติดต่อทางเพศสัมพันธ์ มารดาสู่ทารกแล้ว ยังสามารถติดต่อทางการรับเลือด หรือผลิตภัณฑ์จากเลือดได้ เมื่อมีการตรวจกรองซีฟิลิสในเลือดผู้บริจาค พบว่ามีอัตราการติดเชื้อซีฟิลิสจากการรับเลือดลดลง ในระยะแรกการตรวจกรองซีฟิลิสใช้วิธี VDRL ซึ่งต้องทำการ inactivate ซีรัมก่อนทำการทดสอบ และอ่านผลด้วยกล้องจุลทรรศน์ แต่ด้วยปริมาณงานที่เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับการผลิตชุดตรวจได้พัฒนามาเป็น RPR ทำให้ธนาคารเลือดได้เปลี่ยนมาใช้วิธี RPR เพื่อตรวจกรองซีฟิลิสในผู้บริจาคโลหิต เนื่องจากพบว่ามี ความไวสูงในช่วง primary syphilis^{4, 7, 24} และบอกได้ว่าเป็น active syphilis หรือไม่ เมื่อมียารักษาที่ได้ผลดีขึ้น ซีฟิลิสมีความสำคัญลดลง จนกระทั่งในยุคที่โรคเอดส์ระบาด โดยเฉพาะในประเทศไทยที่มีรายงานความชุกของโรคเอดส์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว³⁸ ทั้งผู้ป่วยเอดส์และผู้ติดเชื้อ HIV จากปี พ.ศ.2527 ถึง พ.ศ. 2541 และถึงแม้จะลดลงนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 เป็นต้นมา พบว่าซีฟิลิสได้กลับมาเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขอีกครั้ง ทั้งนี้เพราะการติดต่อของซีฟิลิสและโรคเอดส์จะคล้ายคลึงกัน คือติดต่อทางเพศสัมพันธ์เป็นหลัก ประกอบกับซีฟิลิสเป็นโรคที่ก่อให้เกิดแผลตามอวัยวะเพศ ทำให้โอกาสที่จะมีการติดเชื้อ HIV ร่วมกันได้สูงขึ้น³⁹⁻⁴²

เนื่องจากการตรวจกรองซีฟิลิสแบบ nontreponemal test ทั้ง VDRL และ RPR มีความจำเพาะต่ำ เมื่อชุดตรวจแบบ treponemal test เช่น TPHA และ EIA ได้รับการพัฒนาให้มีความไวสูงกว่าการตรวจแบบ VDRL และ RPR ดังกล่าวมาข้างต้น ดังนั้นธนาคารเลือดหลายแห่งจึงเปลี่ยนวิธีทดสอบเป็น treponemal test เนื่องจากให้ผลบวกทุกระยะของการติดเชื้อ ทำให้เลือดที่ได้รับ

จากการบริจาคมมีความปลอดภัยมากขึ้น ปริมาณการตรวจจำนวนมาก คืออีกเหตุผลที่ธนาคารเลือดส่วนใหญ่ได้หันมาใช้ treponemal test โดยเฉพาะ EIA ซึ่งนอกจากจะสามารถปรับใช้กับเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติได้แล้ว การอ่านผลยังอ่านด้วยเครื่องอ่าน ทำให้ได้ค่าที่แน่นอน การรายงานผลเชื่อถือได้ สามารถเก็บข้อมูลหรือเชื่อมต่อข้อมูลทางระบบคอมพิวเตอร์ได้^{7, 25-27}

อย่างไรก็ตาม เมื่อตรวจกรองเลือดผู้บริจาคด้วยชุดตรวจแบบ treponemal test แล้ว เมื่อให้ผลบวกควรตรวจซ้ำโดยใช้พลาสมาจากสายถุงเลือดมาตรวจอีกครั้งด้วยวิธีให้ผลเร็ว (rapid test) เพื่อความถูกต้องว่าไม่เกิดการสลับหลอดเลือดที่ตรวจ และทำ TPHA จากหลอดเลือด เมื่อผลตรงกันควรทำการทดสอบด้วย nontreponemal test ซึ่งอาจเป็น VDRL หรือ RPR เพื่อตรวจดูว่าผู้บริจาคเป็น active syphilis หรือไม่ และหาค่าไตเตอร์ เพื่อการให้คำปรึกษาและทำการรักษาที่ถูกต้องต่อไป

สรุป

การตรวจทางห้องปฏิบัติการสำหรับซิฟิลิสโดยการตรวจหาตัวเชื้อ *Treponema pallidum* โดยตรง ไม่เป็นที่นิยมมากนัก เนื่องจากความสลับซับซ้อนของวิธี ดังนั้นวิธีการตรวจในปัจจุบัน จึงนิยมการตรวจทางอ้อม โดยตรวจการตอบสนองของภูมิคุ้มกันซึ่งมี 2 แบบ คือ nontreponemal antibodies ที่นิยมคือ VDRL และ RPR และ treponemal antibodies เช่น TPHA และ EIA สำหรับการตรวจวินิจฉัยซิฟิลิส ยังมีความจำเป็นต้องทำการตรวจกรองทั้ง 2 แบบควบคู่กัน แต่สำหรับการตรวจกรองเลือดผู้บริจาคที่มีปริมาณงานจำนวนมากและมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ร่วมด้วย ได้มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนการทดสอบด้วยวิธีเดิมคือ nontreponemal antibodies เช่น VDRL หรือ RPR เป็น treponemal antibodies เช่น TPHA หรือ EIA แทน เนื่องจากคุณภาพชุดตรวจที่ได้พัฒนาให้มีความไว ความจำเพาะสูงและสามารถใช้กับเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติได้ ทำให้ลดความผิดพลาดจาก human error ได้ แต่เมื่อให้ผลบวกด้วย treponemal test ควรทำการทดสอบ nontreponemal test อีกครั้งในผู้บริจาคเลือด เพื่อตรวจดูว่าเป็น

active syphilis หรือไม่ และหาค่าไตเตอร์ เพื่อการให้คำปรึกษาและทำการรักษาที่ถูกต้องต่อไป และผู้บริจาคจะได้ไม่กลับมาบริจาคเลือดอีก

เอกสารอ้างอิง

1. Hook EW, Marra CM. Acquired syphilis in adults. N Engl J Med 1992; 26: 1060-9.
2. Risseuw-Appel I M, Kothe PC. Transfusion syphilis; a case report. Sex Transm Dis 1983; 10: 200-1.
3. Zeltser R, Kurban AK. Syphilis. Clin Dermatol 2004; 22: 461-8.
4. Larsen SA, Steiner BM, Rudolph AH. Laboratory diagnosis and interpretation of tests for syphilis. Clin. Microbiol Review 1995; 8: 1-21.
5. Kennedy Jr E.J., Creighton ET. Darkfield microscopy for the detection and identification of *T. pallidum*, in: Larsen SA, Pope V, Johnson R, Kennedy Jr E.J. (Eds.). A manual of tests for syphilis. 9th edition. American Public Health Association Washington DC. 1998. 120-34.
6. Wos SM, Wicher K. Extensive cross reactivity between *Treponema pallidum* and cultivable treponemes demonstrated by sequential immunoadsorption. Int. Archs Allergy Apl Immun 1986; 79: 282-5.
7. Wicher K, Horowitz HW, Wicher V. Laboratory methods of diagnosis of syphilis for the beginning of the third millennium. Microbes Infect 1999; 1: 1035-49.
8. Wicher K, Abbruscato F, Wicher V, Collins DN, Auger I., Horowitz HW. Identification of persistent infection in experimental syphilis by PCR. Infect Immun 1998; 66: 2509-13.
9. Orle KA, Gates CA, Martin DH, Body BA, Weiss JB. Simultaneous PCR detection of *Haemophilus ducreyi*, *Treponema pallidum* and herpes simplex virus type 1 and 2 from genital ulcers. J Clin

- Microbiol 1996; 34: 49–54.
10. Sanchez PJ, Wendel Jr GD, Grimpel E, *et al.* Evaluation of molecular methodologies and rabbit infectivity testing for the diagnosis of congenital syphilis and neonatal central nervous system invasion by *Treponema pallidum*. J Infect Dis 1993; 167: 148–57.
 11. Peeling RW and Ye H. Diagnostic tools for preventing and managing maternal and congenital syphilis: an overview. Bulletin of the World Health Organization 2004; 82: 439–46.
 12. Pedersen NS, Ørum O, Mouritsen S. Enzyme-linked immunosorbent assay for detection of antibodies to venereal disease research laboratory (VDRL) antigen in syphilis. J Clin Microbiol 1987; 25: 1711–6.
 13. White TJ, Fuller SA. Visuwell reagin antitreponemal enzyme-linked immunosorbent assay for the serodiagnosis of syphilis. J Clin Microbiol 1989; 27: 2300–4.
 14. Stone DL, Moheng MC, Rolih S, Sinor LT. Capture-S a nontreponemal solid-phase erythrocyte adherence assay for serological detection of syphilis. J Clin Microbiol 1997; 35: 217–22.
 15. Pierangeli SS, Goldsmith GH, Krnic S, Harris EN. Differences in functional activity of anticardiolipin antibodies from patients with syphilis and those with antiphospholipid syndrome. Infect Immun 1994; 62: 4081–4.
 16. George RW, Hunter EF, Fears MB. Fluorescent treponemal antibody-absorption (FTA-Abs) test, in: Larsen S.A, Pope V, Johnson R, Kennedy Jr E.J. (Eds.). A manual of tests for syphilis, 9th edition, American Public Health Association Washington DC. 1998, pp. 223–45.
 17. Wendel G, Sanchez P, Peters M, *et al.* Identification of *Treponema pallidum* in amniotic fluid and fetal blood from pregnancies complicated by congenital syphilis. Obstet Gynecol 1991; 78: 890–5.
 18. Orton SL, Dodd RY., Williams AE. Absence of risk factors for false-positive test results in blood donors with a reactive test result in an automated treponemal test (PK-TP) for syphilis. Transfusion 2001; 41: 744–50.
 19. Anonymous SERODIA-TP-PA Reagents for detection and titration of antibodies to *Treponema pallidum*, Reagents kit insert. Fujirebio Inc., Japan. 1998.
 20. Ebel A, Bachelart L, Alonso JM. Evaluation of a new competitive immunoassay (Bio ELISA syphilis) for screening for *Treponema pallidum* antibodies at various stages of syphilis. J Clin Microbiol 1998; 36: 358–61.
 21. Silletti RP. Comparison of Captia syphilis G enzyme immunoassay with rapid plasma reagin test for detection of syphilis. J Clin Microbiol 1995; 33: 1829–31.
 22. Leferve JC, Bertrand MA., Bauriaud R. Evaluation of the CAPTIA enzyme immunoassays for detection of IgG and IgM to *Treponema pallidum* in syphilis. J Clin Microbiol 1990; 28: 1704–7.
 23. Ijsselmuiden OE, VanDer Sluis JJ, Mulder A, *et al.* An IgM capture enzyme linked immunosorbent assay to detect IgM antibodies to treponemes in patients with syphilis. Genitourin. Med 1989; 65: 79–83.
 24. Clyne B, Jerrard DA. Syphilis testing. J Emerg Med 2000; 18: 361–7.
 25. Young H, Moyes A, Seagar L, McMillan A. Novel recombinant-antigen enzyme immunoassay for serological diagnosis of syphilis. J Clin Microbiol 1998; 36: 913–7.

26. Schmidt BL, Edjlalipour M, Luger A. Comparative evaluation of nine different enzyme-linked immunosorbent assays for determination of antibodies against *Treponema pallidum* in patients with primary syphilis. J Clin Microb 2000; 38:1279-82.
27. Castro R, Prieto ES, Santo I, Azevedo J, Exposto Fda L. Evaluation of an enzyme immunoassay technique for detection of antibodies against *Treponema pallidum*. J Clin Microbiol 2003; 41: 250-3.
28. Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (MHRA). 2004. Ten syphilis EIAs. (online). Available http://www.hpa-midas.org.uk/documents/reports/Syphilis/MHRA_04109_Ten_syphilis_EIAs.pdf. (25 November 2005).
29. Marangoni A, Sambri V, Accardo S, et al. Evaluation of LIAISON Treponema Screen, a novel recombinant antigen-based chemiluminescence immunoassay for laboratory diagnosis of syphilis. Clin Diagn Lab Immunol. 2005; 12: 1231-4.
30. Kumagai YK. An automated chemiluminescent assay for the detection of antibodies to *Treponema pallidum* using the ARCHITECT® SYSTEM. Abstract from XVth Regional Congress of the International Society of Blood Transfusion, Asia, Bangkok, Thailand, 12-15 November, 2005. 5P-100.
31. Rabello A, Luquetti AO, Moreira EF, et al. Serodiagnosis of *Trypanosoma cruzi* infection using the new particle gel immunoassay-ID-PaGIA Chagas. Mem Inst Oswaldo Cruz 1999; 94: 77-82.
32. Schmidt BL. Evaluation of a New Particle Gel Immunoassay for Determination of Antibodies against *Treponema pallidum*. J Clin Microbiol 2004; 42: 2833-5.
33. Byrne RE, Laska S, Bell M, Larson D, Phillips J, Todd J. Evaluation of *Treponema pallidum* western immunoblot assay as a confirmatory test for syphilis. J Clin Microbiol 1992; 30: 115-22.
34. Meyer MP, Eddy T, Baughn RE. Analysis of Western blotting (immunoblotting) technique in diagnosis of congenital syphilis. J Clin Microbiol. 1994; 32: 629-33.
35. Diaz T, Almeida MG, Georg I, Maia SC, De Souza RV, Markowitz LE. Evaluation of the Determine Rapid Syphilis TP assay using sera. Clin Diagn Lab Immunol. 2004 11: 98-101.
36. Lien TX, Tien NT, Chanpong GF, et al. Evaluation of rapid diagnostic tests for the detection of human immunodeficiency virus types 1 and 2, hepatitis B surface antigen, and syphilis in Ho Chi Minh City, Vietnam. Am J Trop Med Hyg 2000; 62: 301-9.
37. Young H. Guidelines for serological testing for syphilis. Sex Transm Inf 2000; 76: 403-5.
38. ศูนย์ข้อมูลทางระบาดวิทยา. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค. (2005). Available <http://203.157.19.193> (27 November 2005).
39. Butt AM, Johnman C, Nandwani R. Sexually transmitted infections in people with HIV infection. BMJ 2001; 322: 796.
40. Ramsey G, Soltis F, Bowman R, McNamee J, Hahn LF, Dixon BW. Syphilis serology in blood donors: a possible surrogate marker for human immunodeficiency virus risk. Vox Sang. 1991; 60: 165-8.
41. Karumudi UR, Augenbraun M. Syphilis and HIV: a dangerous duo. Expert Rev Anti Infect Ther 2005; 3: 825-31.
42. Check WA. Preventing AIDS transmission: should blood donors be screened? JAMA 1983; 249: 567-70. [* | In-line.WMF *]

บทความทั่วไป

ชาตังกล้อง สำหรับการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

สมชาติ สุขัชนาวนิช*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อออกแบบและสร้างชาตังกล้องสำหรับการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัลแบบคอมแพค

วิธีการ: ชาตังกล้องสำหรับการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กล้องดิจิทัล ประกอบด้วยส่วนประกอบสี่ส่วน คือ ส่วนฐาน ส่วนชาตัง ส่วนแขนและส่วนติดตั้งกล้องถ่ายภาพ ส่วนฐานทำจากแผ่นไม้ติดยางชาตังด้านล่าง ใช้วางกล้องจุลทรรศน์และสำหรับติดส่วนชาตัง ส่วนชาตังทำจากท่อพีวีซีสองขนาดสวมเข้าด้วยกัน จำนวน 2 ขา สามารถปรับความสูงได้ ขาหนึ่งสำหรับติดส่วนแขนที่ใช้ติดตั้งกล้องถ่ายภาพ อีกขาหนึ่งสำหรับติดแผ่นช่วยรับปลายแขนที่ใช้ยึดกล้องถ่ายภาพ ส่วนแขน ที่ใช้ติดตั้งกล้องถ่ายภาพ สามารถปรับหมุนให้กล้องถ่ายภาพที่ติดตั้งก้มเงยได้ และแขนนี้ยังสามารถจับให้หมุนรอบชาตัง ได้เพื่อเลื่อนกล้องถ่ายภาพเข้า หรือ ออกจากกล้องจุลทรรศน์ได้ด้วย ส่วนกลไกสำหรับเลื่อนแผ่นยึดกล้องถ่ายภาพ เข้าออก มีมือหมุนสำหรับปรับระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับกล้องจุลทรรศน์

ผล: ชาตังกล้องมีฐานขนาด 40x40 ซม. ปรับความสูงของชาตังได้ 30-50 ซม. ปรับให้กล้องถ่ายภาพก้มเงยได้ 360° มีมือหมุนสำหรับเลื่อนแผ่นสำหรับติดตั้งกล้องถ่ายภาพ มีระยะเลื่อนเข้า-ออก 3 ซม. แขนที่ติดตั้งกล้องถ่ายภาพสามารถจับหมุนรอบชาตังได้ 160° เพื่อถอยกล้องถ่ายภาพออกจากกล้องจุลทรรศน์

สรุป: ชาตังกล้อง ช่วยให้การถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กล้องดิจิทัล ทำได้สะดวก ได้ภาพถ่ายที่มีคุณภาพดี และช่วยให้สามารถใช้ประสิทธิภาพของกล้องถ่ายภาพได้อย่างเต็มที่ วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 18-24.

คำรหัส : picture, microscope, digital camera

*หน่วยปฏิบัติการภูมิคุ้มกันวิทยา งานปฏิบัติการกลางและชันสูตรโรค โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract :Stand to support a digital camera in taking picture from the microscope.

Somchart Suchaitanawanit*

Object: To design and construct the stand to support a digital camera in taking picture from the microscope.

Methods: Stand to support a digital camera in taking picture from the microscope was built. This stand consist of four parts: a base, the legs, the arms and a camera holder. The base on which the microscope will be put is made of wood is glued to and place on top of rubbers. The stand has two legs. The bottom each leg is attached to each corner of the base. The height of the legs is adjustable. The top of the legs is connected to each arm. There are two arms of this stand, one is long and the other is short. Attach to the long arm is a camera holder that has a wheel to help slide the camera from left to right or vice versa. In addition, the camera holder can be adjusted up or down. The long arm is also made to be able to rotate so that the camera can be moved away or close to the microscope.

Result: The base of the stand is 40x40 cm. in size with two with two adjustable legs that the height can be adjusted between 30-50 cm. The camera can be adjusted up or down and can be slide left and right in between 0-3 cm. by using the mechanical tool with wheel. The camera can be rotated 160°.

Conclusion: The stand will make taking picture from the microscope more efficient and convenient. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2006; 39: 18-24.*

คำห้ส : picture, microscope, digital camera

*Immunological Laboratory, Central Diagnostic Laboratory, Maharaj Nakorn Chaing Mai Hospital

บทนำ

ถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในการศึกษาวิจัย การนำเสนอ และยังสามารถนำไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่น การเก็บภาพถ่ายไว้เพื่อเป็นหลักฐานของการตรวจวิเคราะห์ การร่วมกันพิจารณาผลการตรวจวิเคราะห์จากภาพถ่าย เป็นต้น แต่อุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์มีราคาแพง ประกอบกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่ใช้ถ่ายภาพทั่วไป ประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ผ่านทางเลนส์ตาของกล้องจุลทรรศน์ได้ ภาพถ่ายที่ได้จะมีคุณภาพดียิ่งขึ้นถ้ามีอุปกรณ์ที่ช่วยยึดกล้องถ่ายภาพและสามารถปรับให้พอดีกับกล้องจุลทรรศน์ ผู้ประดิษฐ์จึงได้ประดิษฐ์ขาตั้งกล้อง

สำหรับการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์เพื่อให้สามารถถ่ายภาพได้โดยสะดวก และได้ภาพถ่ายที่มีคุณภาพที่ดี

วิธีการ

แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบลักษณะและขนาด
2. การสร้าง
3. การทดสอบการใช้งาน

การออกแบบลักษณะ

ได้กำหนดให้การออกแบบ เพื่อให้มีลักษณะการใช้งานดังนี้

1. ใช้งานได้ง่าย สะดวก ใช้เวลาในการติดตั้งน้อย
2. ติดตั้งกล้องได้มั่นคง ง่าย ไม่สั่นไหว

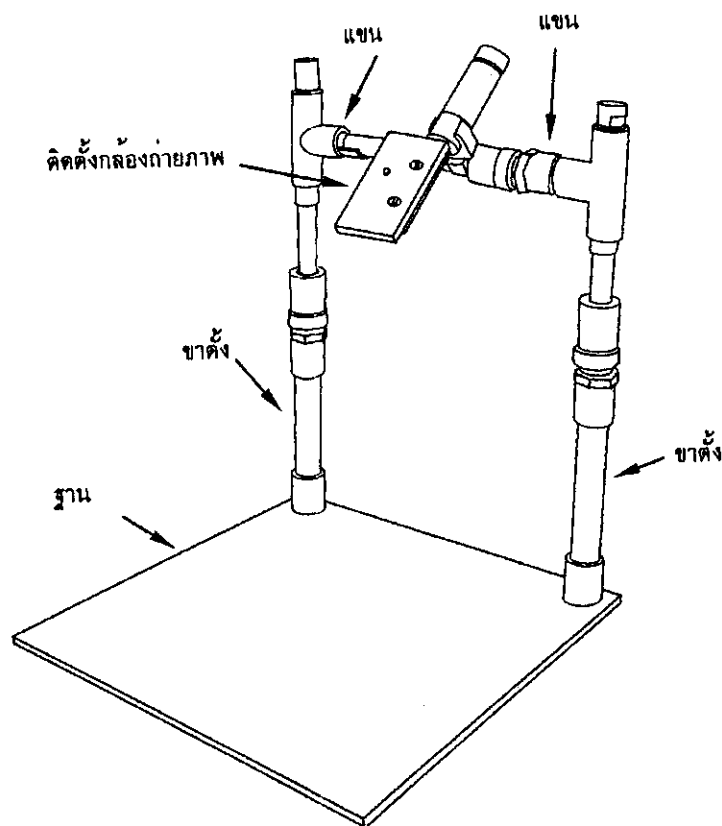
3. สามารถปรับความสูงของส่วนขา และปรับความยาวของส่วนแขนเพื่อให้สามารถใช้กับกล้องจุลทรรศน์หลายขนาด

4. สามารถติดตั้งโดยไม่ต้องจับยึดกับกล้องจุลทรรศน์ ทำให้ไม่เกิดความเสียหายกับกล้องจุลทรรศน์

5. หลังจากติดตั้งแล้วสามารถเลื่อนกล้องถ่ายภาพออก เพื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ตามปกติ และสามารถเลื่อนกล้องถ่ายภาพกลับเข้าตำแหน่งเดิมได้เมื่อต้องการถ่ายภาพอีก

6. ใช้วัสดุที่หาได้ง่าย

การออกแบบ ได้ขาค้างที่มีลักษณะดังรูปที่ 1 ประกอบด้วยฐานเป็นแผ่นกว้าง มีขาตั้ง 2 ขา ปรับความสูงได้ มีกลไกเลื่อนแผ่นยึดกล้องถ่ายภาพติดบนแขนข้างหนึ่ง ปลายแขนนี้วางอยู่บนแขนของขาอีกข้างหนึ่ง ขนาดของฐานกว้าง 40X40 ซม. ส่วนขาตั้งสามารถปรับความสูงได้ 30-50 ซม.



รูปที่ 1 รูปร่างของขาตั้งกล้อง

การสร้างขาตั้งกล้อง

วัสดุ

1. ท่อพีวีซีขนาด 3/4 , 7/8 และ 1 นิ้ว
2. ข้อต่อพีวีซีสำหรับท่อ 1 นิ้ว แบบเกลียวนอกแบบเกลียวใน และแบบปลายปิด
3. ข้อต่อพีวีซีสำหรับท่อ 7/8 นิ้ว แบบสามทาง

4. แผ่นพลาสติกใสหนา 0.25 นิ้ว
5. สกรูหางปลา 1/4 นิ้ว
6. ไม้อัดหนา
7. กระบอกกาวแท่ง
8. คลิปจับท่อ 3/4 และ 1 นิ้ว

การประกอบ

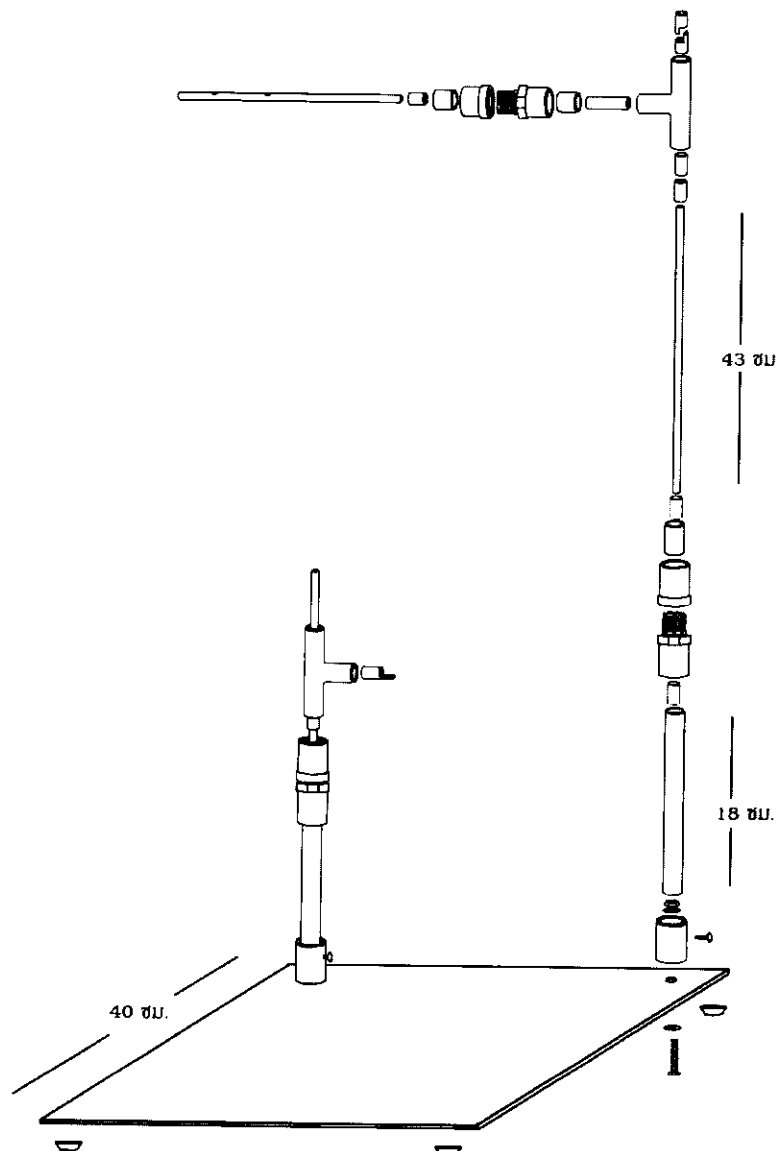
ทำการตัดวัสดุที่ใช้ และประกอบส่วนฐาน ส่วนขาตั้ง และส่วนแขน ดังรูปที่ 2 ขาตั้งและแขนประกอบ ด้วยท่อพีวีซีขนาด 1 นิ้ว และ 3/4 นิ้ว สวมเข้าด้วยกัน ใช้ท่อพีวีซีขนาด 7/8 นิ้ว ใส่ระหว่างท่อทั้งสอง ทำให้ท่อ ที่อยู่ด้านในสามารถเลื่อนไปมาได้ โดยไม่โยก และข้อต่อ ที่ใช้จับท่อที่อยู่ด้านใน นิ้ว ประกอบด้วยข้อต่อเกลียว ในบีบปลายข้อต่อเกลียวนอกที่แบ่งปลายออกเป็น 6 ส่วน

แผ่นสำหรับติดกล้องถ่ายทำจากแผ่นพลาสติกใส กลไกที่ใช้เลื่อนแผ่นสำหรับติดกล้อง ทำจากกระบอง

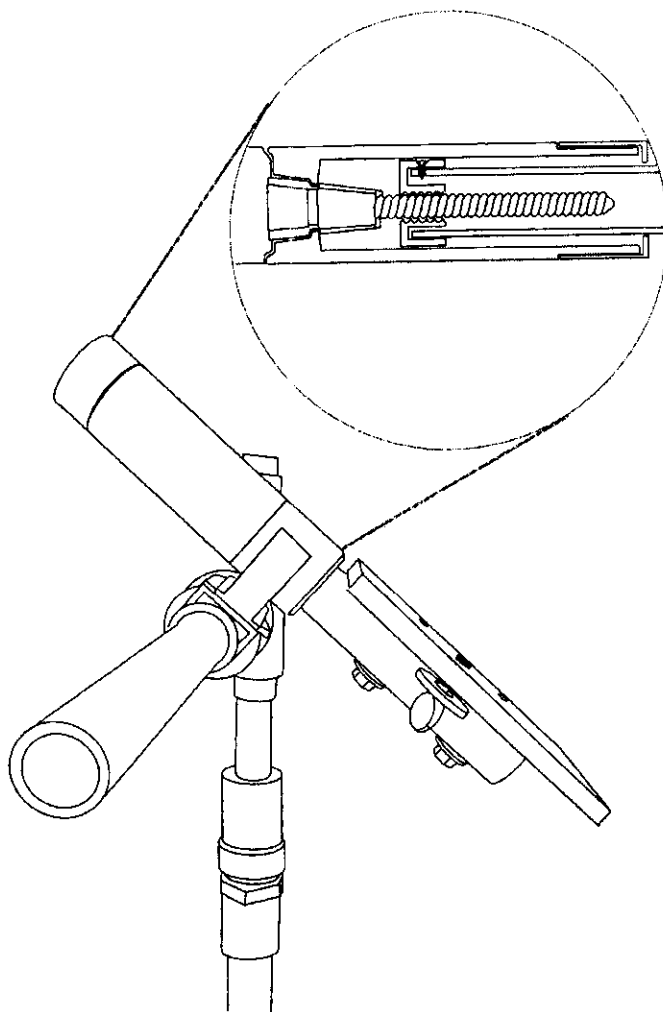
กาวแท่ง ใช้คลิปปับท่อ 2 ตัวยึดกลไกนี้ติดกับส่วนแขน ดังรูปที่ 3 การเลื่อนแผ่นยึดกล้องทำได้โดยหมุนมือหมุน ส่วนท้ายหลอดกาวแท่ง สกรูที่อยู่ภายในกระบองจะหมุน ทำให้ขั้วเคลื่อนหนีตที่มีท่อติดแผ่นยึดกล้องเลื่อนไปมาได้

การทดสอบการใช้งาน

ได้นำขาตั้งกล้องที่สร้างขึ้นไปใช้ในการถ่ายภาพ จากกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้โปรแกรม Remote Capture ควบคุมการใช้งานกล้องดิจิทัล ดังรูปที่ 4 และ 5 ได้ทดลองถ่ายภาพผลการตรวจวิเคราะห์ดังรูปที่ 6 และ 7



รูปที่ 2 ชิ้นส่วนของฐาน ขาตั้ง และ แขน



รูปที่ 3 กลไกเลื่อนแผ่นสำหรับติดกล้อง และภายในกลไก



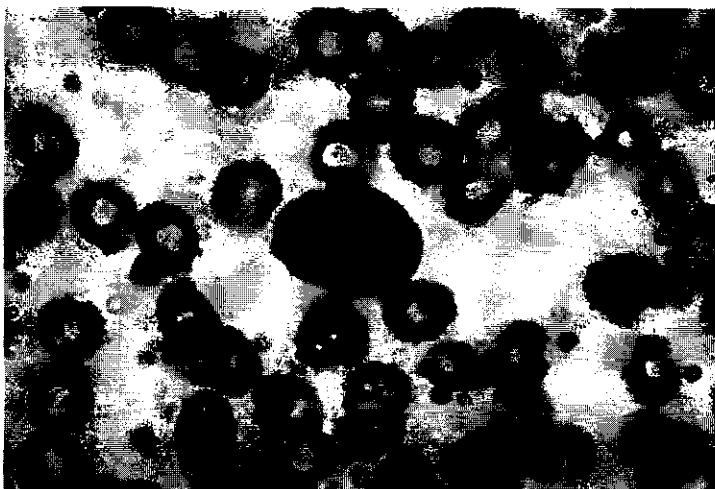
รูปที่ 4 การใช้งานขาตั้งกล้อง



รูปที่ 5 กล้องถ่ายภาพขณะหมุนออกจากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 6 *Curvularia* sp. ย้อมด้วยสี lacophenal cotton blue กำลังขยาย 400 เท่า



รูปที่ 7 Blood smear ย้อมด้วยสี right กำลังขยาย 1000 เท่า

วิจารณ์ผล

จากการออกแบบ ทำให้ได้ขาตั้งกล้อง ที่ทำจากวัสดุที่ทำได้ง่าย มีขนาดไม่ใหญ่มากสามารถถอด และประกอบเข้าใหม่ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือช่วย ทำให้สะดวกในการเก็บ และการเคลื่อนย้าย

เนื่องจากอุปกรณ์ถูกออกแบบให้สามารถปรับตำแหน่งกล้องได้หลายแนว อุปกรณ์จึงประกอบด้วยชิ้นส่วนจำนวนมากชิ้น ในการสร้าง การเชื่อมติดชิ้นส่วนต่างๆ ต้องทำด้วยความระมัดระวัง

ในการใช้งาน การติดตั้งกล้องจุลทรรศน์ทำได้ง่าย และไม่มีการยึดติดกับตัวกล้องจุลทรรศน์จึงไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือรอยขีดข่วนกับกล้องจุลทรรศน์ โดยนักกล้องจุลทรรศน์ มาวางบนฐาน สำหรับการนำไปใช้กับกล้องจุลทรรศน์แบบที่มีขนาดใหญ่ ไม่สามารถนำมาวางบนฐานได้ ให้นำขาตั้งกล้องนี้มาวางต่อกับกล้องจุลทรรศน์ ใช้วัสดุมีน้ำหนักวางทับบนฐาน สลับแกนของขาตั้ง หมุนกล้องถ่ายภาพออกข้างนอก

การติดตั้งกล้องถ่ายภาพใช้สกรูหางปลา ยึดติดกับแผ่นยึดกล้องคล้ายกับขาตั้งกล้องทั่วไป การปรับตำแหน่งของกล้องถ่ายภาพ โดยการปรับความสูงของขาตั้ง และการหมุนแกนให้กล้องถ่ายภาพก้ม เงย ซึ่งสามารถก้ม เงยได้ 360° ทำให้สามารถใช้กับกล้องจุลทรรศน์ได้หลายรุ่นที่มีขนาดแตกต่างกัน กล้องถ่ายภาพที่ติดตั้งควรอยู่ลักษณะก้มลงให้เป็นแนวเดียวกับเลนส์ตาของกล้องจุลทรรศน์ เพื่อความสะดวกในการปรับระยะห่างระหว่างเลนส์ของกล้องถ่ายภาพกับเลนส์ตาของกล้องจุลทรรศน์

ในการทดลองใช้งาน ปลายแขนที่ติดกล้องถ่ายภาพจะวางอยู่บนแขนของอีกขาหนึ่ง ทำให้กล้อง

ถ่ายภาพที่ติดตั้งมีความมั่นคง ไม่สั่นขณะถ่ายภาพ แต่การเปลี่ยนกำลังขยายของกล้องถ่ายภาพจะทำให้เลนส์กล้องถ่ายเลื่อนเข้าออก กลไกเลื่อนแผ่นยึดกล้องถ่ายภาพช่วยให้สามารถปรับระยะห่างระหว่างเลนส์ของกล้องถ่ายภาพกับเลนส์ตาของกล้องจุลทรรศน์ได้โดยไม่ต้องปรับความสูงของขาตั้งอีก และการถ่ายภาพต่อเนื่องเป็นเวลานาน ควรตั้งปิดการปิดตัวเอง (Auto shutdown) ของกล้องถ่ายภาพก่อนใช้งาน แขนที่ยึดกล้องสามารถหมุนรอบขาตั้ง เพื่อเลื่อนกล้องถ่ายภาพออกช่วยให้ยังสามารถใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ตามปกติ

ภาพถ่ายที่ได้มีคุณภาพดีแสดงรายละเอียดได้ชัดเจน สามารถนำไปขยายหรือปรับแต่งด้วยโปรแกรมแต่งภาพได้ นอกจากนี้ขาตั้งกล้องนี้ยังช่วยให้สามารถถ่ายภาพในแบบต่างๆ ตามความสามารถของกล้องถ่ายภาพได้อีกดังนี้

1. การบันทึกภาพแบบภาพต่อเนื่องหรือภาพวิดีโอ
2. การส่งสัญญาณภาพแสดงออกทางจอภาพของโทรทัศน์
3. การถ่ายภาพโดยควบคุมผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถกดถ่ายภาพโดยใช้เมาส์ และการกำหนดถ่ายภาพตามช่วงเวลาที่ต้องการได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณจันทนา คำวรรณ และคุณสรวิศ ชัยศรี งานปฏิบัติการกลางและชั้นสูตร โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มอบสไลด์ให้เพื่อเป็นตัวอย่างในการใช้งานขาตั้งกล้องที่ประดิษฐ์ขึ้น

บทความทั่วไป

การตรวจพิสูจน์คราบเลือด

Identification of Blood stains

ผศ. ศิริพร พันธศรี*

ในจำนวนของเหลวจากร่างกายทั้งหมด เลือดเป็นชีววัตถุพยานที่สำคัญที่สุดในการนำไปใช้ตรวจหาหมู่เลือดและดีเอ็นเอ เพื่อบ่งบอกว่าเป็นเลือดของใคร และยังสามารถใช้เป็นหลักฐานในการเชื่อมโยงผู้เสียหาย ผู้ต้องสงสัย และสถานที่เกิดเหตุเข้าไว้ในเหตุการณ์เดียวกัน โดยอาศัยลักษณะของคราบเลือดที่ปรากฏในที่เกิดเหตุ เช่น ปริมาณเลือด ขอบเขตการกระจายของเลือด รอยป้าย รอยลาก เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะรูปร่างของหยดเลือดยังสามารถบ่งบอกถึงระยะและทิศทางของเลือดที่มาตกกระทบพื้นผิวได้ ข้อมูลเหล่านี้ล้วนเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการที่จะนำไปใช้ประกอบการพิจารณาถึงพฤติการณ์ของคดีที่เกิดขึ้น สำหรับการตรวจคราบเลือดในห้องปฏิบัติการนั้น คราบเลือดควรมีปริมาณมากพอต่อการตรวจพิสูจน์ และควรระมัดระวังปัจจัยบางอย่างซึ่งมีผลต่อการทำลายคุณสมบัติของเลือด ได้แก่ เวลา การเกิดสนิมของอาวุธ ความร้อน ความชื้น และการซักล้างกรณีเป็นคราบที่เสื้อผ้า เป็นต้น

การตรวจคราบเลือดแบ่งตามขั้นตอนได้ดังนี้

1. ตรวจว่าเป็นเลือดหรือไม่?¹⁻⁴ ใช้วิธี benzidine, o-tolidine, phenolphthalein, leucomalachite green, และ luminol ซึ่งวิธีทั้งหมดนี้เป็น catalytic test โดยวิธี benzidine และ o-tolidine จะให้ความไวสูงกว่า แต่มีความจำเพาะน้อยกว่าวิธี phenolphthalein และ leucomalachite green นอกจากนี้ benzidine และ o-tolidine ยังเป็นสารก่อมะเร็งจึงไม่นิยมใช้กัน วิธี phenolphthalein มีไวสูงกว่า leucomalachite green ฉะนั้นวิธี phenolphthalein หรือ Kastle-Meyer color test (K-M

test) จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยมีหลักการ คือ อาศัย peroxidase-like activity ของ hemoglobin และใช้ hydrogen peroxide เป็น peroxide เมื่อ reduced phenolphthalein ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีสีถูก oxidized จะเปลี่ยนเป็นสารสีชมพู

วิธีตรวจ: หยด working phenolphthalein solution 2 หยด ลงบนตัวอย่าง ถ้าหากไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีเกิดขึ้น เติม 3% hydrogen peroxide 2 หยด หากตัวอย่างเป็นคราบเลือดจะเกิดสีชมพูภายในเวลา 10 วินาที วิธีนี้มีความไว 1: 5,000,000 (working phenolphthalein solution: ผสม stock solution 20 mL กับ ethanol 80 mL; stock solution: phenolphthalein 2.0 g, potassium hydroxide 20 g, ผงสังกะสี 20 g และน้ำกลั่น 100 mL นำไปต้มโดยใช้ reflux condenser ต้มประมาณ 2-3 ชม. จนกระทั่งสารละลายไม่มีสี เติมผงสังกะสีอีกเล็กน้อย เพื่อให้อยู่ใน reduced form ใส่ขวดสีชาเก็บไว้ในตู้เย็น)

สำหรับวิธี luminol test⁵ นั้นเหมาะที่จะนำไปใช้ตรวจในภาคสนาม โดยเฉพาะเป็นสถานที่ที่มีบริเวณกว้างๆ การทดสอบใช้วิธีฉีดพ่นน้ำยา luminol ไปที่บริเวณที่สงสัยว่าจะมีคราบเลือดตกค้างอยู่ ซึ่งไม่สามารถเห็นด้วยตาเปล่าได้โดยง่าย เช่นคราบเลือดที่ติดอยู่ตามพื้นที่มีสีเข้ม รอยขีด รอยร่องเท้า รอยแตกของพื้นหรือผนัง เป็นต้น ข้อจำกัดในการตรวจคือ บริเวณที่ตรวจต้องมีมืด จึงจะสามารถเห็นการเรืองแสงของคราบเลือดที่เกิดจากปฏิกิริยาของเลือดกับสาร luminol ได้

2. ตรวจว่าเป็นเลือดมนุษย์หรือสัตว์? โดยวิธีทาง immunology ได้แก่ precipitin test เป็นวิธีมาตรฐาน

* ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่ใช้ในการทดสอบคราบเลือด หลักการคือแอนติบอดีเมื่อจับกับแอนติเจนที่ความจำเพาะต่อกัน จะเกิดตะกอนขุ่นขาว ถ้าเป็นเลือดมนุษย์จะเกิดแถบตะกอนขุ่นขาวบริเวณรอยต่อระหว่างชั้นของตัวอย่างเลือดที่สกัดได้ และ antihuman serum ใน capillary tube อาจจะใช้วิธี gel diffusion โดยหยดตัวอย่างเลือดที่สกัดได้ และ antihuman serum ใส่ในหลุม 2 หลุมที่อยู่ตรงกันข้ามกัน ถ้าเป็นเลือดมนุษย์จะเกิดเส้นตะกอนขาวระหว่างหลุมทั้ง 2 ที่แอนติบอดีและแอนติเจนซึมผ่าน agar gel-coated plate มาพบกัน อาจใช้วิธี electrophoresis เพื่อช่วยเร่งให้แอนติบอดีและแอนติเจนซึมผ่าน agar ได้เร็วขึ้น precipitin test นี้มีความไวสูง สามารถให้ผลบวกกับคราบเลือดแห้งที่ถูกเก็บไว้นาน 10-15 ปี รวมทั้งตัวอย่างเนื้อเยื่อของมัมมี่ที่มีอายุ 4-5 พันปีได้ และจะไม่ให้ผลบวกกับเลือดของสัตว์อื่น ๆ ยกเว้นลิง

3. ตรวจสอบว่าเป็นเลือดใคร? ในปัจจุบันนิยมตรวจใน 2 ลักษณะคือการตรวจหาหมู่เลือดระบบ ABO และการตรวจเพื่อเปรียบเทียบดีเอ็นเอ

การตรวจหาหมู่เลือดระบบ ABO แม้เม็ดเลือดแดงจะแตกหมดแล้ว แต่แอนติเจน แอนติบอดี ยังคงอยู่ในคราบเลือดนั้น เราจึงสามารถตรวจหาสารหมู่เลือดได้โดยใช้วิธีการดังนี้

3.1 Absorption-elution method⁸ หลักการคือแอนติเจนในคราบเลือดจะจับกับแอนติบอดีชนิดเดียวกัน หลังจากนั้นเมื่อนำไปอบที่ความร้อน 56° ซ แอนติบอดีจะหลุดออกมา นำไปทดสอบต่อกับเม็ดเลือดแดง

วิธีตรวจ: ละลายตัวอย่างคราบเลือดด้วยน้ำเกลือเล็กน้อย ดูดตัวอย่างเลือดใส่หลุม (flat-bottomed microtitre plate) A, B และ H หลุมละ 1 หยด นำไปอบที่ 56° ซ นาน 1-2 ชม. จนคราบเลือดแห้งสนิท เติมน้ำ anti A, B และ H อย่างละ 1 หยดลงในหลุม A, B และ H ตามลำดับ ใส่ใน moisture chamber ไว้ในตู้เย็น 4° ซ นาน 3-18 ชม. จากนั้นสะบัด anti A, B และ H ทั้ง ล้างด้วยน้ำเกลือเย็น (4° ซ) 3 ครั้ง เติมน้ำเกลือเย็นให้เต็มหลุม เก็บไว้ในตู้เย็น 30 นาที สะบัดน้ำเกลือทิ้ง และล้างด้วยน้ำเกลือเย็น (4° ซ) อีก 3 ครั้ง แล้วเติม 0.5% suspensions of A, B and O cells ในหลุม A, B และ H หลุมละ 1 หยด ตามลำดับ ใส่ใน moisture chamber นำไปอบที่ 56° ซ 15 นาที นำไป

เขย่าด้วยเครื่อง Rotator นาน 30 นาที ดูการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงด้วยกล้องจุลทรรศน์ (x 40) หรือแว่นขยาย วิธีนี้นอกจากจะนิยมใช้ในการตรวจหาหมู่เลือดจากคราบเลือดแล้ว ยังสามารถดัดแปลงไปใช้ในการตรวจหาหมู่เลือดจากเส้นผมได้

3.2 Absorption-inhibition method หลักการคือ แอนติเจนในคราบเลือดจะจับแอนติบอดีชนิดเดียวกันที่เติมลงไป ทำให้แอนติบอดีลดลงจากเดิมหรือหมดไป เกิดการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงที่เติมลงไปภายหลังน้อยลงหรือไม่จับกลุ่ม

วิธีตรวจ: ละลายตัวอย่างคราบเลือดด้วยน้ำเกลือ (0.85% NaCl) เล็กน้อย ดูดตัวอย่างเลือดใส่ในหลอดแก้ว (10x75 mm) 3 หลอด คือ A, B และ H หลอดละ 1 หยด เติมน้ำ anti A, anti B และ anti H ที่เจือจางด้วยน้ำเกลือ (ความเจือจางอยู่ในระดับที่เมื่อนำไปทดสอบกับเม็ดเลือดแดงแล้ว จะเกิดการจับกลุ่มประมาณ + หรือ ++) ใส่ในหลอดแก้ว A, B และ H หลอดละ 1 หยด ตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 2 ชม. หรือเก็บไว้ในตู้เย็น 4° ซ 1 คืน (อาจนำไปเจือจางในแนวตั้งอีกครั้ง เรียก two-dimensional absorption inhibition⁸ เป็นวิธีที่มีความไวสูง สามารถตรวจหาแอนติเจน ABH จากคราบเหงื่อ ปัสสาวะ น้ำอสุจิ น้ำลายและของเหลวอื่นๆ ของคนที่เป็น secretor ได้) เติมน้ำ 2% suspensions of A, B และ O cells ลงในหลอดแก้ว A, B และ H หลอดละ 1 หยด ตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 30 นาที ปั่นที่ 2,400 rpm นาน 30 วินาที อ่านผลการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดง โดยเปรียบเทียบกับหลอดควบคุมที่ใช้ น้ำเกลือแทนตัวอย่างคราบเลือด

3.3 การตรวจหาแอนติบอดี A และ B โดยวิธี Lattes crust test

วิธีตรวจ: วางคราบเลือดขนาด 4 x 4 mm จำนวน 3 ชิ้นบนแผ่นสไลด์ A, B และ O แผ่นละ 1 ชิ้น ปิดด้วย cover slip เติมน้ำ 0.02% suspensions of A, B and O cells ที่ slide A, B และ O ตามลำดับ ใส่ใน moisture chamber ทิ้งไว้ 6 ชม. ดูการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดง อาจใช้วิธี microplate method⁹ โดยใช้ microplate แทนแผ่นสไลด์

ความคงทนของสารหมู่เลือด แอนติเจนมีความ

คงทนมากกว่าแอนติบอดี แอนติเจนอยู่ได้นานเป็นปี ถึงแม้จะเก็บคราบเลือดแห้งนั้นไว้ที่อุณหภูมิห้อง อัตราการสลายตัวของโปรตีนในคราบเลือดจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความร้อน และความชื้นในสภาพแวดล้อม รวมทั้งสิ่งรอบรับคราบเลือดนั้นๆ และเนื่องจากการเกิดเชื้อราหรือแบคทีเรียในคราบเลือดอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การตรวจหมู่เลือดให้ผลบวกเท็จหรือผลลบเท็จได้¹⁰ ดังนั้นคราบเลือดที่แห้งเร็วจะช่วยรักษาคุณสมบัติของเลือดได้ดีกว่าคราบเลือดที่ยังเปียกชื้นอยู่

ในกรณีที่ผลการตรวจหมู่เลือดของตัวอย่างเลือดมีหมู่เลือดตรงกับผู้เสียหายหรือผู้ต้องสงสัย จำเป็นต้องตรวจยืนยันด้วยการตรวจเปรียบเทียบดีเอ็นเอเป็นขั้นตอนสุดท้ายต่อไป

วิธีเก็บและรักษาสภาพของคราบเลือด
เนื่องจากเลือดเป็นวัตถุพยานที่มักจะตรวจพบได้จากสถานที่เกิดเหตุ เช่น พื้นห้อง ฝาผนัง ลูกบิดประตู हु้ดิ่งลิ้นชัก ก๊อกน้ำ เสื้อผ้า ของใช้ต่างๆ และอาวุธ เป็นต้น ตัวอย่างคราบเลือดดังกล่าว นอกจากจะตรวจพิสูจน์ว่าเป็นเลือดของใครแล้ว บางครั้งอาจจำเป็นต้องตรวจหายาหรือสารพิษจากตัวอย่างเลือดดังกล่าว เพราะฉะนั้นการเก็บและรักษาสภาพของคราบเลือดที่ถูกวิธีจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง วิธีเก็บตัวอย่างคราบเลือดขึ้นอยู่กับลักษณะต่างๆ ของคราบเลือดดังนี้

เลือดสด

ก. ใช้ dropper หรือ syringe ดูดเลือด 5-10 mL เก็บใส่หลอดแก้วหรือขวดแก้วที่สะอาด และมีสารกันเลือดแข็งตัว เช่น sodium fluoride, EDTA, heparin, หรือ potassium oxalate ปิดจุกให้สนิท ถ้าหากไม่สามารถนำตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติในที่นี้ ต้องเก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็น ที่เป็นช่องเย็นธรรมดา ห้ามเก็บไว้ในช่องแช่แข็ง เพราะจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก ทำให้ยากแก่การตรวจหมู่เลือด

ข. ใช้ cotton swab (หรือเศษผ้าฝ้ายสีขาว ขนาด $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ ตารางนิ้ว) ชั้บเลือด ฝั่งตัวอย่างเลือดให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิห้อง นำใส่ในซองกระดาษ หรือหลอดแก้ว อุดปากหลอดแก้วด้วยจุกสำลีเพื่อนำมาส่งตรวจ

คราบเลือดแห้ง

ก. คราบเลือดที่ติดอยู่บนวัตถุ เก็บส่งตรวจทั้งชิ้น แต่ถ้าเป็นวัตถุชิ้นใหญ่ และไม่สามารถนำส่งตรวจทั้งชิ้นได้ หรือเป็นคราบเลือดที่ติดอยู่ตามฝาผนัง พื้นห้อง ให้ใช้มีดบางคมขูดออก หรือใช้ cotton swab ชุบน้ำกลั่่นหมาดๆ เช็ดออก และใช้ cotton swab อีกอันชุบน้ำกลั่่นหมาดๆ เช็ดบริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีคราบเลือดเป็น control sample ฝั่ง swab ทั้งสองให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิห้อง แยกใส่ในซองกระดาษ หรือหลอดแก้ว อุดปากหลอดแก้วด้วยจุกสำลีเพื่อนำมาส่งตรวจ

ข. คราบเลือดที่ติดอยู่ตามร่างกายใช้ cotton swab ชุบน้ำกลั่่นหมาด ๆ เช็ดออก และใช้ cotton swab อีกอันเช็ดบริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีคราบเลือด ฝั่ง swab ทั้งสองให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิห้อง แยกใส่ในซองกระดาษ หรือหลอดแก้ว อุดปากหลอดแก้วด้วยจุกสำลีเพื่อนำมาส่งตรวจ ตัวอย่างเช่น

ข1. คราบเลือดที่ติดอยู่ที่เล็บมือ ใช้วิธีขูดออก หรือตัดปลายเล็บออก แยกเล็บมือข้างซ้ายและข้างขวา ใส่ซองกระดาษข้างละซอง

ข2. เสื้อผ้าที่มีคราบเลือดติดอยู่ต้องฝั่งให้แห้งสนิทก่อนที่จะบรรจุในถุงกระดาษเพื่อนำส่งตรวจ

ข3. คราบเลือดที่ติดอยู่ที่พรมปูพื้นห้อง ใช้ cotton swab ชุบน้ำกลั่่นหมาดๆ เช็ดออก และใช้ cotton swab อีกอันชุบน้ำกลั่่นหมาดๆ เช็ดบริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีคราบเลือด ฝั่ง swab ให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิห้อง แยกใส่ในซองกระดาษ หรือจะตัดพรมบริเวณที่มีคราบเลือด และบริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีคราบเลือดส่งตรวจก็ได้

โดยสรุปแล้ว จะเห็นว่า การตรวจพิสูจน์คราบเลือดนั้น วิธี K-M test เป็นวิธีที่มีความจำเพาะ มีความไวสูง สะดวก และรวดเร็ว เหมาะที่จะใช้ตรวจคัดกรองตัวอย่าง และยังสามารถที่จะนำไปใช้ในสถานที่เกิดเหตุได้ สำหรับการตรวจพิสูจน์ว่า ไซ้เลือดของมนุษย์หรือไม่นั้น วิธี precipitation test ที่ใช้ capillary tube นั้น เป็นวิธีที่ สะดวก ค่าใช้จ่ายไม่แพง และมีความไวเท่ากับวิธี electrophoresis จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป และขั้นตอนสุดท้ายคือการตรวจว่าเป็นเลือดของใครนั้น เนื่องจากอัตราค่าตรวจดีเอ็นเอค่อนข้างสูง ฉะนั้นควรตรวจหมู่เลือดเพื่อคัดกรองตัวอย่างให้น้อยลง ก่อนที่

จะตรวจยืนยันด้วยการตรวจดีเอ็นเอต่อไป การตรวจหมู่เลือดระบบ ABO นั้น วิธีการตรวจหาแอนติเจนโดยวิธี Absorption-elution จะสะดวกกว่าวิธี Absorption-inhibition ควรตรวจแอนติบอดีควบคู่กันไปด้วยทุกครั้ง เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับผลการตรวจ และวิธีสุดท้ายที่ไม่ควรจมองข้ามไป นั่นคือ วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างที่ถูกต้อง ทำให้สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้นาน โดยที่ยังคงอยู่ในสภาพที่ดี เพื่อรอรับการตรวจต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Saferstein R. Criminalistics: An Introduction to Forensic Science. 8th ed, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004: 336-9.
2. Fisher BAJ. Techniques of Crime Scene Investigation. 7th ed, New York: CRC Press, 2004: 206-11.
3. Sutton TP. Presumptive testing for blood. In: James SH. Scientific and Legal Applications of Bloodstain Pattern Interpretation. New York: CRC Press, 1999: 49-70.
4. http://www.tpub.com/content/combat/14137/css/14137_456.htm. 2005.
5. Laux DL. The detection of blood using luminol. In: James SH, Eckert WG (eds). Interpretation of Bloodstain at Crime Scenes. 2nd ed, New York: CRC Press, 1998: 153-66.
6. Davie MJ. ABO, Gm and Km grouping of bloodstains on microtitre plates. J Forensic Sci Soc 1979; 19(1): 59-64.
7. Nynbrandt F, Chisum WJ. Determination of the ABO blood group in hair. J Forensic Sci Soc 1971; 11: 201-4.
8. Lee HC, Gaensslen RE, Pagliaro EM, Novitch B. Two-dimensional absorption-inhibition. J Forensic Sci 1988; 33(5): 1127-38.
9. Mudd JL. A microplate method for reverse ABO typing of bloodstains. J Forensic Sci 1986; 31(2): 418-25.
10. Kubo S. Changes in the specificity of blood groups induced by enzymes from soil fungi. J Forensic Sci 1989; 34(1): 96-104.

นิพนธ์ต้นฉบับ

ดัชนีมวลกายมาตรฐานสำหรับเด็กในโรงเรียนเอกชน จังหวัดเชียงใหม่: การศึกษาย้อนหลัง

กิ่งกาญจน์ วงศ์แปง* นิศารัตน์ แซ่เหล่ง* และ สายนทิ ปรารณนาผล*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ไทล์ของค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานและหาความชุกของภาวะน้ำหนักตัวเกินและอ้วนในเด็กอายุ 3-12 ปี

วิธีการ: การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบ cross-sectional study ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4,584 คน ซึ่งเป็นเด็กนักเรียนอายุ 3-12 ปีจาก 22 โรงเรียนเอกชน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ในระหว่างปีการศึกษา 2548-2549 โดยรวบรวมข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงของเด็กที่ได้รับจากโรงเรียนแล้วทำการเลือกแบบสุ่ม นำน้ำหนักตัวหน่วยเป็นกิโลกรัมมาหารด้วยส่วนสูงหน่วยเป็นเมตรยกกำลังสองเพื่อคำนวณค่าดัชนีมวลกาย จากนั้นนำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์โดยใช้โปรแกรม SPSS version 12.0 แล้วนำเสนอในรูปของตารางซึ่งจำแนกตามเพศ และหาความชุกของเด็กน้ำหนักตัวเกินและอ้วนโดยอ้างอิงกับค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 และ 95 ของ the International Obesity Task Force (IOTF)

ผลการศึกษา: ค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 และ 95 ของการศึกษานี้มีค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์ของ IOTF ในช่วงอายุ 3-6 ปีแต่หลังจากอายุ 6 ปีขึ้นไป ค่าดังกล่าวมีค่ามากกว่าเกณฑ์ของ IOTF โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กชาย ดังนั้นการอ้างอิงเกณฑ์ของ IOTF เพื่อหาเด็กน้ำหนักตัวเกินและอ้วน จึงส่งผลให้พบความชุกของเด็กน้ำหนักตัวเกินและอ้วนในระดับที่สูงโดยพบว่าหลังอายุ 6 ปีมีเด็กชายและเด็กหญิงน้ำหนักตัวเกินอยู่ในช่วง 17-22% และ 12-20% ตามลำดับ พบเด็กชายและเด็กหญิงอ้วนอยู่ในช่วง 15-22% และ 4-9% ตามลำดับ

สรุป: การศึกษานี้ได้เปอร์เซ็นต์ไทล์ของค่าดัชนีมวลกายสำหรับเด็กนักเรียนในโรงเรียนเอกชนช่วงอายุ 3-12 ปี และพบว่าความชุกของเด็กน้ำหนักตัวเกินและอ้วนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังอายุ 6 ปีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กชาย ดังนั้นการหามาตรการในการจัดการและป้องกันปัญหาดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็น วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 29-37.

คำรหัส: น้ำหนักตัวเกิน อ้วน โรงเรียนเอกชน ค่าดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไทล์

* ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract: Reference Body Mass Index for Children aged 3-12 yrs in Private schools: Retrospective study

Kingkarn Wongpang*, Nisarath Zaeleng* and Sainatee Pratanaphon*

Objective: To establish percentiles for body mass index (BMI) and to determine the prevalence of overweight and obesity in children 3 to 12 years of age.

Methods: This study was a cross-sectional study. A representative sample of 4,584 healthy children 3-12 years of age from 22 private schools, Amphur Muang, Chiang Mai. They were randomly selected during the 2005-2006 school year. Body weight and height were collected from each school. BMI was calculated as the weight (kilogram) divided by the square of the height (meter). BMI percentile values are calculated using SPSS version 12.0 and presented in sex-specific tables. The prevalence of overweight and obesity in children were specified according to the 85th and 95th percentile from the International Obesity Task Force (IOTF).

Results: The 85th and 95th BMI percentile values in children ages 3 to 6 years are similar to those of IOTF-based, whereas after the age of 6, those values are far higher, especially in boys. Thus, the lower IOTF percentile values produced high prevalences in overweight and obesity. After the age of 6, overweight prevalences varied from 17% to 22% in boys and from 12% to 20% in girls, with obesity prevalences from 15% to 22% in boys and from 4% to 9% in girls.

Conclusion: BMI percentile values are established for children aged 3-12 years in private schools. These escalating rates of excess weight after the age of 6 in both sexes, especially in boys are found. Therefore, the prevention, as well as management and policies are needed. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2006; 39: 29-37.

Keywords: overweight, obesity, private school, BMI, percentiles

บทนำ

ความชุกของภาวะน้ำหนักตัวเกินและอ้วนในเด็กกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไปทั่วโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพตามมามากมายเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่^{1,2} มีรายงานว่าเด็กที่อ้วนตั้งแต่อายุ 6 ปีมีโอกาสเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่อ้วนมากกว่าร้อยละ 50³ และผู้ที่อ้วนตั้งแต่วัยรุ่นจะมีโอกาสเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่อ้วนได้ถึงร้อยละ

70⁴ ดังนั้นการป้องกันตั้งแต่อายุน้อย จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเด็กอ้วนนั้นจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของขนาดและจำนวนเซลล์ไขมันและมีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการพัฒนาไปเป็นผู้ใหญ่ที่อ้วนซึ่งจะยากต่อการจัดการมากกว่าความอ้วนที่เกิดขึ้นภายหลังจากโตเป็นผู้ใหญ่แล้ว⁵

สำหรับในประเทศไทยก็เช่นกันความชุกของ

* Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, 50200 Thailand.

โรคอ้วนพบได้ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลไปจนถึงวัยรุ่น พบมากในเมืองใหญ่หรือเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจดีกว่าในชนบทหรือเมืองเล็ก ๆ และมีหลายปัจจัยที่เอื้อต่อการเกิดโรคอ้วน เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม ซึ่งส่งผลให้วิถีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปทั้งการดำรงชีวิตและการบริโภค⁶ โดยความชุกนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา เช่น ความชุกของเด็กอ้วนช่วงอายุ 6-12 ปี ในเขตเทศบาลเมืองหาดใหญ่เพิ่มขึ้นจาก 12.2% จากปี 2534 เป็น 15.6% ในปี 2536⁶ ในปี 2544 ความชุกของภาวะอ้วนในเด็กชั้นอนุบาลที่ 2-3 เขตอำเภอเมืองและนอกเมือง จังหวัดสระบุรี มีค่าเท่ากับ 22.7% และ 7.4% ตามลำดับ⁷ ในปี 2546 ความชุกของเด็กอ้วนอายุ 7-9 ปี ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น มีค่าเท่ากับ 10.8% โดยพบว่าโรงเรียนเอกชนมีความชุกมากกว่าโรงเรียนรัฐบาล⁸ และในปี 2548 พบว่าในเขตกรุงเทพมหานคร เด็กนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความชุกของภาวะน้ำหนักตัวเกินเท่ากับ 13.6% และ 9.9% ตามลำดับ มีความชุกของภาวะอ้วนเท่ากับ 26.8% และ 13.5% ตามลำดับ เมื่อติดตามจนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าความชุกของภาวะน้ำหนักตัวเกินในเด็กนักเรียนชายและหญิงเพิ่มขึ้นเป็น 14.0% และ 10.5% ตามลำดับ ในขณะที่ความชุกของโรคอ้วนมีค่าลดลงเป็น 15.0% และ 10.8% ตามลำดับ⁹ อย่างไรก็ตามในการศึกษาดังกล่าว ยังมีความหลากหลายในเรื่องของวิธีการในการประเมินโรคอ้วนในเด็กและเกณฑ์ที่ใช้ในการอ้างอิง ตลอดจนการนำผลไปใช้ในการเทียบเคียงกับการศึกษาของประเทศอื่น

ค่าดัชนีมวลกายซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ยอมรับใช้อย่างแพร่หลายในการคัดกรองและจำแนกภาวะน้ำหนักตัวเกินและอ้วนในเด็กทั้งในเชิงระบาดวิทยาและในทางคลินิก¹⁰⁻¹² เนื่องจากทำได้ง่าย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย สามารถบ่งบอกถึงภาวะโภชนาการและสุขภาพได้เป็นอย่างดี¹³ โดยคำนวณค่าจากน้ำหนักตัวและส่วนสูงของเด็กที่วัดได้ ซึ่งตามปกติโรงเรียนต่างๆ ได้ดำเนินการวัดเป็นประจำในแต่ละภาคการศึกษาอยู่แล้ว สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการอ้างอิงนั้น WHO ได้มีการแนะนำให้ใช้เกณฑ์ของ the International Obesity Task Force (IOTF) สำหรับประเทศที่ยังไม่มีค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานของ

ประชากร¹⁴ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานและหาความชุกของภาวะน้ำหนักตัวเกินและอ้วนในเด็กอายุ 3-12 ปี ซึ่งศึกษาในโรงเรียนเอกชน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยอ้างอิงกับเกณฑ์ของ IOTF

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนเพศชายและหญิงอายุ 3-12 ปี จากโรงเรียนเอกชน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

วัสดุและวิธีการ

1. ส่งหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงของเด็กนักเรียนอายุ 3-12 ปีจากโรงเรียนเอกชนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนทั้งสิ้น 44 โรงเรียน
2. นำข้อมูลที่ได้รับกลับคืน มาหากลุ่มตัวอย่างโดยสุ่มเลือกเฉพาะนักเรียนเลขที่ของแต่ละโรงเรียนในแต่ละช่วงอายุ จากนั้นนำนักเรียนที่ได้จากแต่ละโรงเรียนมารวมกันในแต่ละช่วงอายุ
3. หาค่าดัชนีมวลกายของนักเรียนแต่ละคนโดยคำนวณจากน้ำหนักตัว หน่วยเป็นกิโลกรัมหารด้วยส่วนสูง หน่วยเป็นเมตรยกกำลังสอง
4. นำค่าดัชนีมวลกายในแต่ละช่วงอายุเข้าโปรแกรม SPSS version 12.0 เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5, 10, 25, 50, 75, 85 และ 95
5. ใช้ค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 85 ($\geq 85TH$) ในการจำแนกเด็กที่มีน้ำหนักตัวเกินและค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 95 ($\geq 95TH$) ในการจำแนกเด็กอ้วน
6. เปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 85 และ 95 ของการศึกษานี้กับเกณฑ์อ้างอิงของ IOTF¹¹
7. หาความชุกของเด็กน้ำหนักตัวเกินและอ้วนในรูปร้อยละโดยอ้างอิงกับเกณฑ์ของ IOTF

ข้อจำกัดของการศึกษา

น้ำหนักตัวและส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างได้มาจาก

การดำเนินการของฝ่ายการพยาบาลในแต่ละโรงเรียน จึงมีความแตกต่างในเรื่องของตัวผู้วัด เครื่องชั่งน้ำหนัก และเครื่องวัดส่วนสูง จึงอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าทุกโรงเรียนใช้เครื่องมือในลักษณะเดียวกันคือเป็นเครื่องชั่งน้ำหนักชนิด analog scales และเครื่องวัดส่วนสูงชนิด wooden stadiometer

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้รับข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงกลับมา 22 โรงเรียน มีข้อมูลจากนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 9,138 คน

เมื่อทำการเลือกแบบสุ่มแล้ว ได้กลุ่มตัวอย่าง 4,584 คน คิดเป็นร้อยละ 50.1 แบ่งเป็นเพศชาย 1,629 คนและเพศหญิง 2,955 คน ข้อมูลจากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเด็กชายเกือบทุกช่วงอายุน้ำหนักตัวส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายมากกว่าเด็กหญิง

2. เปอร์เซนต์ไทล์ของค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานของเด็กอายุ 3-12 ปี จากโรงเรียนเอกชน อ.เมือง จ.เชียงใหม่

ตารางที่ 2 และ 3 แสดงเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 5, 10, 25, 50, 75, 85 และ 95 ของค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานของเด็กชายและเด็กหญิง อายุ 3-12 ปี จากโรงเรียนเอกชน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป	อายุ (ปี)									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เด็กชาย										
- จำนวน	225	285	229	130	165	139	136	134	125	61
- น้ำหนักตัว (กก.)	16.4 (3.4)	18.3 (4.3)	21.4 (5.0)	22.1 (4.9)	27.6 (8.4)	28.9 (7.7)	35.3 (11.8)	37.2 10.0	40.5 (12.3)	46.9 (14.8)
- ส่วนสูง (ซม.)	100.3 (5.1)	106.0 (5.6)	113.7 (5.6)	117.7 (4.9)	123.6 (6.2)	127.1 (6.2)	133.7 (7.2)	138.6 (6.9)	142.5 (7.8)	151.1 8.8
- BMI (กก./ตร.ม.)	16.3 (2.8)	16.1 (3.0)	16.4 (2.7)	15.8 (2.7)	17.8 3.9	17.7 (3.7)	19.4 (5.1)	19.2 (4.2)	19.7 (4.5)	20.3 (5.1)
เด็กหญิง										
- จำนวน	229	318	336	265	364	342	310	352	311	98
- น้ำหนักตัว (กก.)	15.6 (2.9)	17.9 (3.4)	19.7 (4.2)	21.7 (4.7)	25.1 (5.9)	29.0 (7.2)	31.6 (8.4)	37.4 (10.0)	42.3 (10.9)	43.0 (10.7)
- ส่วนสูง (ซม.)	99.2 (5.3)	106.1 (5.7)	112.6 (5.6)	118.6 (5.4)	123.9 (5.9)	130.5 (6.7)	135.9 (7.2)	141.9 (7.5)	149.4 (7.1)	150.5 (7.3)
- BMI (กก./ตร.ม.)	15.8 (2.0)	15.8 (2.2)	15.5 (2.4)	15.4 (2.4)	16.2 (2.9)	16.9 (3.4)	17.0 (3.5)	18.4 (3.9)	18.8 (3.9)	18.8 (3.6)

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ไทล์ของค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานในเด็กเพศชายอายุ 3-12 ปี

เปอร์เซ็นต์ ไทล์	อายุ (ปี)									
	3 (n=225)	4 (n=285)	5 (n=229)	6 (n=130)	7 (n=165)	8 (n=139)	9 (n=136)	10 (n=134)	11 (n=125)	12 (n=61)
5 TH	12.99	13.13	13.19	12.71	12.96	13.65	13.52	13.98	14.30	14.78
10TH	13.68	13.65	13.61	13.16	13.56	14.08	14.77	14.70	14.77	15.56
25 TH	14.66	14.42	14.57	13.87	15.03	15.28	16.15	15.97	16.06	16.65
50 TH	15.72	15.42	15.71	15.00	16.53	16.64	18.09	18.44	18.12	18.37
75 TH	17.32	16.92	17.54	17.09	19.84	19.49	21.73	21.43	22.74	22.88
85 TH	18.39	17.80	18.64	18.41	22.09	21.95	24.37	23.95	25.68	25.82
95 TH	21.11	21.73	21.85	21.76	25.91	25.39	28.99	27.09	28.05	33.32

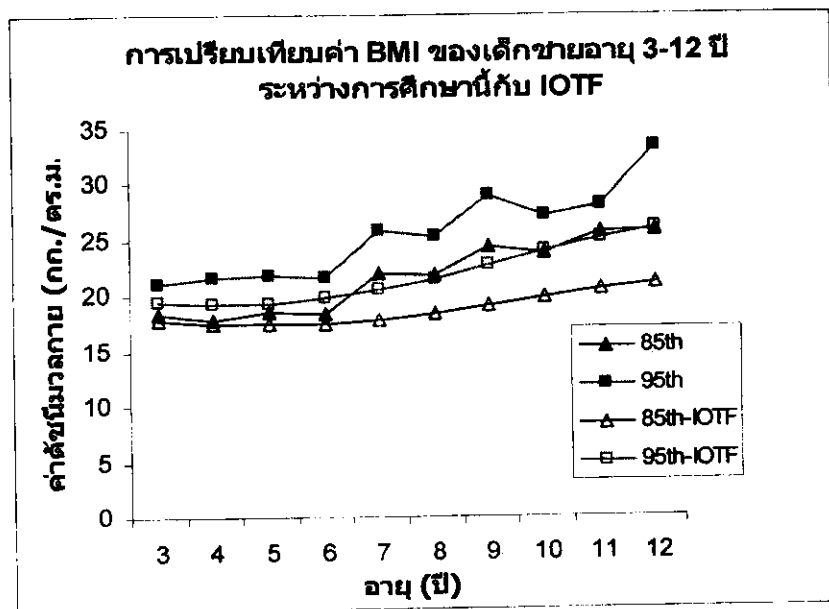
ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ไทล์ของค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานในเด็กเพศหญิงอายุ 3-12 ปี

เปอร์เซ็นต์ ไทล์	อายุ (ปี)									
	3 (n=229)	4 (n=318)	5 (n=366)	6 (n=265)	7 (n=364)	8 (n=342)	9 (n=310)	10 (n=352)	11 (n=311)	12 (n=98)
5 TH	13.10	13.09	12.53	12.54	12.94	13.20	12.76	13.82	14.17	14.88
10TH	13.72	13.61	12.96	12.72	13.44	13.61	13.20	14.27	14.68	15.39
25 TH	14.58	14.42	13.73	13.77	14.12	14.54	14.29	15.24	16.02	16.45
50 TH	15.38	15.37	14.88	14.83	15.35	15.95	16.13	17.59	17.98	18.08
75 TH	16.66	17.11	16.81	16.38	17.61	18.68	18.92	20.70	20.44	20.00
85 TH	17.50	17.84	17.86	17.47	19.06	20.28	20.93	22.51	22.89	21.90
95 TH	19.97	19.96	20.08	20.59	22.76	23.53	24.69	25.99	26.56	26.43

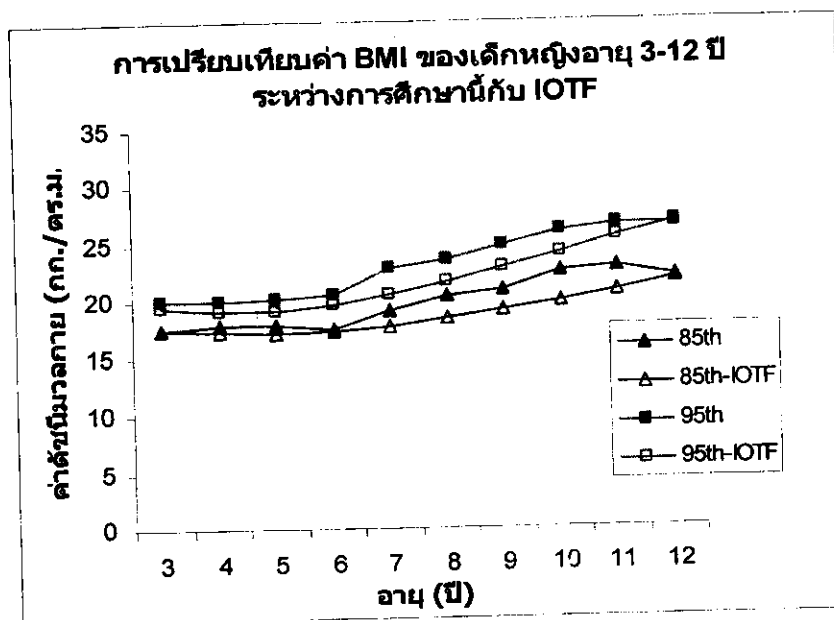
3. การเปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 85 และ 95 ระหว่างการศึกษานี้กับเกณฑ์ของ IOTF

พบว่าค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 และ 95 ในช่วงอายุ 3-6 ปีของเด็กชายมีค่าใกล้เคียงกันกับเกณฑ์ของ IOTF จากนั้นค่าดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และมีค่า

มากกว่าเกณฑ์ของ IOTF ในลักษณะคู่ขนานกันอย่างไม่เห็นได้ชัด (รูปที่ 1) ส่วนเด็กหญิงนั้นพบว่าการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันกับเด็กชายแต่มีค่าดัชนีมวลกายแตกต่างจากเกณฑ์ของ IOTF น้อยกว่าเพศชาย (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 และ 95 ของเด็กชายอายุ 3-12 ปี ระหว่างการศึกษานี้กับเกณฑ์ของ IOTF



รูปที่ 2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกายมาตรฐานเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 และ 95 ของเด็กหญิงอายุ 3-12 ปี ระหว่างการศึกษานี้กับเกณฑ์ของ IOTF

4. ความซุกของเด็คน้ำหนักตัวเกินและอ้วนโดยใช้เกณฑ์อ้างอิงของ IOTF

พบว่าเด็กทั้งสองเพศมีร้อยละของเด็คน้ำหนักตัวเกินมากกว่าร้อยละของเด็กอ้วน และเด็กชายมีร้อยละของน้ำหนักตัวเกินและอ้วนมากกว่าเด็กหญิง โดยเด็กชาย

มีร้อยละของน้ำหนักตัวเกินมากกว่าเด็กหญิงตั้งแต่อายุ 6 ปีขึ้นไปจนถึง 12 ปี มีเพียงช่วงอายุ 3-5 ปีเท่านั้นที่มีค่าใกล้เคียงกัน และยิ่งพบว่าเด็กชายมีร้อยละของเด็กอ้วนมากกว่าเด็กหญิงในทุกช่วงอายุ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงร้อยละของเด็กชายและเด็กหญิงที่มีน้ำหนักตัวเกินและอ้วนโดยอ้างอิงจากเกณฑ์ของ IOTF

อายุ (ปี)	ร้อยละของเด็กชาย		ร้อยละของเด็กหญิง	
	น้ำหนักตัวเกิน	อ้วน	น้ำหนักตัวเกิน	อ้วน
3	8.00	9.78	8.30	6.11
4	6.32	11.23	11.95	7.86
5	13.10	12.66	13.11	8.20
6	10.00	10.77	9.06	6.42
7	16.97	22.42	14.01	9.34
8	15.83	15.83	19.30	9.06
9	19.85	22.06	14.84	7.74
10	22.39	14.93	19.89	9.09
11	20.80	15.20	17.68	6.75
12	16.39	14.75	12.24	4.08

วิจารณ์ผล

จากข้อมูลโดยทั่วไปพบว่าเด็กชายมีน้ำหนักตัวส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายมากกว่าเด็กหญิงในเกือบทุกช่วงอายุ เมื่อนำมาจำแนกเปอร์เซ็นต์ไทล์ของค่าดัชนีมวลกาย พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 และ 95 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่นิยมใช้ในการจำแนกภาวะน้ำหนักตัวเกินและอ้วนของเด็กชายและเด็กหญิงมีค่าใกล้เคียงกันในช่วงอายุ 3-6 ปี แต่หลังจากอายุ 6 ปีเป็นต้นไป ซึ่งเป็นอายุที่เข้าสู่วัยเรียนชั้นประถมศึกษา ค่าดัชนีมวลกายของเด็กชายจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและมีค่ามากกว่าเด็กหญิง จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งว่าปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของน้ำหนักและส่วนสูงของประชากรในประเทศที่พัฒนานั้นมีความแตกต่างกันกับค่าของประเทศที่กำลังพัฒนา

เนื่องจากความแตกต่างกันในเรื่องพันธุกรรมและเชื้อชาติ¹⁵ และยังไม่มียาคำดัชนีมวลกายมาตรฐานสำหรับเด็กไทย ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกที่จะใช้ค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 85 และ 95 ของ IOTF มาเป็นเกณฑ์อ้างอิงในการหาความซุกของภาวะน้ำหนักตัวเกินและอ้วนในเด็ก เนื่องจาก Cole และคณะ¹¹ ทำการรวบรวมข้อมูล BMI จากเด็กจำนวน 6 ประเทศจากทวีปต่างๆ คือ ประเทศบราซิล อังกฤษ สิงคโปร์ ฮองกง เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา ในช่วงอายุ 2-18 ปี และสามารถที่จะนำความซุกที่ได้ไปเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ ที่ใช้เกณฑ์เดียวกันได้¹⁶

เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 85 และ 95 ของการศึกษานี้กับเกณฑ์ของ IOTF พบว่าช่วงอายุ 3-6 ปีซึ่งอยู่ในวัยอนุบาล ค่าดัชนีมวลกายของเด็กทั้งสองเพศมีค่าใกล้เคียงกันกับเกณฑ์ของ IOTF

แต่หลังอายุ 6 ปีเป็นต้นไปมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ของ IOTF ทั้งสองเพศโดยเด็กชายมีความแตกต่างของค่าดัชนีมวลกาย เปอร์เซนไทล์ที่ 85 และ 95 เมื่อเปรียบเทียบกับ เกณฑ์ของ IOTF มากกว่าเด็กหญิงอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 1 และ 2) และจากการที่ใช้เกณฑ์ของ IOTF ในการหาความชุกของภาวะน้ำหนักตัวเกินและอ้วน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ของการศึกษานี้ จึงส่งผลให้พบความชุกของเด็กน้ำหนักตัวเกินและอ้วน ช่วงอายุตั้งแต่ 7 ปี ขึ้นไปค่อนข้างสูงทั้งในเด็กชายและเด็กหญิง (น้ำหนักตัวเกินและอ้วน 17-22% และ 15-22% ในเด็กชายและ 12- 20% และ 4-9 % ในเด็กหญิง) โดยเด็กทั้งสองเพศ มีร้อยละของเด็กน้ำหนักตัวเกินมากกว่าร้อยละของเด็กอ้วน และเด็กชายมีร้อยละของน้ำหนักตัวเกินและอ้วนมากกว่า เด็กหญิง ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา^{8,9}

เมื่อเปรียบเทียบความชุกของเด็กอ้วนในช่วงอายุ เดียวกันกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความชุกของเด็กอ้วน จากการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาที่ผ่านมาใน ประเทศไทย⁸⁻⁹ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่าง ในเรื่องของช่วงอายุของประชากรที่ทำการศึกษา ประเภท ของโรงเรียนและระยะเวลาที่ทำการศึกษา เกณฑ์ที่ แต่ละการศึกษาใช้ในการจำแนกเด็กอ้วน รวมทั้งสภาพ เศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด และ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศไชปรัส¹⁶ และประเทศ เม็กซิโก¹⁷ ซึ่งเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาเช่นกันกับ ประเทศไทย พบว่าในช่วงอายุเดียวกัน (6-12 ปีและ 10-12 ปี ตามลำดับ) การศึกษานี้มีค่า BMI เปอร์เซนไทล์ที่ 85 และ 95 ของเด็กเพศชายสูงกว่าเด็กไชปรัส (85th 18.17-23.61 กิโลกรัมต่อตารางเมตร; 95th 21.29-26.35 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) และเด็กเม็กซิโก (85th 22.6-23.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร; 95th 26.2-27.8 กิโลกรัม ต่อตารางเมตร) ส่วนเด็กหญิงมีค่าใกล้เคียงกัน กับเด็กไชปรัส (85th 19.15-23.07 กิโลกรัมต่อ ตารางเมตร; 95th 22.16-26.06 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) แต่มีค่าน้อยกว่าเด็กเม็กซิโก (85th 22.2-24.1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร; 95th 25.2-28.0 กิโลกรัมต่อ ตารางเมตร) แต่หากเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วพบว่าการศึกษานี้มีความชุกของเด็กน้ำหนักตัวเกินใกล้เคียงกัน กับเด็กในประเทศสหรัฐอเมริกา (2-5 ปี 10.4%; 6-11 ปี

15.3%)¹⁸ มีร้อยละของเด็กอ้วนใกล้เคียงกันกับเด็ก ในประเทศอังกฤษ แต่มีร้อยละของเด็กภาวะน้ำหนักตัว เกินน้อยกว่า (3-4 ปี น้ำหนักตัวเกินและอ้วน 23.6% และ 9.2% ตามลำดับ)¹⁹ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศญี่ปุ่น ซึ่งอยู่ในแถบเอเชียเหมือนกันพบว่าเด็กญี่ปุ่นเพศชายมี ความชุกของเด็กอ้วนน้อยกว่าการศึกษานี้ แต่มีความชุก มากกว่าในเด็กหญิง (อายุ 6-14 ปี เด็กชาย 11.1% เด็กหญิง 10.2%)²⁰ ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาต่อไป เพื่อหาสาเหตุของความชุกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะ อย่างยิ่งในเด็กชายและหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไข ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Gunnell DJ, Frankel SJ, Nanchahal K, Peters TJ, Smith GD. Childhood obesity and adult cardiovascular mortality: a 57-y follow-up study based on the Boyd Orr cohort. *Am J Clin Nutr* 1998; 67: 1111-8.
2. Dietz WH. Childhood weight affects adult morbidity and mortality. *J Nutr* 1998; 128: 411S-4.
3. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997; 337: 869-73.
4. Epstein LH, Wing RR, Valoski A. Childhood obesity. *Pediatr Clin North Am* 1985; 32: 363-79.
5. Brooks GA, Fahey TD, White TP, (eds). Obesity, body composition, and exercise. In: *Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications*. 2nd ed. London: Mayfield; 1996. p. 512-35.
6. Mo-Suwan L, Junjana C, Puetpaiboon A. Increasing obesity in school children in a transitional society and the effect of the weight control program. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 1993;24(3): 590-4.

7. Sakamoto N, Wansorn S, Tontisirin K, Marui E. A social epidemiologic study of obesity among preschool children in Thailand. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25: 389-94.
8. Langendijk G, Wellings S, Van WM, Thompson SJ, McComb J, Chusilp K. The prevalence of childhood obesity in primary school children in urban Khon Kaen, northeast Thailand. *Asia Pac J Clin Nutr* 2003;12: 66-72.
9. Jirapinyo P, Densupsoontorn N, Kongtragool-pitak S, Wong-arn R, Thamonsiri N. Increasing risks of becoming obese after 6 years in primary school: comparing the relative risks among some schools in Bangkok, Saraburi and Sakonnakorn. *J Med Assoc Thai* 2005; 88(6): 829-32.
10. Barlow SE, Dietz WH. Obesity evaluation and treatment: expert committee recommendations. *Pediatrics* 1998; 102: E 29.
11. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1240-3.
12. Dietz WH, Bellizzi MC. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. *Am J Clin Nutr* 1999; 70(suppl): 123S-5.
13. de Onis M, Habicht J-P. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 650-8.
14. World Health Organization. Obesity. Preventing and managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1998.
15. Deurenberg P, Yap M, van Staveren WA. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998; 22: 1164-71.
16. Savvas SC, Kourides Y, Tornaritis M, Epiphaniou-Savva M, Tafouna P, Kafatos A. Reference growth curves for Cypriot children 6 to 17 years of age. *Obes Res* 2001; 9: 754-62.
17. del Rio-Navarro BE et al. The high prevalence of overweight and obesity on Mexican children. *Obes Res* 2004; 12: 215-23.
18. National Center for Health Statistics. Prevalence of overweight among children and adolescents: United States, 1999-2000. <http://www.cdc.gov/nchs/products/pubs/pubd/hestats/overwght99.htm> (accessed February 10, 2002).
19. Bundred P, Kitchiner D, Buchan I. Prevalence of overweight and obese children between 1989 and 1998; population based series of cross-sectional studies. *BMJ* 2001; 322: 326-8.
20. Matsushita Y, Yoshiike N, Kaneda F, Yoshita K, Takimoto H. Trends in childhood obesity in Japan over the last 25 years from the National Nutrition Survey. *Obes Res* 2004; 12: 205-14.

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลการดูดซับสารเภสัชรังสีในกระบอกฉีดยาชนิดใช้แล้วทิ้ง ต่อปริมาณสารรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ

สมสกุล ธรรมวิจิตร*

บทคัดย่อ

การฉีดสารเภสัชรังสีให้ผู้ป่วยในการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์นั้น พบว่าความแรงรังสีที่ผู้ป่วยได้รับน้อยกว่าความแรงที่ต้องการ เหตุผลหนึ่งคือมีสารเภสัชรังสีบางส่วนถูกดูดซับในกระบอกฉีดยา ทำให้ปริมาณสารที่เข้าสู่ร่างกายผู้ป่วยนั้นต่ำกว่าที่กำหนด การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณการดูดซับสารเภสัชรังสีในกระบอกฉีดยาชนิดใช้แล้วทิ้งโดยเก็บข้อมูลจากการใช้สารเภสัชรังสี 3 ประเภทคือ 1) สารชนิดที่ละลายในน้ำได้ (hydrophilic) 2) สารชนิดที่ละลายในไขมันได้ (lipophilic) 3) สารชนิดที่เป็นตะกอนหรือแขวนลอย เปรียบเทียบกับ TcO_4^- รวมทั้งศึกษาผลของระยะเวลาและผลของการเขย่าสารเภสัชรังสีก่อนฉีดให้ผู้ป่วย ผลการศึกษาพบว่าปริมาณดูดซับสารละลายชนิด hydrophilic มีค่า 2.43-3.54% ชนิด lipophilic มีค่า 7.62-8.40% สารที่เป็นตะกอนหรือแขวนลอย- ^{99m}Tc -MAA มีปริมาณการดูดซับมากที่สุดคือ 57.13% ซึ่งปริมาณการดูดซับของ MAA ขึ้นกับระยะเวลาที่สารอยู่ในกระบอกฉีดยา และพบว่าการเขย่ากระบอกฉีดยาก่อนฉีดให้ผู้ป่วยสามารถลดปริมาณการดูดซับได้ถึง 54% จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าก่อนฉีด ^{99m}Tc -MAA ให้ผู้ป่วยควรเขย่ากระบอกฉีดยาทุกครั้ง และไม่ควรทิ้งสารเภสัชรังสีไว้ในกระบอกฉีดยานานเกินไป เพื่อให้ความแรงรังสีที่ผู้ป่วยได้รับใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดส่งผลให้ได้ภาพทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่มีคุณภาพ สำหรับสารเภสัชรังสีที่เป็นสารละลาย hydrophilic นั้นการดูดซับน้อยจึงไม่จำเป็นต้องระวังเป็นพิเศษ วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 38-43.

*ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

Abstract : Adsorption of radiopharmaceutical onto the disposable syringes influence on activity administered to the patients.**Somsakul Thumvijit***

Patients administrated with radiopharmaceutical are frequently found to receive a lower activity level of the injected radiopharmaceuticals than intended; one of the reasons is due to the adsorption of the radiopharmaceutical onto the syringe used during administration. The purpose of this study was to determine the adsorption levels of radiopharmaceutical onto the disposable plastic syringes used during injection. Our measurements were performed in 3 different kinds of radiopharmaceutical 1) hydrophilic solution 2) lipophilic solution 3) suspension radiopharmaceuticals and TcO_4^- was used as a control. This study also assessed the impact of the time that the radiopharmaceutical was stored in the syringe and the shaking of MAA mixture prior the injection on the syringe adsorption levels. The results showed that the residual activities in the syringe used for administration of hydrophilic solution were 2.43-3.54% and lipophilic solution were 7.62-8.40%, respectively. The radiopharmaceutical possesses the highest adsorptive onto syringe in a storage time dependent manner was $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA (57.13). The results also demonstrated that gentle shaking of the syringe prior injection resulted in 54% reduction of the adsorptivity. These findings indicate that pre-dispensed MAA injections should be gently agitated and should be stored in syringe as little time as possible before the injection in order to deliver the desired dose to patients, which will consequently result in a good quality of images for nuclear medicine. However, no special precaution is required for the injection of hydrophilic solution due to the fact it possesses very little adsorptivity onto the syringe. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2006; 39: 38-43.

*Department of Radiologic Technology, Faculty of Associated Medical Sciences Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

บทนำ

การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์เป็นการตรวจโดยใช้สารกัมมันตรังสีในรูปของสารเภสัชรังสี โดยการรับประทานหรือฉีดเข้าทางเส้นเลือด เพื่อให้สารไปสะสมในอวัยวะที่ต้องการ ทำให้สามารถสร้างภาพและนำไปวินิจฉัยโรคได้ ในการฉีดสารเภสัชรังสีบางชนิดให้ผู้ป่วยพบว่าความแรงรังสี (activity) ที่ผู้ป่วยได้รับน้อยกว่าที่เตรียม เพราะสารเภสัชรังสีบางส่วนถูกดูดซับ

ในกระบอกฉีดยา มีรายงานการดูดซับของอนุภาคที่เป็น nanocolloid¹ สารที่ละลายในไขมัน (lipophilic) ได้แก่ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -furifosmin ซึ่งใช้ตรวจกล้ามเนื้อหัวใจ² พบการดูดซับในกระบอกฉีดยาและในขวดยา (glass vials) มากถึง 50%³ Jansson และคณะ⁴ พบว่า มีการดูดซับสารที่ใช้ตรวจได้ คือ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA และ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG₃ ในกระบอกฉีดยา 3 ยี่ห้อ ประมาณ 2-15% ที่เวลา 15 และ 60 นาที ผลจากการดูดซับสารเภสัชรังสีใน

กระบอกฉีดยานี้ ทำให้ปริมาณสารที่เข้าสู่ร่างกายผู้ป่วยและไปยังอวัยวะที่ต้องการตรวจต่ำกว่าที่กำหนด ส่งผลให้ได้ภาพที่มีคุณภาพลดลง

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาปริมาณการดูดซับสารเภสัชรังสีในกระบอกฉีดยาที่ฉีดให้ผู้ป่วย จากการปฏิบัติงานจริงของเจ้าหน้าที่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประเมินความคลาดเคลื่อนของความแรงรังสีของสารเภสัชรังสีที่ฉีดให้ผู้ป่วยต่อไป

วัตถุประสงค์

ศึกษาปริมาณดูดซับสารเภสัชรังสีในกระบอกฉีดยารวมทั้งผลของระยะเวลาที่สารอยู่ในกระบอกฉีดยาและการเขย่ากระบอกฉีดยาก่อนฉีดให้ผู้ป่วย ในการปฏิบัติงานจริงของเจ้าหน้าที่ในหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ 2 หน่วย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. สารเภสัชรังสีที่ใช้ในการศึกษามี 3 ประเภท

1.1 สารที่มีคุณสมบัติละลายในน้ำ

^{99m}Tc -Methylene diphosphonate (MDP) จำนวน 41 ตัวอย่าง

^{99m}Tc -Diethylene-triamine-pentaacetic acid (DTPA) จำนวน 14 ตัวอย่าง

^{99m}Tc -Mercaptolacetyl triglycine (MAG_3) จำนวน 15 ตัวอย่าง

1.2 สารที่มีคุณสมบัติละลายในไขมัน

^{99m}Tc -2-methoxyisobutyl-isonitrile, sestamibi (MIBI) จำนวน 14 ตัวอย่าง

^{99m}Tc -Di-isopropyl iminodiacetic acid (DISIDA) จำนวน 12 ตัวอย่าง

1.3 สารที่มีคุณสมบัติเป็นสารแขวนลอย

^{99m}Tc -Macroaggregate albumin (MAA) จำนวน 25 ตัวอย่าง

Control

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ (Technetium pertechnetate) จำนวน 20 ตัวอย่าง

2. กระบอกฉีดยาพลาสติกชนิดใช้แล้วทิ้ง ยี่ห้อ Terumo

3. เครื่องสอบเทียบโดส (Dose calibrator) ยี่ห้อ ATOM LAB รุ่น 100 plus

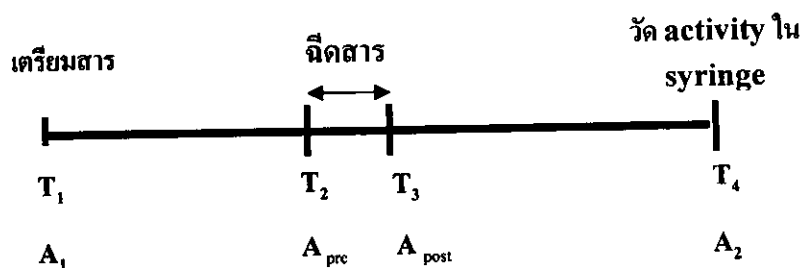
วิธีการศึกษา

1. การศึกษาปริมาณดูดซับสารเภสัชรังสีในกระบอกฉีดยา มีขั้นตอนดังนี้

1) วัด activity ของสารเภสัชรังสีที่เตรียม (A_1) โดยใช้ Dose calibrator พร้อมบันทึกเวลา (T_1)

2) ฉีดสารเภสัชรังสีให้ผู้ป่วย บันทึกเวลา ก่อนฉีด (T_2) และหลังฉีด (T_3)

3) นำกระบอกฉีดยาไปวัด activity (A_2) บันทึกเวลาวัด activity (T_4) ดังรูปที่ 1



โดยที่ T = เวลา A = ความแรงรังสี (Activity)

รูปที่ 1 แสดง activity ของสารเภสัชรังสี ณ เวลาต่างๆ

4) คำนวณเปอร์เซ็นต์การดูดซับสารเภสัชรังสีในกระบอกฉีดยาตามขั้นตอนดังนี้

หาความแรงรังสีขณะฉีดให้ผู้ป่วย (A_{pre})

$$A_{pre} = A_1 e^{-\lambda(T_2 - T_1)}$$

หาความแรงที่ดูดซับอยู่ในกระบอกฉีดยาหลังฉีดให้ผู้ป่วยทันที (A_{post})

$$A_{post} = A_2 / e^{-\lambda(T_4 - T_3)}$$

หาเปอร์เซ็นต์การดูดซับสารในกระบอกฉีดยา

$$\% \text{ การดูดซับของสารเภสัชรังสี} = (A_{post} / A_{pre}) \times 100$$

5) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของ % การดูดซับของสารเภสัชรังสีชนิดต่างๆ โดยใช้สถิติ t-test กำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95%

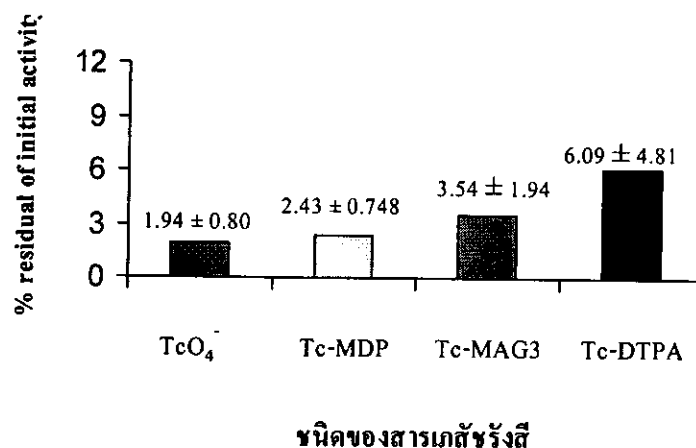
2. ทดสอบผลของระยะเวลาที่สารอยู่ในกระบอกฉีดยาต่อปริมาณการดูดซับ โดยเตรียมสารเภสัชรังสี

ความแรง 185-370 MBq หลังจากนั้นทิ้งให้สารอยู่ในกระบอกฉีดยาเป็นเวลา 10-60 นาที นำสารเภสัชรังสีไปฉีดให้ผู้ป่วย และหาเปอร์เซ็นต์การดูดซับในกระบอกฉีดยา

3. ทดสอบผลของการเขย่า ^{99m}Tc -MAA ต่อปริมาณการดูดซับในกระบอกฉีดยา โดยเตรียม ^{99m}Tc -MAA ความแรง 185 MBq หลังจากนั้นทิ้งให้สารอยู่ในกระบอกฉีดยาเป็นเวลา 60 นาที และทำการเขย่ากระบอกฉีดยา 5 และ 10 ครั้ง ก่อนฉีดให้ผู้ป่วย และหาเปอร์เซ็นต์การดูดซับในกระบอกฉีดยา

ผลการศึกษา

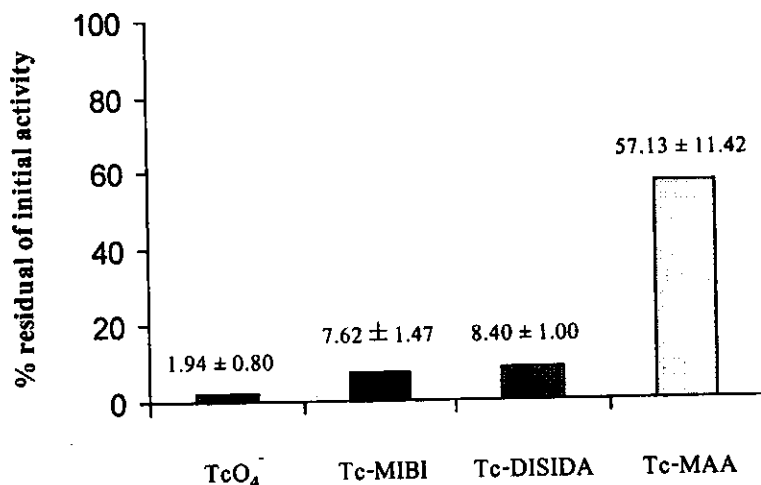
ผลการวัดปริมาณดูดซับสารเภสัชรังสีชนิด hydrophilic ในกระบอกฉีดยา เมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) พบว่าสารทุกตัวมีปริมาณการดูดซับต่ำและไม่แตกต่างจาก $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ที่เป็นตัว control



รูปที่ 2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซับในกระบอกฉีดยาของสารเภสัชรังสีที่เป็นสารละลาย hydrophilic

สารเภสัชรังสีชนิด lipophilic และแชนวอลอยมีปริมาณการดูดซับมากกว่า $^{99m}\text{TcO}_4^-$ โดย ^{99m}Tc -MAA

มีการดูดซับมากที่สุด (57.13%) และมากกว่าสารอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (รูปที่ 3)

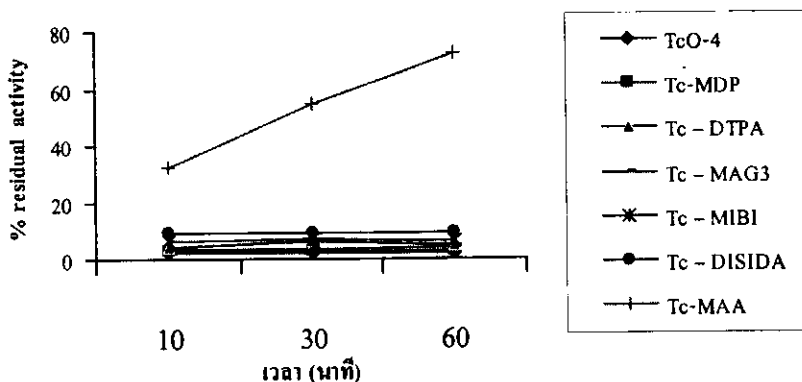


ชนิดของสารเภสัชรังสี

รูปที่ 3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซับในกระบอกฉีดยาของสารเภสัชรังสีที่เป็นสารละลาย lipophilic และสารเภสัชรังสีชนิดที่เป็นอนุภาค (^{99m}Tc-MAA)

ผลของระยะเวลาที่สารเภสัชรังสีอยู่ในกระบอกฉีดยาต่อเปอร์เซ็นต์การดูดซับของสาร พบว่ามีเพียง ^{99m}Tc-MAA มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับเพิ่มขึ้นตามเวลา

ที่อยู่ในกระบอกฉีดยา (รูปที่ 4) โดยมีค่ามากถึง 72.40 % ที่ 60 นาที และการเขย่ากระบอกฉีดยาสามารถลดปริมาณการดูดซับได้ถึง 54.47% ดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 กราฟแสดงผลของระยะเวลาที่สารเภสัชรังสีอยู่ในกระบอกฉีดยาต่อเปอร์เซ็นต์การดูดซับของสาร

ตารางที่ 1 ผลของการเขย่า ^{99m}Tc -MAA ต่อปริมาณการดูดซับในกระบอกฉีดยา

การเขย่า	% การดูดซับ	% การดูดซับที่ลดลง
0 ครั้ง	73.09 ± 3.97	-
5 ครั้ง	49.97 ± 6.14	31.63
10 ครั้ง	33.28 ± 5.73	54.47

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาปริมาณสารดูดซับในกระบอกฉีดยาพลาสติก Terumo ของสารเภสัชรังสีทั้ง 3 ชนิดเทียบกับ $^{99m}\text{TcO}_4^-$ พบว่าการดูดซับขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมีของสารประกอบที่ติดสลายกับ $^{99m}\text{TcO}_4^-$ โดยสารละลาย hydrophilic มีค่าดูดซับเท่ากับ $^{99m}\text{TcO}_4^-$ และมีค่าน้อยที่สุด สาร lipophilic มีค่าดูดซับมากกว่า $^{99m}\text{TcO}_4^-$ และมีค่า 7.62-8.40% ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Jansson และคณะ⁴ รายงานปริมาณดูดซับของ ^{99m}Tc -MIBI และ ^{99m}Tc -Tetrofosmin ที่กระบอกฉีดยา Codan Onc มีค่า 6 และ 12% ตามลำดับ

สำหรับ สารแขวนลอย ^{99m}Tc - MAA มีค่าดูดซับสูงที่สุดโดยมีค่า 57.13 % และค่าดูดซับขึ้นกับเวลาที่สารอยู่ในกระบอกฉีดยา รวมทั้งการเขย่าสารก่อนฉีด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jansson และคณะ⁴ ที่พบว่า การดูดซับของ MAA ในกระบอกฉีดยา Becton Dickinson มีค่า 52.4% และมีค่าเพิ่มขึ้นถ้าสารอยู่ในกระบอกฉีดยานานขึ้น ปริมาณดูดซับลดลง 54% ถ้าเขย่าสารก่อนฉีด

สาร MAA เป็นอนุภาคแขวนลอยขนาดใหญ่ (~1-50 μm) จึงมีพื้นที่ผิวสัมผัสและมีโอกาสติดที่ผิวกระบอกฉีดยามากกว่าสารละลาย ถ้ามีการเขย่าก่อนฉีดจะทำให้สารเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น ลดการดูดซับที่ผิวกระบอกฉีดยาได้

การศึกษานี้เก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริง ซึ่งมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานหลายคน การเขย่ากระบอกฉีดยาไม่เหมือนกัน และไม่สามารถควบคุมปริมาณสารเภสัชรังสีให้เท่ากันทำให้ผลการศึกษามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง

สรุปผลการศึกษา

ในการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ การใช้สาร

เภสัชรังสีที่เป็นสารละลายประเภท hydrophilic ไม่จำเป็นต้องระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากมีการดูดซับในกระบอกฉีดยาน้อย สำหรับสาร lipophilic มีการดูดซับมากกว่า ควรเตรียมสารเพิ่มเพื่อชดเชยส่วนที่ถูกดูดซับในกระบอกฉีดยา ส่วน ^{99m}Tc - MAA ที่มีการดูดซับมากกว่าสารชนิดอื่นนั้นไม่ควรทิ้งไว้นานและก่อนฉีดควรเขย่ากระบอกฉีดยาทุกครั้ง เพื่อช่วยลดสารติดผิวกระบอกฉีดยา และทำให้ความแรงของสารเภสัชรังสีที่ผู้ป่วยได้รับใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการมากที่สุด

ควรมีการศึกษาผลของความเข้มข้นและปริมาตรต่อปริมาณดูดซับเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Goransson M, Janson B. Adsorption of radiopharmaceutical injection in disposable plastic syringes. Eur. J. Nucl. Med. 1997; 24:1059.
2. Hendel RC, Verani MS, Miller DD, Wackers FJ, McMahon M, Cerqueira MD, et. al. Diagnostic utility of tomographic myocardial perfusion imaging with technetium 99m furifosmin (Q12) compared with thallium 201: results of a phase III multicenter trial. J Nucl Cardiol. 1996; 3: 291-300.
3. Bartosch R, Granegger S, Sinzinger H. Adsorption of technetium-99m tetrofosmin and technetium-99m furifosmin on plastic syringes. Eur. J. Nucl. Med. 1998; 25: 1333-5.
4. Jansson BA, Goransson MB, Agren BN. Adsorption of some technetium -99m Radiopharmaceuticals onto disposable plastic syringes. J. Nucl. Med. Tech. 1998; 26:196-9.

นิพนธ์ต้นฉบับ

การตรวจ HLA-B27 โดยวิธี Flow cytometry

วารุณี คุณาชีวะ* และ นิภาพรณ ลีตระกูล**

บทคัดย่อ

ได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของ human leukocyte antigen (HLA) กับโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคข้อกระดูกสันหลังอักเสบยึดติด (ankylosing spondylitis: AS) พบว่ามีความสัมพันธ์สูงมากกับ HLA-B27 ดังนั้นการตรวจเพื่อให้ทราบสถานะของ HLA-B27 จึงมีประโยชน์ในการช่วยวินิจฉัยผู้ป่วยโรคนี้ การตรวจ HLA-B27 โดยทั่วไปใช้วิธี microlymphocytotoxicity วิธีนี้สิ้นเปลืองเวลาและวัสดุ และผู้ตรวจต้องมีความชำนาญสูง ปัจจุบันมีการพัฒนาวิธี flow cytometry มาตรวจ HLA-B27 โดยใช้ monoclonal anti-HLA-B27 ที่ conjugated ด้วยสารเรืองแสง การศึกษาในครั้งนี้ได้นำตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วย ที่ทราบว่าเป็น HLA-B27 บวกจำนวน 35 ราย และที่เป็น HLA-B27 ลบจำนวน 48 ราย มาตรวจโดยวิธี flow cytometry โดยนำเลือดครบส่วนมาย้อมด้วย anti-HLA-B27-FITC/B7-PE วิเคราะห์ผลเทียบกับวิธี microlymphocytotoxicity test นอกจากนั้น ยังได้นำตัวอย่างเลือดจำนวน 53 ตัวอย่างที่ยังไม่เคยตรวจ HLA-B27 มาตรวจด้วยวิธี flow cytometry ผลการตรวจตัวอย่างเลือด ที่ทราบชนิดของ HLA-B27 ได้ผลตรงกันทั้งสองวิธี แต่ในตัวอย่างเลือดที่ยังไม่ทราบชนิดของ HLA-B27 ตรวจพบ HLA-B27 บวก จำนวน 3 ราย HLA-B27 ลบ จำนวน 48 ราย และมีตัวอย่างเลือดอีก 2 รายที่ให้ผลอยู่ในช่วงที่แปลผลไม่ได้ ไม่สามารถระบุว่าเป็น HLA-B27 บวกหรือ HLA-B27 ลบ ผลการตรวจด้วยวิธี flow cytometry ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าเป็นวิธีที่ตรวจได้ง่าย เหมาะสำหรับการตรวจในงานประจำ แต่จำเป็นต้องมีวิธีการตรวจยืนยันด้วยวิธีมาตรฐานในกรณีที่ผลการวิเคราะห์คลุมเครือจากวิธี flow cytometer

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 44-53.

คำรหัส: HLA-B27, Flow cytometry, Microlymphocytotoxicity

-
- * แผนกวิชาวิทยาศาสตร์การธนาคารเลือด ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 - ** งานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract : HLA-B27 Typing by Flow Cytometry

Warunee Kunachiwa* and Nipapan Leetrakool**

Abstract

The association between human leukocyte antigen (HLA) phenotype has been shown in patients with several diseases, particularly HLA-B27 and ankylosing spondylitis known to be the strongest. Thus, the determination of HLA-B27 status is a useful tool in the diagnosis of ankylosing spondylitis. Typing for HLA-B27 is routinely performed by microlymphocytotoxicity assay. This technique is costly in term of time and materials and requires a great deal of experience. Use of flow cytometry has recently been applied for HLA-B27 typing using monoclonal anti-HLA-B27 antibodies conjugated with fluorochrome. In this study, 35 known HLA-B27 positive and 48 known HLA-B27 negative blood samples were collected from patients and performed the typing. All whole blood samples were stained using anti-HLA-B27-FITC/B7-PE antibody and analyzing by flow cytometry. The results were compared with the standard complement dependent microlymphocytotoxicity test. In addition, 53 unknown blood samples were collected and typed by flow cytometry. All known HLA-B27 samples were in concordant. Among the unknown blood samples, only three HLA-B27 positive were observed and 48 were HLA-B27 negative. There were two samples shown to be inconclusive result and need to retest. This result illustrate that flow cytometry is a simple and reliable procedure for routine clinical laboratory. It should be remembered that reference technique remains necessary to confirm the few results found in doubtful result getting by flow cytometry. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2006; 39: 44-53.

Key words: HLA-B27, Flow cytometry, Microlymphocytotoxicity

* Transfusion Science, Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

** Blood Bank Section, Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital, Faculty of Medicine, Chiang Mai University

บทนำ

ความสัมพันธ์ของ HLA แอนติเจนบางชนิดกับโรคต่างๆ มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง^{1,2} แต่ชนิดที่เด่นชัดมากที่สุดคือ HLA-B27 กับโรค Rheumatic ได้แก่ โรคข้อกระดูกสันหลังแข็งอักเสบยึดติด (Ankylosing spondylitis: AS),^{3,4} Reiter syndrome,⁵ โรคเยื่อตาอักเสบเฉียบพลัน (Acute anterior uveitis: AAU),^{6,7}

psoriatic arthritis⁸ และ โรค inflammatory bowel⁹ HLA-B27 นับเป็นกลุ่มของยีนบน Major histocompatibility complex (MHC) ที่มีความสำคัญในการตอบสนองต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายซึ่งจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันตาม species ในคนเรียกว่า Human Leukocyte Antigen (HLA) ตั้งอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 6 มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมรวมกันเป็นชุดมาจากพ่อและแม่คนละ 1 hap-

lotype แบ่งออกเป็น MHC class I (HLA-A, B, C) และ MHC class II (HLA-DR, DQ, DP) สามารถพบได้บนผิวเซลล์ที่มีนิวเคลียสทั่วร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง lymphocyte โมเลกุลของ HLA class I ประกอบด้วยโปรตีน 2 สาย คือ สาย แอลฟา (α) ซึ่งเป็นไกลโคโปรตีนที่กำหนดจากยีน MHC บนโครโมโซมคู่ที่ 6 สายแอลฟานี้จะจับคู่กับสาย β 2-microglobulin ที่กำหนดมาจากโครโมโซมคู่ที่ 15 ซึ่งเป็นส่วนของ non-HLA gene ส่วน HLA class II จะประกอบด้วยไกลโคโปรตีน 2 สาย คือสายแอลฟา (α) และสายบีตา (β) ที่ถูกกำหนดจากยีน HLA บนโครโมโซมคู่ที่ 6

HLA gene มีความหลากหลาย (polymorphism)¹⁰ ในกลุ่มประชากร ทำให้โมเลกุลของ HLA มีความแตกต่างในระหว่างแต่ละบุคคล ดังนั้นแต่ละคนจะมีโมเลกุลที่ได้รับถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ และมีความสามารถในการตอบสนองต่อแอนติเจนที่ต่างกัน โครงสร้างของโมเลกุล class I และ class II จะจับกันอยู่ในสภาวะที่เป็นร่องเฉพาะเพื่อรองรับเปปไทด์สั้นๆ ที่ได้จากการย่อยสลายสิ่งแปลกปลอม ลำเลียงและยื่นเสนอต่อ T-cell lymphocytes โมเลกุลของ HLA class I พบได้บนผิวเซลล์ที่มีนิวเคลียสเกือบทุกชนิดรวมทั้งเซลล์ของระบบภูมิคุ้มกันด้วย จะทำหน้าที่ลำเลียงเปปไทด์ไปยังผิวของ antigen presenting cells (APC) เสนอให้กับ T-cell receptor (TCR) ที่อยู่บนผิวของ CD8+ T-cells หรือ T suppressor cells ส่วนโมเลกุลของ HLA class II พบได้บนผิวเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันเป็นส่วนใหญ่ เช่น Macrophage, monocyte, dendritic cell และ B cell จะทำหน้าที่ลำเลียงเปปไทด์ที่มาจากภายนอกเซลล์ ที่ผ่านกระบวนการ phagocytosis ไปยังผิวเซลล์ แล้วยื่นเสนอให้กับ TcR ที่อยู่บนผิวของ CD4+ T cells หรือ T helper cells

ผู้พบความสัมพันธ์ของ HLA-B27 กับผู้ป่วยที่มีอาการของ AS คือ Breverton¹¹ และ Schlosstein¹² เมื่อปี 1973 นับเป็นความสัมพันธ์ที่มีค่า Relative Risk สูงสุด และมีการศึกษาในกลุ่มประชากรต่างๆ ต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน¹³⁻¹⁶ โดยทั่วไปประชากรผิวขาวจะมีการกระจายของ HLA-B27 ในอัตราร้อยละ 9-10 แต่สำหรับกลุ่มผู้ป่วย AS ตรวจพบ HLA-B27 สูงถึงร้อยละ 90-95¹⁷ มีการศึกษาในกลุ่มประชากรคนไทยทั่วไปพบความถี่ของ

HLA-B27 อยู่ในช่วง ร้อยละ 3.4-5.1¹⁸ กลุ่มผู้ป่วย AS พบ HLA-B27 สูงถึงร้อยละ 91¹⁹ และกลุ่มผู้ป่วย AAU พบได้ร้อยละ 44²⁰ ดังนั้นการตรวจหา HLA-B27 จึงมีบทบาทในการช่วยวินิจฉัยโรคของแพทย์

วิธีมาตรฐานที่นิยมตรวจ HLA-B27 ในห้องปฏิบัติการทั่วไปในปัจจุบันคือ microlymphocytotoxicity test วิธีนี้ได้รับการพัฒนาโดย Terasaki และ McClelland²¹ นับเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายไม่สูง ทำได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษ แต่มีข้อจำกัดคือต้องใช้เซลล์ลิมโฟซัยท์ที่มีชีวิต (cell viability) มากกว่าร้อยละ 90 ใช้เวลาในการทำนาน ต้องใช้ antibody หลายตัวที่มีความจำเพาะต่อ HLA-B27 เพื่อยืนยันผลการทดสอบ เพราะอาจเกิดปฏิกิริยาข้ามกลุ่ม (cross-reaction) กับ HLA แอนติเจนชนิดอื่นได้ และที่สำคัญที่สุดคือ บุคลากรต้องได้รับการอบรมพิเศษ ต้องมีประสบการณ์ และ มีความละเอียดรอบคอบในเทคนิคการทำ การอ่านผล และการวิเคราะห์ผล ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ วิธี microlymphocytotoxicity test ไม่สามารถรองรับตัวอย่างส่งตรวจจำนวนมากในคราวเดียวกันได้ จึงมีผู้ผลิตไมโนโคลนอล แอนติบอดีต่อ HLA-B27 และสามารถนำมาใช้กับเครื่อง Flow cytometer²² และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อลดปฏิกิริยาที่ไม่จำเพาะเฉพาะกับ HLA-B27 หรือมีปฏิกิริยาข้ามกลุ่ม หรือมีความไวไม่เพียงพอที่จะตรวจแอนติเจนชนิดนี้ได้^{23,24} ปัจจุบันเครื่อง Flow cytometer ในประเทศไทยมีอยู่มากกว่า 100 เครื่อง กระจายไปทั่วภูมิภาคของประเทศ และสามารถรองรับการตรวจ HLA-B27 เพื่อช่วยวินิจฉัยโรคตามความต้องการของแพทย์ได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตรวจหา HLA-B27 ด้วยวิธี Flow cytometry เปรียบเทียบกับวิธี microlymphocytotoxicity test ที่ตรวจในงานประจำในปัจจุบัน และศึกษาความสอดคล้องของผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางสำหรับใช้ Flow cytometry เป็นวิธีการตรวจ HLA-B27 ในงานประจำวัน

วัสดุและวิธีการ

ตัวอย่างเลือดและการเก็บตัวอย่างเลือด

คัดเลือกตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วยที่ทราบชนิดของ HLA typing จำนวน 83 ราย แยกเป็น ตัวอย่างเลือดที่เป็น

HLA-B27 บวก จำนวน 35 ราย ตัวอย่างเลือดที่เป็น HLA-B27 ลบ จำนวน 48 ราย ตัวอย่างเลือดจากบุคคลทั่วไปที่ยังไม่ทราบ HLA typing จำนวน 53 ราย เก็บตัวอย่างเลือดในน้ำยากันเลือดแข็งตัวชนิด ACD จำนวน 5 ml. สำหรับตรวจโดยวิธี Microlymphocytotoxicity test และในน้ำยากันเลือดแข็งตัวชนิด EDTA จำนวน 2 ml. สำหรับตรวจโดยวิธี Flow cytometry

การตรวจ HLA-B27 โดยวิธี Microlymphocytotoxicity test

ทำการแยก PBMC ออกจากเลือดครบส่วน ACD โดยใช้หลักการของ Ficoll-Hypaque (Robbins Scientific Corporation, Sunnyvale, CA) ที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.077 g/ml แล้วตรวจหาค่าความมีชีวิตโดยการย้อมด้วยสี 0.5 % Trypan Blue (SIGMA) และต้องใช้เซลล์ที่มีชีวิตมากกว่าร้อยละ 90 มีความเข้มข้นของเซลล์ 2,000 cells/ μ l นำไปทำปฏิกิริยากับ anti-HLA-B27 ในชุดตรวจสำเร็จรูป (HLA-B27 Typing tray, ภาควิชาเวชศาสตร์การธนาคารเลือด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล) หลุมละ 1 μ l เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบเวลาเติม Complement สำหรับ HLA-A, B, C จำนวน 5 μ l ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง 60 นาที แล้วเติมสี 5 % Eosin Y จำนวน 5 μ l ทิ้งไว้ 2 นาที หยุดปฏิกิริยาโดยเติม Buffered formaldehyde pH 7.2 จำนวน 5 μ l ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน ปิดทับด้วยแผ่นแก้วขนาด 1x3 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น เติมน้ำ (Tap water) ลงไปประมาณ 2 ml นำไปอ่านปฏิกิริยา cytotoxic ตามมาตรฐาน American Standard of Histocompatibility Immunogenetics (ASHI) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด Inverted phase contrast microscope บันทึกผลและแปลผล ลงในแบบฟอร์ม

การตรวจ HLA-B27 โดยวิธี Flow Cytometry

ใช้เลือดครบส่วน EDTA จำนวน 100 μ l ผสมกับ monoclonal antibody HLA-B27-FITC/HLA-B7-PE (Immunotech, Coulter) จำนวน 10 μ l ทิ้งไว้ในที่มืดนาน 15 นาที เติมน้ำยาที่ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก (OptiLyse[®]

B, Lysing Solution, Immunotech, Marseille, France) จำนวน 100 μ l ผสมให้เข้ากันดี ทิ้งไว้ในที่มืดนาน 10 นาที ล้าง 2 ครั้งด้วยน้ำยา PBS 2 ml. แล้วเติม PBS buffer เพื่อผสมกับเซลล์เม็ดเลือดขาวจำนวน 500 ml. นำไปวิเคราะห์ทันทีหรือภายใน 24 ชั่วโมง โดยเครื่อง Flow cytometer (Epics XL, Coulter Cytometry) ร่วมกับหลอด isotypic control IgG2a-FITC / IgG1-PE โดยการเลือกกลุ่มเซลล์ลิมโฟไซต์ที่ได้จากการใช้คุณสมบัติของ light scatter lymphocyte gating ที่ย้อมด้วย isotypic control IgG2a-FITC / IgG1-PE จะปรับให้การอ่านค่าสารเรืองแสง fluorescence FITC และ PE ตัวอย่างที่มีเซลล์ลิมโฟไซต์ที่ทำปฏิกิริยากับ anti-HLA-B27 จะตรวจสอบโดยสารเรืองแสง FITC

การวิเคราะห์ในแต่ละวันจะมีตัวอย่างเลือดของคน ที่ทราบว่าเป็น HLA-B27 บวก เป็น positive control และมีตัวอย่างเลือด HLA-B27 ลบ เป็น negative control เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำยา monoclonal antibody ที่ใช้มีความคงตัว (stability)

ผลการทดลอง

ตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วย HLA-B บวก จำนวน 37 ราย

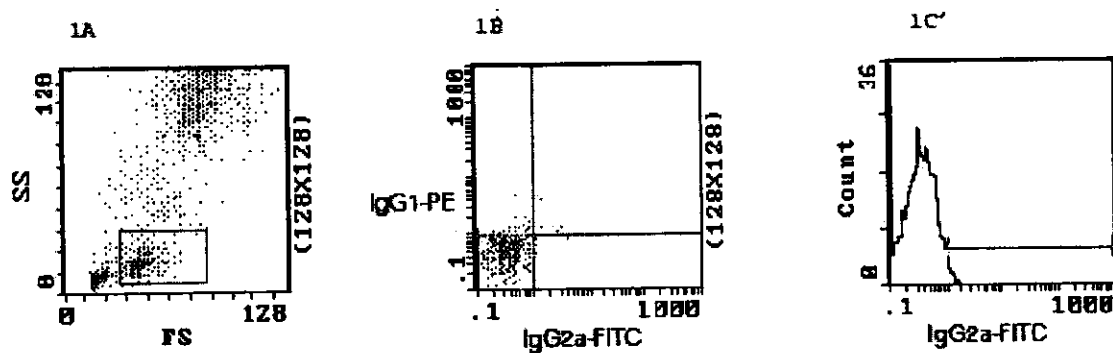
แบ่งเป็น ผู้ป่วย AAU จำนวน 18 ราย ผู้ป่วย AS 6 ราย ผู้ป่วยโรคเปลี่ยนไต 10 ราย และผู้ป่วยอื่นๆ 3 ราย

ผลการตรวจ HLA-B27 จากผู้ป่วย HLA-B บวก โดยวิธี Microlymphocytotoxicity test

เซลล์ลิมโฟไซต์ของผู้ป่วยทำปฏิกิริยากับ anti-HLA-B27 จำนวน 10 ชนิดใน HLA-B27 typing tray ครบทุกหลุม

ผลการตรวจ isotypic control IgG2a-FITC / IgG1-PE

เซลล์ลิมโฟไซต์ของผู้ป่วยทำปฏิกิริยากับ IgG2a-FITC / IgG1-PE มีค่าเฉลี่ยความเข้มของสารเรืองแสง (mean fluorescent intensity; MFI) 1-1.2 และมีรูปแบบแสดงผลเป็นลบ ดังแสดงในรูปที่ 1

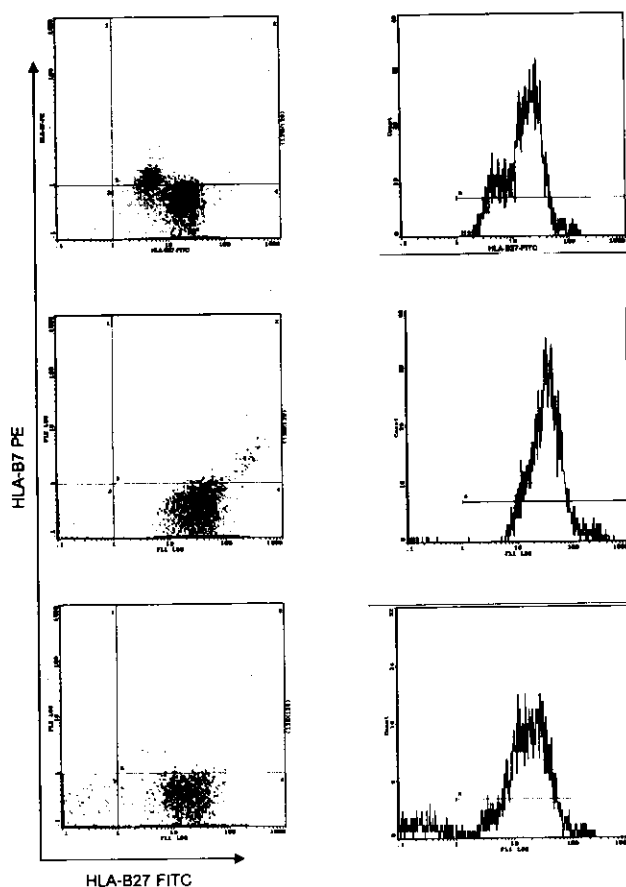


รูปที่ 1 แสดงรูปแบบการวิเคราะห์ด้วย Flow cytometry จาก lymphocyte gating ที่ย้อมด้วย isotypic control IgG2a-FITC/IgG1-PE. 1A แสดงการเลือกกลุ่มของลิมโฟซัยท์ที่จะนำมาวิเคราะห์ ด้วย forward และ side scatter, 1B แสดงการวิเคราะห์การติดสี FITC จากแกนนอน และติดสี PE จากแกนตั้ง, 1C แสดงค่า Mean Fluorescent Intensity (MFI) ของสี FITC

ผลการตรวจ HLA-B27 จากผู้ป่วย HLA-B27 บวก โดยวิธี Flow cytometry

ผลของการตรวจด้วย monoclonal antibody HLA-B27-FITC / HLA-B7-PE พบเซลล์ลิมโฟซัยท์ของ

ผู้ป่วยทำปฏิกิริยากับ anti-HLA-B27-FITC ทุกราย มีค่า MFI มากกว่า 20 โดยมีรูปแบบแสดง HLA-B27 บวก ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงผลของ HLA-B27 บวกในการตรวจ ด้วย Flow cytometry รูปแบบต่างๆ

ตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วย HLA-B27 ลบ จำนวน 52 ราย

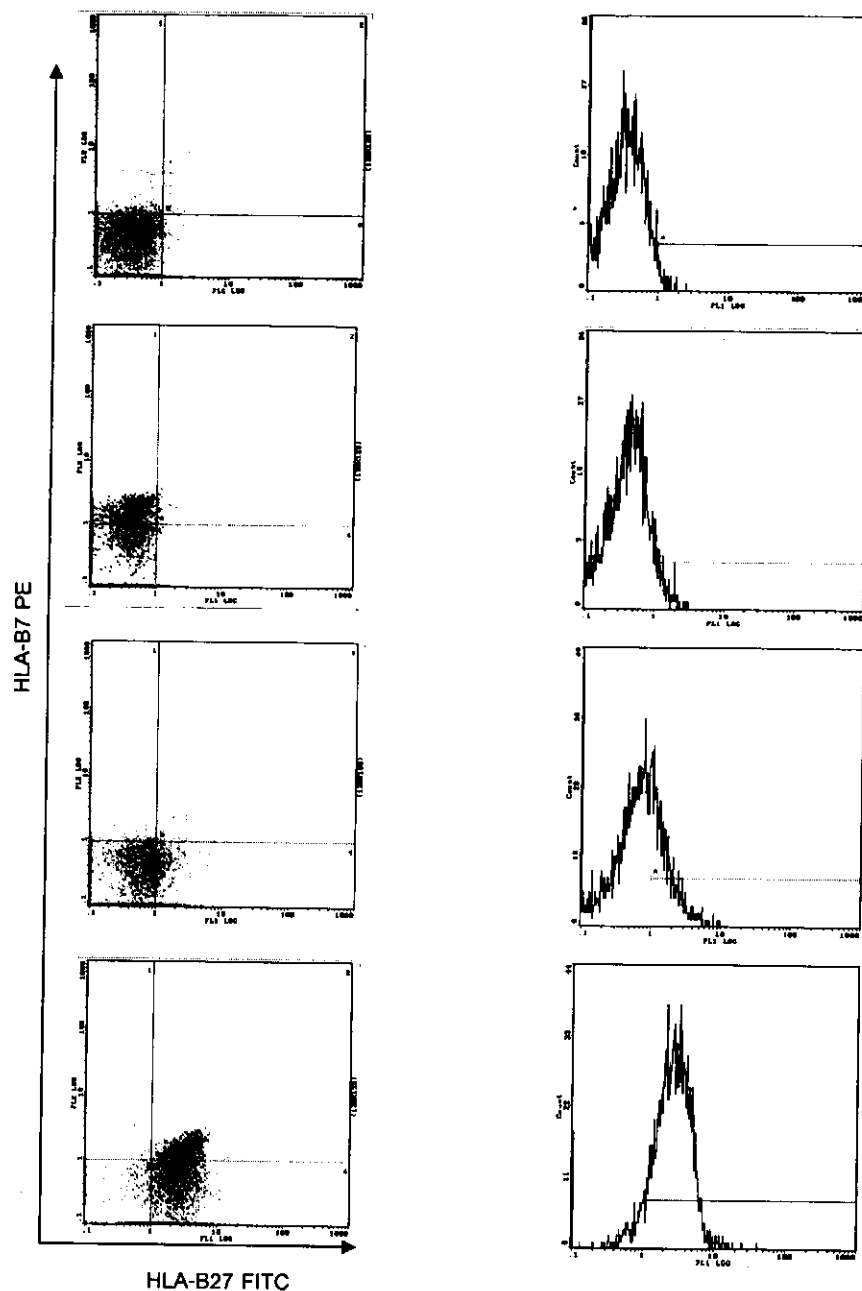
แบ่งเป็นผู้ป่วย AAU จำนวน 13 ราย ผู้ป่วย AS 2 ราย ผู้ป่วยร้อเปลี่ยนไต 35 ราย และผู้ป่วยอื่นๆ 2 ราย

ผลการตรวจ HLA-B27 จากผู้ป่วย HLA-B27 ลบ โดยวิธี
Microlymphocytotoxicity test

เซลล์ลิมโฟไซต์ของผู้ป่วยทำปฏิกิริยากับชุดของ anti-HLA-B27 ให้ผลลบ

ผลการตรวจ HLA-B27 จากผู้ป่วย HLA-B27 ลบ โดยวิธี
Flow cytometry

ผลของการตรวจด้วย monoclonal antibody HLA-B27-FITC / HLA-B7-PE พบเซลล์ลิมโฟไซต์ที่แสดง HLA-B27 ลบมีรูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยรูปแบบที่แสดงผลวิเคราะห์เป็น HLA-B27 ลบ ชัดเจน มีค่า MFI อยู่ในช่วง 1.1-1.4 แต่มีรูปแบบที่แสดงผลเป็นลักษณะที่ยังไม่สามารถวินิจฉัยในเบื้องต้นว่าจะเป็น HLA-B27 บวกหรือ HLA-B27 ลบ มีค่า MFI อยู่ในช่วง 1.8-3

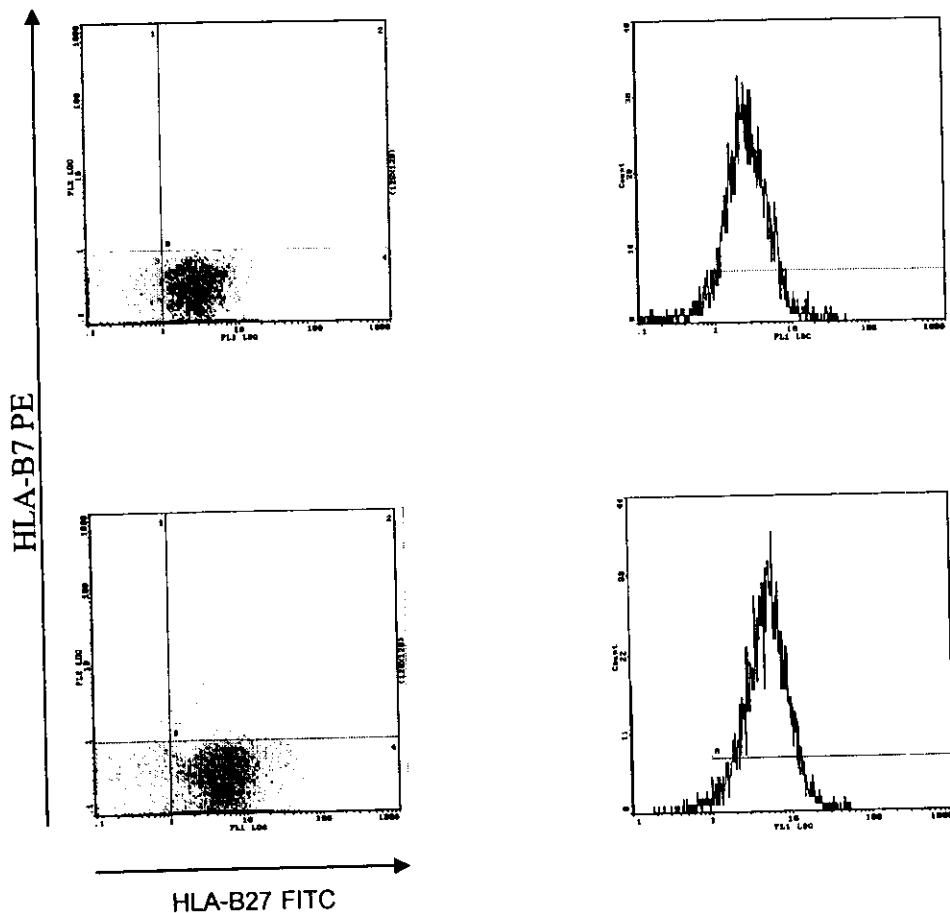


รูปที่ 3 แสดงผลของ HLA-B27 ลบในการตรวจ ด้วย Flow cytometry รูปแบบต่างๆ

ผลการตรวจ HLA-B27 จากตัวอย่างเลือดของคนทั่วไป โดยวิธี Flow cytometry

ผลการตรวจพบ HLA-B27 บวก จำนวน 3 ราย
HLA-B27 ลบ จำนวน 48 ราย และมีตัวอย่างเลือด 2 ราย

ที่มีผลการตรวจที่ยังไม่สามารถรายงานผลในเบื้องต้นว่า
จะเป็น HLA-B27 บวกหรือเป็น HLA-B27 ลบ โดยมีค่า
MFI เป็น 2.4 และ 4.7 ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงผลการตรวจ HLA-B27 ด้วย Flow cytometry ในผู้ป่วย 2 ราย แสดงการวิเคราะห์ ที่ไม่สามารถรายงานผลว่าจะเป็น HLA-B27 บวกหรือ HLA-B27 ลบ

วิจารณ์ผลการทดลอง

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคการผลิตโมโนโคลนัลแอนติบอดีต่อแอนติเจนของ HLA-B27 และวิธีการ label แอนติบอดีที่เตรียมได้ด้วยสารเรืองแสงชนิดต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เป็นผลให้ห้องปฏิบัติการที่ตรวจ HLA-B27 เป็นงานประจำวัน ปรับเปลี่ยนวิธี microlymphocytotoxicity เป็นวิธี Flow cytometry วิธี microlymphocytotoxicity เป็นวิธีมาตรฐานดั้งเดิมที่ใช้มาตั้งแต่ปี 1964²¹ และยังเป็นที่ยอมรับใช้ตรวจจนถึงปัจจุบัน หลักการสำคัญคือ

การที่แอนติบอดีที่จำเพาะจับบนผิวของเซลล์ลิมโฟไซต์ที่มีแอนติเจนคอมพลีเมนต์ที่ได้จากซีรัมของกระต่ายลงไป เซลล์ที่มีแอนติบอดีจับอยู่จะแตกสลาย ข้อดีของวิธีการนี้คือตรวจสอบแอนติบอดีที่จำเพาะต่อ HLA แอนติเจนเฉพาะแอนติบอดีชนิดที่มีคุณสมบัติกระตุ้นคอมพลีเมนต์ จึงเป็นวิธีที่ยังคงใช้เพื่อติดตามการสร้างแอนติบอดีต่อ HLA แอนติเจนในคนที่ปลูกถ่ายอวัยวะ แต่มีข้อจำกัดคือต้องใช้เซลล์ลิมโฟไซต์ที่ยังมีชีวิตอยู่ ต้องใช้ทักษะในการทำ การอ่านผล และการวิเคราะห์ผล ที่สำคัญอีก

ประการคือใช้เวลาในการตรวจนานไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมง และค่อนข้างจำกัดจำนวนที่ตรวจได้ในแต่ละคราว

มีผู้นำเทคนิค flow cytometry มาใช้เพื่อตรวจ HLA-B27²² และพัฒนาการย้อมสารเรืองแสงบนโมเลกุลของโมโนโคลนัลแอนติบอดี anti-HLA-B27 โดยตรง (direct staining)^{23,24} โมโนโคลนัลแอนติบอดีที่นำมาใช้จะประสบปัญหาส่วนหนึ่งคือไม่จำเพาะเฉพาะกับโมเลกุลของ HLA-B27 บนผิวเซลล์ โดยมักจะแสดงปฏิกิริยาข้ามกลุ่มกับแอนติเจนของ HLA-B ชนิดอื่นๆ เช่น HLA-B7, B22 และ B40 เป็นต้น²⁵ ปัญหาอีกประการหนึ่งคือการที่โมโนโคลนัลแอนติบอดีมีความไวไม่มากพอที่จะตรวจสอบปฏิกิริยาได้ หรือไม่ทำปฏิกิริยากับแอนติเจนของบาง subtype ได้ ดังนั้นในการวิเคราะห์ผลการตรวจ HLA-B27 โดยวิธี flow cytometry จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของ โมโนโคลนัลแอนติบอดีที่นำมาทดสอบร่วมกับชนิด subtype ของ HLA-B27 ของผู้ป่วย สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงอีกประการหนึ่งคือความแตกต่างของความถี่ HLA แอนติเจนในคนไทยกับคนต่างชาติ

ข้อเด่นของการตรวจ HLA-B27 โดยวิธี flow cytometry คือทำได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องเตรียม PBMC แต่ใช้เทคนิคของการใช้เลือดครบส่วนทำปฏิกิริยากับแอนติบอดีที่ label ติดสารเรืองแสง แล้วเติมน้ำยาที่ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก เหลือเม็ดเลือดขาวในหลอด ทำการเลือกกลุ่มของเซลล์ลิมโฟซัยท์โดยการ gate จากคุณสมบัติของเซลล์ในด้านขนาดของเซลล์ (forward) และองค์ประกอบภายในเซลล์ได้แก่แกรนูลหรือ segment (sideward) ของแสงที่ตกกระทบ (light scatter) ทำการวิเคราะห์เฉพาะเซลล์ที่อยู่ใน gate เท่านั้น การใช้เครื่อง flow cytometer นี้ สามารถดำเนินการแบบกึ่งอัตโนมัติ^{26,27} ตรวจกรองตัวอย่างเลือดจำนวนมากต่อครั้งในเวลาเพียง 1 ชั่วโมง และใช้ตัวอย่างเลือดเพียง 100 µl ต่อการตรวจ 1 หลอด หากหน่วยงานมีเครื่อง Flow cytometer ที่ใช้งานด้านอื่นอยู่ นับว่าราคาที่ใช้ตรวจนี้ไม่แพง งานวิจัยนี้แสดงผลการวิเคราะห์ HLA-B27 จากการใช้ โมโนโคลนัลแอนติบอดี 2 ชนิดคือ anti-HLA-B27-FITC และ HLA-B7-PE วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลบวกและผลลบโดยค่าเฉลี่ยความเข้มของสารเรืองแสง (mean fluorescent intensity; MFI)

การตรวจจากตัวอย่างที่ทราบว่าเป็น HLA-B27 บวก จากวิธี microlymphocytotoxicity พบว่าวิธี Flow cytometry มีความสามารถในการตรวจวัดได้ชัดเจน โดย MFI มีค่าอยู่ในช่วง 20-34 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.5 แต่การแปลผลจากตัวอย่างที่ทราบว่าเป็น HLA-B27 ลบ พบว่ามีจำนวน 2 ราย ที่รูปแสดง histogram ให้ผลบวกแบบอ่อน (dim fluorescent intensity) แต่เมื่อพิจารณาค่า MFI พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.7 และ 3 และมีตัวอย่างเลือดที่ยังไม่ทราบผลการตรวจ HLA-B27 อีก 2 รายที่มีผลวิเคราะห์ค่า MFI ได้เป็น 2.4 และ 4.7 เป็นผลทำให้ไม่สามารถรายงานว่าจะเป็น HLA-B27 บวกหรือเป็น HLA-B27 ลบ ดังแสดงในรูปที่ 4 อย่างไรก็ตาม มีรายงานถึงผลบวกปลอม และผลลบปลอม จากการประเมินข้อมูลผลการตรวจ²⁸ ซึ่งพบได้มากถึงร้อยละ 1-5 การเกิดผลลักษณะนี้ อาจมีสาเหตุมาจากปฏิกิริยาข้ามกลุ่ม (cross reaction) ของโมโนโคลนัลแอนติบอดีที่ใช้เป็นสาเหตุสำคัญให้มีการแปลผลผิด จึงจำเป็นต้องแยก HLA-B7 ออกจาก HLA-B27 โดยพัฒนาชุดตรวจเป็น 2 สี²⁹ ดังนั้นการใช้เทคนิค Flow cytometry จึงมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ ซึ่งหากผลการวิเคราะห์ไม่ชัดเจน ส่อแสดงว่ามีปฏิกิริยาข้ามกลุ่ม หรือตรวจสอบไม่ได้เนื่องจากเป็นหมู่ย่อยของ HLA-B27 จะต้องตรวจด้วยวิธีที่แม่นยำขึ้น โดยเทคนิคอนุชีววิทยา³⁰ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถตรวจละเอียดแยกกลุ่มย่อยของ HLA-B27 ได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Svejgaard A, Platz P, Ryder LP. HLA and disease 1982—a survey. *Immunol Rev* 1983; 70:193–218.
2. Tiwari J, Terasaki PI. HLA and Disease Association. New York: Springer-Verlag, 1985.
3. Ramos M, Lorez de Castro JA: HLA-B27 and the pathogenesis of spondyloarthritis. *Tissue Antigens* 2002; 60:191-205.
4. Reveille JD. Major histocompatibility genes and ankylosing spondylitis. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology* 2006; 20: 601-9.
5. Hughes RA and Keat AC. Reiter's syndrome

- and reactive arthritis: A current view. *Seminars in Arthritis and Rheumatism* 1994; 24: 190-210.
6. Beckingsale AB, Davies J, Gibson JM, et al. Acute anterior uveitis, ankylosing spondylitis, back pain, and HLA-B27. *Br J Ophthalmol* 1984; 68:741-5.
 7. Linssen A, Meenken C. Outcomes of HLA-B27 -positive and HLA-B27-negative acute anterior uveitis. *Ophthalmol* 1995; 120: 351-61.
 8. Vinje O, Dale K, Møller P. Radiographic changes, HLA B27 and back pain in patients with psoriasis or acute anterior uveitis. *Scand J Rheumatol* 1983;12: 219-24.
 9. Steer S, Jones H and Hibbert J, *et al.*, Low back pain, sacroiliitis, and the relationship with HLA-B27 in Crohn's disease, *The Journal of Rheumatology* 2003; 30: 518-22.
 10. Marsh SGE. Full List of HLA alleles assigned as of January 2005. January 10, 2005 [cited Febuary 11, 2005]; Available from: <http://www.anthonynolan.org.uk/HIG/list/class1list.html>.
 11. Brewerton DA, Caffrey M, Hart FD, James DCO, Nicholls A and Sturrock RD. Ankylosing spondylitis and HLA-B27. *Lancet* 1973; 1: 904-7.
 12. Schlosstein L, Terasaki PI, Bluestone R, Pearson CM. High Association of an HL-A antigen, w27, with Ankylosing spondylitis. *New Engl. J. Med* 1973; 288; 704-6.
 13. Linssen A, Dekker-Saeys AJ, Dijkstra PF, *et al.* The use of HLA-B27 as a diagnostic and prognostic aid in acute anterior uveitis (AAU) in the Netherlands. *Doc Ophthalmol* 1986; 64: 217-23.
 14. Feltkanp E, Mardjuadi A, Huang F, Chou CT. Spondyloarthropathies in eastern Asia. *Curr Opin Rheumatol* 2001; 13: 285-90.
 15. Baech J, Schmidt-Olsen S, Steffensen R, Varming K, Grunnet N, Jersild C. Frequency of HLA-B27 subtypes in a Danish population and in Danish patients with ankylosing spondylitis. *Tissue Antigens* 1997; 49: 499-502.
 16. Fernandez-Sueiro JL, Alonso C, Blanco FI, Rodriguez-Gomez M, Galdo F, Gonzales-Gay MA. Prevalence of HLA-B27 and subtypes of HLA-B27 Associated with ankylosing spondylitis in Galicia, Spain. *Clin Exp Rheumatol* 2004; 22: 465-8.
 17. Ramos M, Lorez de Castro JA: HLA-B27 and the pathogenesis of spondyloarthritis. *Tissue Antigens* 2002; 60:191-205.
 18. Chandanayingyong D, Bejrachadra S, Kunachiwa W, et al. HLA in Thai population. *Mahidol J* 2000; 7: 53-60.
 19. Deesomchok U, Tumrasvin T. Clinical study of Thai patients with ankylosing spondylitis. *Clinical Rheumatology* 1985; 4: 76-82.
 20. Pathanapitoon K, Suksomboon S, Kunavisarut P, Ausayakhun S, Wattananikom S, Leetrakool N, Rothova A. HLA-B27-associated Acute Anterior Uveitis in the University Referral Centre in North Thailand: clinical presentation and visual prognosis. *Br J Ophthalmol*. Published on line 9 Aug 2006; doi: 10.1136/bjo.2006.099788.
 21. Terasaki PI, McClelland JD. Microdroplet assay of human serum cytotoxins. *Nature* 1964; 204: 998-1000.
 22. Trapani JA, Vaughan HA, Sparrow RL, Tait BD, McKenzie IFC. Description of a mouse monoclonal anti-HLA-B27 antibody HLA-ABCm3. *Hum. Immunol* 1983; 7: 205-16.
 23. Pei R, Arjomand-Shamsai M, Deng CT, Cesbron A, Bignon JD, Lee JH, A monospecific HLA-B27 fluorescein isothiocyanate-conjugated monoclonal antibody for rapid, simple and accurate HLA-B27 typing. *Tissue Antigens* 1993;

- 41: 200-3.
24. Ward AM, Nikaein A. Comparison of monoclonal antibodies for flow cytometric analysis of HLA-B27 antigen. *Cytometry (Com. Clin. Cytometry)* 1995; 22: 65-9.
25. Rodey GE, Revels K, Fuller TC. Epitope specificity of HLA class I alloantibodies. Stability of cross reactive group patterns over extended time periods. *Transplantation* 1997; 63: 885-93.
26. Reynolds WM, Evans PR, Lane AC, Howell WM, Wilson PJ, Wong R, Smith JL. Automated HLA-B27 testing using the FACSPrep/FACScan system. *Cytometry (Commun Clin Cytometry)* 1994; 18: 109-15.
27. Reynolds WM, Evans PR, Wilson PJ, Wong WM, Darke C, Smith JL. Automated routine HLA-B27 typing by flow cytometry. *J. Immunol. Methods* 1996; 197: 1-5.
28. Macardie PJ, McEvoy R, Jovanovich S. HLA-B27 expression by flow cytometry: an analysis of 7 years quality assurance data. *Journal of Immunological Methods* 2005; 243: 51-7.
29. Chou SJ, Lai NS, Su JP, Wu JL, Lan JL. Two color analysis of HLA-B27 antigen by flow cytometer-a comparative study by conventional microlymphocytotoxicity, DNA genotyping polymerase chain reaction and flow cytometric measurement. *J Clin Lab Anal* 1997; 11; 369.
30. Zino E, Di Terlizzi S, Carugo C et al. Rapid detection of all HLA-B*27 alleles (B*2701-B*2725) by group-specific polymerase chain reaction. *Tissue Antigen* 2004; 63; 88-92.

นิพนธ์ต้นฉบับ

การออกแบบ การผลิต และ การใช้หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อ สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพงานรังสีวินิจฉัย

อุทุมมา มั่นะเนมิ* และ ขวัญชัย รัตนเสถียร**

บทคัดย่อ

หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อสำหรับการถ่ายภาพรังสีและวัดปริมาณรังสี เป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพงานบริการด้านรังสีวินิจฉัย แต่เนื่องจากมีราคาแพงและต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ จึงไม่มีใช้กว้างขวางนักในโรงพยาบาลทั่วไป คณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของอุปกรณ์ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยได้รับรังสีน้อยที่สุดในงานบริการทางรังสีวินิจฉัย จึงได้คัดเลือกวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ ด้วยเกณฑ์สากลโดยเลือกธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก ความหนาแน่น ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล สัมประสิทธิ์การดูดกลืนพลังงานเชิงมวล คุณสมบัติทางกายภาพ และความสะดวกในการนำไปผลิตเป็นอุปกรณ์ ผลการศึกษาวัสดุที่ใช้ในการผลิตหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อพบว่าพอลิสไตรีน มีค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล สัมประสิทธิ์การดูดกลืนพลังงานเชิงมวลจากการใช้โปรแกรม XCOM และความหนาแน่นใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อ เมื่อนำไปผลิตเป็นหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อแบบแผ่นโดยใช้ฟิมพ์ซิลิโคน แล้วนำไปทดสอบหลังการผลิตเพื่อพิจารณาการลดทอนและการดูดกลืนรังสีในตัวกลางโดยเปรียบเทียบกับหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐานที่ความหนาและเทคนิคเดียวกัน พบว่าได้ค่าความต่ำเฉลี่ยของภาพรังสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หุ่นจำลองที่ได้สามารถนำไปใช้ในการสร้างตารางเทคนิคสำหรับถ่ายภาพรังสีส่วนทรวงอกและช่องเชิงกรานได้ โดยใช้หลักการคำนวณค่า KVP จากความหนาของส่วนที่ถ่ายภาพ คือ KVP เท่ากับค่าคงที่บวก 2 KVP ต่อความหนา 1 เซนติเมตร เมื่อทดลองถ่ายภาพรังสีหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อที่ผลิตขึ้น โดยปรับ ค่า mAs ตั้งแต่ 20-32 แล้ววัดค่าปริมาณรังสีที่ให้ได้โดยใช้อุปกรณ์วัดรังสีติดที่หน้าหลอดเอกซเรย์ร่วมกับการถ่ายภาพรังสี พบว่า ภาพรังสีที่ 20, 24 และ 32 mAs ให้ภาพที่มีความดำอยู่ในช่วงที่เหมาะสม คือ 1.2-1.5 และผลจากการใช้เทคนิคเดียวกันนี้ถ่ายภาพรังสีของหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐานพบว่าในแต่ละเทคนิคให้ภาพที่สามารถใช้ในการวินิจฉัยได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อช่วยในการทดสอบเพื่อหาปริมาณรังสีที่น้อยที่สุดที่ให้ภาพเหมาะสม และช่วยลดปริมาณรังสีให้กับผู้ป่วยได้โดยทั่วไปประมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์และอาจสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ได้ วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 54-63.

คำรหัส : หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อ, พอลิสไตรีน, พอลิอะคริลิก, หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อรูปคน, ตารางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสี, การลดปริมาณรังสี, ปริมาณรังสีที่ไม่จำเป็นจะต้องได้รับ

* ภาควิชารังสีเทคนิค, **ภาควิชาเทคนิคการแพทย์คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract : Design Production and Application of Tissue Equivalent Phantoms for Increasing Efficiency in Diagnostic Radiography Department.

Utumma Maghanemi* and Kwanchai Ratanasthien**

Tissue equivalent phantoms for diagnostic radiography and radiation detection are important tools for increasing the efficiency of diagnostic radiography department. Most of tissue equivalent phantoms are normally very expensive and must be imported from foreign countries. Thus, they were not widely used in diagnostic radiology department for maintaining and improving the quality of services. According to these problems our research project are aimed to design and produce the suitable patient equivalent phantoms for supporting of dose reduction to as low as reasonably achievable for the diagnostic radiography. We selected the suitable materials for production of tissue equivalent phantoms by using criteria suggested by ICRU including chemical compositions, density, mass attenuation coefficient, mass energy absorption coefficient and general physical properties. The XCOM indicated that polystyrene is a tissue equivalent material and suitable for the production of phantom. The thin plate and other types of tissue equivalent phantoms were produced in silicone mold. The produced phantoms were evaluated and are well correlated in comparison with commercial ANSI tissue equivalent phantom. The phantom can be used for establishment of exposure technique chart for various types of radiation technique. The principle of 2 kVp for every 1 centimeter change was applied and works very well for our phantoms. The radiation exposures of phantom with varying mAs from 20-32 produced similar film densities ranged from 1.2 to 1.5 OD suggested that the technique for diagnostic radiation can be improved by reducing dose from 10 to 30 percent and in some cases DAP showed that the reduction of dose are up to 50 percent. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2006; 39: 54-63.

Key words: Tissue equivalent phantom, Polystyrene, American National Standard Institute Tissue Equivalent Phantom, Technique Chart, Radiation Dose Reduction, Unnecessary Dose.

* Department of Radiologic Technology, **Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University.

บทนำ

หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อหมายถึงหุ่นจำลองที่ทำจากวัสดุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อมนุษย์ตั้งแต่หนึ่งอย่างหรือมากกว่า และสามารถใช้ในการทดสอบ

อันตรกิริยาทางรังสีได้แทนเนื้อเยื่อมนุษย์โดยได้เริ่มพัฒนา มาตั้งแต่พ.ศ. 2463 จากการใช้น้ำและซีฟิ่ง มาเป็นวัสดุ ต่างๆที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น แผ่นอะคริลิก พอลิเมอร์แบบ ต่างๆ เป็นต้น หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อเป็นอุปกรณ์ หนึ่งในที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและมาตรฐานของเครื่องเอกซเรย์

และคุณภาพของภาพรังสี โดยใช้ในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ของเครื่อง ใช้ในการวัดปริมาณรังสีที่ได้รับจากการถ่ายภาพ สร้างตารางเทคนิคหรือทดสอบระบบถ่ายภาพอัตโนมัติ ใช้ฝึกปฏิบัติการการจัดท่าและตั้งเทคนิคในการถ่ายภาพ ใช้ในงานวิจัยและงานการป้องกันอันตรายจากรังสี จากการสำรวจคุณภาพของเครื่องเอกซเรย์ในเขตสาธารณสุขเขต 10 พบว่าเครื่องมือส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานสากล² การใช้หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อรูปแบบต่างๆ เพื่อปรับแต่งหรือทดสอบเครื่องเอกซเรย์ จะทำให้สามารถกำหนดค่าเทคนิคสำหรับการถ่ายภาพรังสีให้ได้ค่าน้อยที่สุดที่ให้ภาพรังสีที่สามารถนำไปวินิจฉัยได้³ โดยมีต้องลองผิดลองถูกกับผู้ป่วย ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยได้รับรังสีโดยไม่จำเป็น⁴ การป้องกันอันตรายจากรังสีนั้นเป็นหัวข้อที่มีการเน้นย้ำโดยหลายองค์กร⁵⁻⁸ และจะเน้นการใช้เทคนิคและวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม⁹⁻¹² สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพงานทางรังสีวินิจฉัยได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงรวบรวมการศึกษาและเสนอแนวทางการออกแบบการผลิต และ ใช้หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อสำหรับการทดสอบอันตรกิริยาทางรังสีให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและความพร้อมของแต่ละสถานที่ ก่อนนำไปใช้จริงกับผู้ป่วย และทำให้ผู้ป่วยได้รับอันตรายจากรังสีน้อยที่สุดแต่เกิดประโยชน์สูงสุดในการวินิจฉัยและการรักษา

วัสดุและวิธีการทดลอง

เลือกวัสดุที่มีองค์ประกอบของธาตุหลักใกล้เคียงกับมนุษย์และมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีการกระเจิงของโฟตอนและอิเล็กตรอนใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อของมนุษย์ โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลและ สัมประสิทธิ์การดูดกลืนพลังงานเชิงมวล โดยใช้การ

คำนวณด้วยโปรแกรม XCOM¹³ และ เลือกคุณสมบัติทางกายภาพที่สามารถปรับแต่งรูปร่างได้ง่ายมีความสะดวกในการนำมาใช้งาน ออกแบบ และผลิต หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อทั้งในรูปเป็นแผ่นเรียบขนาดความหนาต่าง ๆ หรือทำต้นแบบเป็นส่วนต่างๆ โดยเลียนแบบร่างกายของมนุษย์ แล้วนำมาสร้างแม่พิมพ์ซิลิโคนก่อนผลิตโดยหล่อหุ่นด้วยวัสดุที่ทดสอบแล้ว การประเมินหลังการผลิตพิจารณาจากค่าการลดทอนและดูดกลืนรังสีในตัวกลางที่รังสีผ่านเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน โดยการถ่ายภาพรังสีที่เทคนิคเท่ากันแล้วเปรียบเทียบความดำ กับภาพรังสีของหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐานที่มีขนาดเท่ากัน โดยใช้สถิติเพื่อหานัยสำคัญของข้อมูล จากนั้นนำไปทดลองสร้างตารางเทคนิค¹⁴⁻¹⁶ และทดลองถ่ายภาพหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อที่ผลิตและหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐานโดยวัดค่าปริมาณรังสีที่ช่วยลดอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีที่ติดตั้งไว้หน้าหลอดเอกซเรย์ (dose area product meter) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า mAs ตั้งแต่ 12-32 และเลือกภาพรังสีที่ยังคงให้ความดำเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและรังสีแพทย์ประเมินว่าเห็นส่วนต่างๆ ได้ดีสามารถวินิจฉัยได้ เพื่อแสดงความสามารถในการลดปริมาณรังสีจากการทดสอบโดยใช้หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อต่อไป

ผลการทดลอง

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อที่มีมากกว่าธาตุอื่นคือ คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน จึงเลือกศึกษาสารที่มีองค์ประกอบของธาตุหลักใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อนี้ โดยเลือกวัสดุที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงเป็นหลักในการทดลองและมีค่าความหนาแน่นของสารประกอบที่น่าจะใช้งานได้และเลือกมาศึกษาโดยมีข้อมูลพื้นฐานดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของธาตุและความหนาแน่นของสารที่จะเลือกใช้ผลิตหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อ

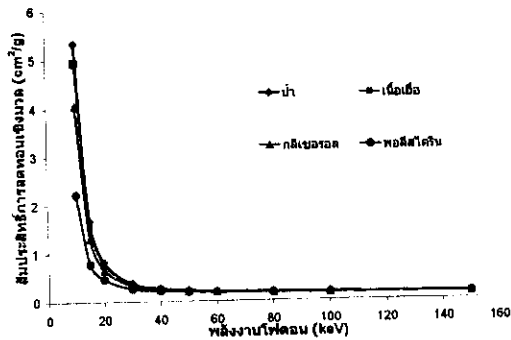
ชื่อสาร	สัดส่วนโดยน้ำหนัก	ความหนาแน่น(กรัม/ซม ³)
เนื้อเยื่อ	H10.45, C23.22, O63.02	1.00
น้ำ	H11.2, O88.81	1.00
พอลิสไตรีน	H7.70, C92.3	1.06
กลีเซอรอล	H8.76, C39.13, O52.12	1.26

จากการศึกษาได้ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล และสัมประสิทธิ์การดูดกลืนพลังงานเชิงมวลของสารที่เลือกมามีค่าใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2 ซึ่งจะเห็นว่าสารที่เลือกมาสามารถใช้ผลิตหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อได้ แต่สารที่เหมาะสมและสามารถใช้ผลิตเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ดีที่สุดคือ พอลิสไตรีน ดังนั้นจึงผลิตแผ่นพอลิสไตรีนเพื่อใช้ทดสอบความเป็นสมมูลเนื้อเยื่อดังรูปที่ 3 ผลจากการนำแผ่นพอลิสไตรีนหนา 18 ซม. ไปถ่ายภาพรังสีด้วยเทคนิค 76 kVp 200 mA 0.10 sec ได้ค่าความดำเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 ± 0.13 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความดำเฉลี่ยของหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐานที่ความหนาและเทคนิคเดียวกัน คือ 1.41

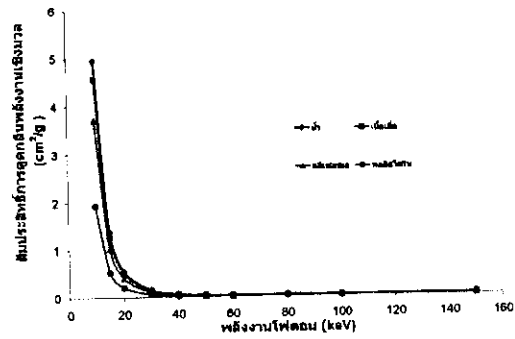
เมื่อนำหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อแบบแผ่นที่ทำจากพอลิสไตรีนไปถ่ายภาพ ด้วยการใช้ความหนาขนาดต่างๆ และเลือกใช้เทคนิคโดยอาศัยหลักการ เปลี่ยนแปลงค่า kVp ตามความหนาที่เพิ่มขึ้น หรือ ลดลง 2 kVp ต่อเซนติเมตร เพื่อสร้างตารางเทคนิคสำหรับถ่ายภาพรังสีส่วนท้อง และช่องเชิงกราน แบบเปลี่ยนแปลงค่า kVp โดยใช้หลักการคำนวณค่า kVp จากความหนาของส่วนที่ถ่ายภาพคือ kVp เท่ากับค่าคงที่เท่ากับ 40 เมื่อเป็นวัสดุที่ไม่กันรังสีสูงมากนัก บวกกับ 2 kVp ต่อ เซนติเมตร และเมื่อใช้การกำหนดความดำที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 1.2-1.5¹⁷ ได้ตารางเทคนิค ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การใช้หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อที่ผลิตขึ้น ในการสร้างตารางเทคนิคแบบเปลี่ยน แปลงค่า kVp สำหรับส่วนท้องและช่องเชิงกราน

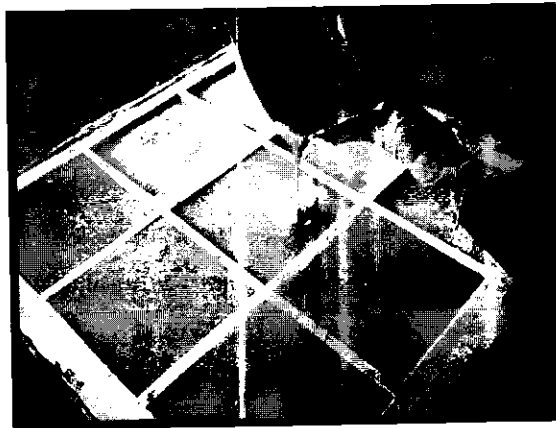
ความหนา(ซม)	kVp	mAs
14	68	20
15	70	20
16	72	20
17	74	20
18	76	20
19	78	20
20	80	20
21	82	20
22	84	20



รูปที่ 1 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของน้ำ, เนื้อเยื่อ กลีเซอรอลและพอลิเอทิลีน



รูปที่ 2 สัมประสิทธิ์การดูดกลืนพลังงานเชิงมวลของน้ำ เนื้อเยื่อ, กลีเซอรอลและพอลิเอทิลีน



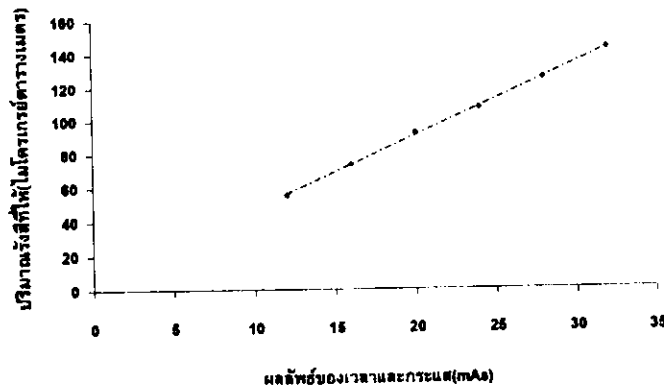
รูปที่ 3 การผลิตแผ่นพอลิเอทิลีนสมมูลเนื้อเยื่อโดยใช้พิมพ์ซิลิโคน

เมื่อนำหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อ ที่ผลิตได้และ หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐาน ไปถ่ายภาพรังสี ด้วยเทคนิคสำหรับถ่ายภาพส่วนท้อง และ ช่องเชิงกราน และ วัดค่าปริมาณรังสีที่ได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่า mAs ได้ความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีที่ให้กับค่า mAs ดังรูปที่ 4 โดยภาพรังสีที่ให้ค่าความดำ และ คุณภาพที่เหมาะสม สามารถวินิจฉัยได้ คือรูปที่ 3 ใช้ mAs เท่ากับ 20 ถึง 32 ดังแสดงในรูปที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้จัดเป็นนวัตกรรม เพื่อผลิตหุ่นจำลอง สมมูลเนื้อเยื่อขึ้นใช้เองในประเทศ เพื่อ ให้มีหุ่นจำลอง สมมูลเนื้อเยื่อสำหรับใช้ในงานด้านการประกันคุณภาพทางรังสี

และ การป้องกันอันตรายจากรังสี ในการผลิตแผ่นสมมูล เนื้อเยื่อได้มีความพยายาม ในการเลือกสารหลายชนิด มาก่อน เช่น ซีฟิ่ง พาราฟิน¹⁵ แผ่นพอลิเอทิลีน¹⁶ เป็นต้น ซึ่งพบว่าการใช้ซีฟิ่งมีช่วงแข็งตัวเร็ว และ ไม่สามารถผสม สารอื่นเพิ่มเติมได้ หากต้องการปรับค่าการดูดกลืนรังสี การใช้พอลิเอทิลีนมีข้อจำกัดในการจัดรูปร่าง เนื่องจาก เป็นแผ่นแข็งสำเร็จรูป ในการศึกษาที่สารแต่ละชนิดจะมี ค่าความหนาแน่น สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล และ สัมประสิทธิ์การดูดกลืนพลังงานเชิงมวลใกล้เคียงกันมาก ดังตารางที่ 1 รูปที่ 1 และรูปที่ 2 แต่เราเลือกใช้พอลิเอทิลีน ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้ในการผลิต หุ่นจำลอง สมมูลเนื้อเยื่อ ได้แก่ คงตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ขึ้นรูปได้ง่าย มีช่วงระยะเวลาแข็งตัวพอเหมาะ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า mAs กับปริมาณรังสีที่ได้รับหรือค่า DAP



รูปที่ 5 ภาพรังสีหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐานเมื่อใช้ mAs เท่ากับ ก.20 ข.24 และ ค.32

ค่าความดำเฉลี่ยของภาพรังสีในการเปรียบเทียบอยู่ในช่วง 1.2-1.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการดูกระดูกและเนื้อเยื่อบริเวณท้องและช่องเชิงกราน พบว่า เมื่อถ่ายภาพรังสีที่เทคนิคเดียวกันคือ 72 kVp 200 mAs 0.1sec ความดำของภาพรังสีหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อที่ผลิต และหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาสามารถสร้างตารางเทคนิคแบบเปลี่ยนแปลงค่า kVp สำหรับส่วนท้องและช่องเชิงกรานซึ่งมักมีปัญหาในการปรับเทคนิคในการถ่ายภาพ เนื่องจากมีขนาดและความหนาต่างกันไปในแต่ละคนดังตารางที่ 2 ซึ่งจากหลักการเดียวกันนี้ได้นำไปสร้างตารางเทคนิคในห้องถ่ายภาพรังสี ของโรงพยาบาล ซึ่งโดยปกติใช้ค่า mAs สูงทำให้ภาพมีความดำมาก การใช้หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อในการสร้าง

ตารางเทคนิคใหม่ช่วยยืนยันได้ว่าจะได้ภาพรังสีที่คงคุณภาพ และให้ความเหมาะสม โดยสามารถลด mAs ลงได้ดังรูปที่ 4 และ 5 ซึ่งแสดงว่าผู้ป่วยจะได้รับรังสีลดลงด้วย จากรูปที่ 5 จะเห็นว่าเมื่อใช้ mAs เท่ากับ 20, 24 และ 32 ดังรูป ก ข และ ค ตามลำดับให้ภาพที่มีความดำอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและใช้วินิจฉัยได้เช่นเดียวกัน แต่ค่าปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพจากรูปที่ 4 เพิ่มขึ้นจากที่ 20 mAs เป็น 16.18 และ 54.44 เปรอร์เซ็นต์ที่ 24 และ 32 mAs ตามลำดับ จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อนี้สามารถใช้ในการผลิตหุ่นจำลองรูปร่างต่างๆ ดังตัวอย่างการผลิต^{19,20} ดังรูปที่ 6 ซึ่งสามารถจัดทำเป็นแบบเฉพาะส่วน¹⁹ ดังรูปที่ 7 หรือแบบทั้งร่าง²⁰ ดังรูปที่ 8 หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อดังกล่าวแล้วทั้งหมดเมื่อนำไปทดสอบโดยการถ่ายภาพ

รังสีพบว่าสามารถใช้งานได้ดีเช่นเดียวกับหุ่นจำลอง
สมมูลเนื้อเยื่อมาตรฐานจากต่างประเทศ¹⁴⁻²⁰ ซึ่งมีราคา
แพงมาก จึงนับว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

ในการให้บริการ และการป้องกันอันตรายจากรังสีได้
เป็นอย่างดี



ก. ดันแบบหุ่นส่วนแขน
และขา



ข. ดันแบบหุ่นส่วนลำตัว



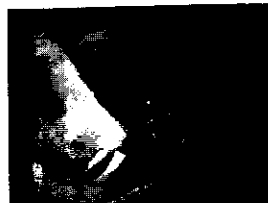
ค. แม่พิมพ์ส่วนขา



ง. แม่พิมพ์ส่วนลำตัว



จ. การวางกระดูกใน
พิมพ์ส่วนอก



ฉ. การวางกระดูกใน
แม่พิมพ์ส่วนท้องและ
ช่องเชิงกราน



ช. ขึ้นงานก่อนแต่งสี



ซ. ขึ้นงานพ่นสีแล้ว

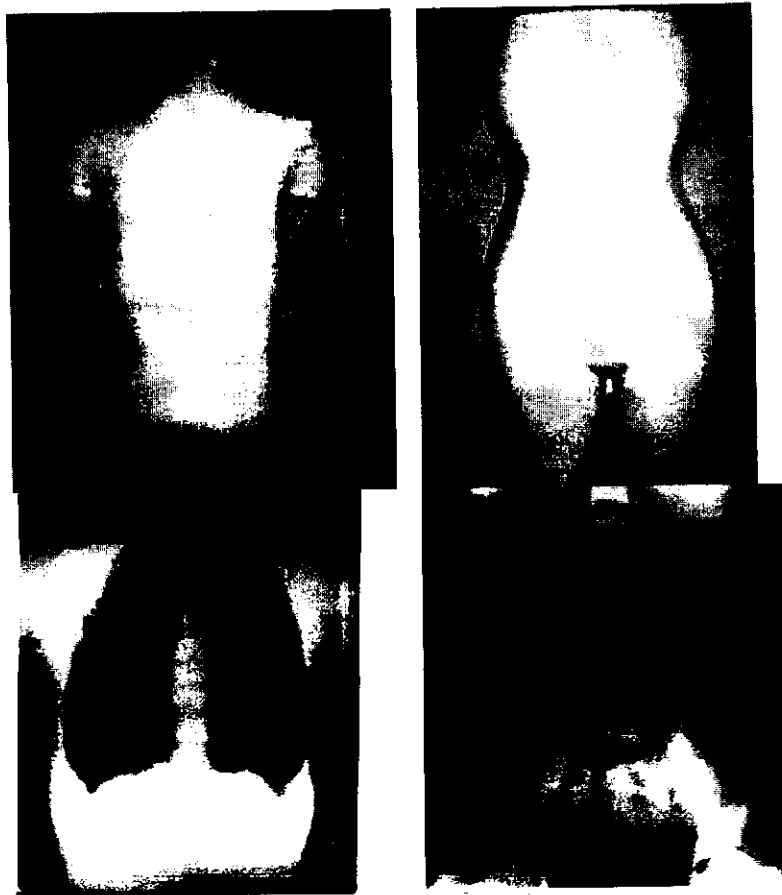


ท. การผลิตแม่พิมพ์ศีรษะ



ฐ. การผลิตแม่พิมพ์
กระดูกสันหลัง

รูปที่ 6 ขั้นตอนการผลิตหุ่นจำลองส่วนแบบและลักษณะต่าง ๆ^{19,20}



รูปที่ 7 หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อเฉพาะส่วนและภาพรังสีของหุ่นจำลองแต่ละส่วน¹⁹



รูปที่ 8 หุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อทั้งร่างที่ผลิตขึ้น²⁰

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการ
โครงการงานอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่าย 5 หรือ
อุตสาหกรรม ระหว่างปี 2546-2548.

เอกสารอ้างอิง

1. International Commission on Radiation Units and Measurements. ICRU Report number 44. Tissue Substitutes in Radiation Dosimetry and Measurement. Maryland : Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1989 : 3.
2. สุชาติ โกทัญญ์ อุทุมมา มัชฌะณัม ลดาวัลย์ ตรียะพัฒนาพร, หัสฤกษ์ เนียมอินทร์. การศึกษาสำรวจเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องเอกซเรย์ในเขตสาธารณสุขเขต 10 ตามข้อกำหนดของ NCRP (NCRP report No.99). การประชุมวิชาการเนื่องในโอกาสสถาปนาคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครบรอบ 25 ปี, 2544.
3. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford : Pergamon Press, 1991 : 9.
4. อุทุมมา มัชฌะณัม การลดปริมาณรังสีที่ไม่จำเป็นต้องให้กับผู้ป่วย. การประชุมวิชาการเนื่องในโอกาสสถาปนาคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครบรอบ 25 ปี , 2544 .
5. Statkiewicz-Sherer MA, Visconti PJ, Ritenour ER. Radiation Protection in Medical Radiography. 3rded. St Louis : Mosby, Inc., 1998 : 6 -7.
6. Seeram E. Radiation Protection. Philadelphia : Lippincott, 1977 : 203-20.
7. Dowd SB. Practical Radiation Protection and Applied Radiobiology. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1994 : 176-203.
8. Grover SB, Kumar J, Gupta A, Khanna L. Protection Against Radiation Hazards: Regulatory Bodies, Safety Norms, Dose Limits and Protection Devices. Ind J Radiol Imag 2002; 12(2) :157-167.
9. VirginiaTech. "Environmental, Health and Safety Surdives:Chap.5" (online). Available:<http://www.ehss.vt.edu/Programs/RSD/Xray/xray05.htm> (21 July 2006).
10. U.S.Food and Drug Administration. "The Picture of Health" (online). Available:http://www.fda.gov/fdac/features/1999/199_xray.html (25 July 2006).
11. Health Physics Society. "X-ray Equipment and Issues-Lead Apron".(online). Available:<http://hps.org/publicinformation/ate/q1827.html> (22 July 2006)
12. BC Center for Disease Control. "Proper Selection , Care, Quality Control and Disposal of Lead Aprons". (online) Available:.<http://k:\inbasket\lrs\lrs\in\in#10-aprons.doc> (21 July 2006).
13. Berger MJ, Hubbell JH, Seltzer SM, Chang J, Coursey JS, Sukumar R., Zucker DS. National Institute of Standards and Technology. XCOM: Photon Cross Sections Database. (online) Available:<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/XCOM.html> "X-ray Mass Attenuation Coefficient"(online) Available:.<http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoeff/tab4.html> (21 July 2006)
14. ทศพร อัมภา อูทุมมา มัชฌะณัม ขวัญชัยรัตน์เสถียร. การผลิตวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อเพื่อใช้ในการสร้างตารางเทคนิคสำหรับการถ่ายภาพรังสีวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2543 ; 33(1) : 20-8.
15. Maghanemi U, Ratanasthien K. Graphical Presentation of Radiographic Exposure for Technique Chart Establishing and Dose Approximation Modified from Water Phantom. Proceeding of Poster Presentation at the 14 th Asian Conference of Radiographers and Radiological Technologists; 19-22 August 2003; Siam City Hotel, Bangkok, Thailand, 2003:

- 150-1.
16. Maghanemi U, Ratanasthien K. Production of low Cost Human Tissue Equivalent Abdominal Phantom for Exposure Technique Chart Establishing. Proceeding of Poster Presentation at the 14 th Asian Conference of Radiographers and Radiological Technologists. 19-22 August 2003; Siam City Hotel, Bangkok, Thailand, 2003: 152-3.
 17. Carlton RR, Adler AM. Principles of Radiographic Imaging : An Art and a Science. 2nd ed. Washington : Delmar Publishing, 1966:366 and 480.
 18. จิตติภรณ์ สมพรหมปัน การวัดปริมาณรังสีในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกของหุ่นจำลอง ภาคนิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต(รังสีเทคนิค) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543.
 19. อัญชนา ทวีทวากร อุมาพร เป็งกาสิทธิ์ ขวัญชัย รัตนเสถียร อุทุมมา มัชฌะเนมิ การออกแบบการผลิตและประเมินหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อส่วนทรวงอก ส่วนท้องและช่องเชิงกราน สำหรับการถ่ายภาพรังสี. รวบรวมผลงานโครงการที่ได้รับทุน IRPUS ประจำปี 2546, หน้า 54-5.
 20. วสุ รุ่งส่องแสง ขวัญชัย รัตนเสถียร อุทุมมา มัชฌะเนมิ การออกแบบ การผลิตและประเมินหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อรูปคนสำหรับการถ่ายภาพรังสี รวบรวมผลงานโครงการที่ได้รับทุน IRPUS ประจำปี 2547, หน้า 48-9.

นิพนธ์ต้นฉบับ

การออกแบบ ผลิต และประเมินตู้ดูภาพรังสีเต้านมเอกประสงค์

อุทุมมา มั่นะเนมิ* และ ขวัญชัย รัตนเสถียร**

บทคัดย่อ

ภาพรังสีเต้านมเป็นภาพที่มีค่าเปรียบต่างและมีรายละเอียดมากกว่าภาพรังสีทั่วไป จึงต้องใช้ตู้ดูภาพรังสีเต้านม โดยเฉพาะ แต่เนื่องจากมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงไม่มีใช้แพร่หลายนัก ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะผลิตตู้ดูภาพรังสีเต้านมที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลแต่ราคาถูกกว่าด้วยวัสดุที่หาได้ในประเทศ โดยออกแบบให้ตัวตู้มีส่วนที่สามารถใช้สำหรับดูภาพรังสีเต้านมและภาพรังสีทั่วไปโดยใช้หลอดไฟแสงเงิน 3 หลอด ขนาด 18 วัตต์ กำลังส่องสว่าง 20,000 แคนเดลาต่อตารางเมตรมีอุณหภูมิแสง 12,000 เคลวิน วัสดุสะท้อนแสงเลือกใช้แผ่นอะคริลิกสีขาว ปรับมุมสะท้อนแสงซ้ายขวาที่ 45 องศา วัดกำลังส่องสว่างและความสม่ำเสมอของแสงบนหน้าพื้นผิวสำหรับดูภาพได้กำลังส่องสว่าง 3316 แคนเดลาต่อตารางเมตร ความไม่สม่ำเสมอมีค่าความแปรปรวนน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการผลิต โดยเลือกใช้ไฟเบอร์กลาสเป็นส่วนโครงสร้างมีรูปร่างตามความต้องการ สำหรับอุปกรณ์ยึดภาพรังสีใช้ระบบยึดด้วยแม่เหล็กฝังในไฟเบอร์กลาส ด้านข้างส่วนหน้าของตู้ดูภาพรังสีออกแบบให้สามารถสอดฟิล์มเข้าไปด้านซ้าย-ขวาและบนล่างประมารด้านละ 2.6 เซนติเมตร ตู้ดูภาพที่ได้มีขนาดพื้นที่ดูฟิล์มขนาด 35.6 คูณ 43.2 เซนติเมตร เมื่อผลิตแล้วนำมาประเมินโดยการวัดค่ากำลังส่องสว่างเมื่อเปิดครบทุกหลอดได้ค่าประมาณ 3600 แคนเดลาต่อตารางเมตร และความสม่ำเสมอเท่ากับ 4.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตู้ดูภาพรังสีเต้านมตู้ดูภาพรังสีสามารถใช้ดูภาพรังสีเต้านมได้ 2 คู่ ในส่วนบน 1 คู่ และส่วนล่าง 1 คู่ การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างระหว่างตู้ที่ผลิตขึ้นเพื่อประโยชน์ในการใช้งานร่วมกัน มีค่าแตกต่างกัน 5.9 เปอร์เซ็นต์ จึงสรุปได้ว่าตู้ดูภาพรังสีที่ผลิตขึ้น มีค่ากำลังความส่องสว่างและความสม่ำเสมอของแสงอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ ตามที่องค์กรและสถาบันต่างประเทศกำหนด ผลจากการประเมินความสามารถในการแยก รายละเอียดของตู้ดูภาพรังสีที่ผลิตขึ้นกับตู้ดูภาพรังสีที่ใช้ทั่วไป พบว่าตู้ดูภาพรังสีที่ผลิตขึ้นช่วยให้เห็นรายละเอียด ได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถใช้ภาพรังสีเอกประสงค์นี้ได้สำหรับการดูภาพรังสีทั่วไป และใช้เป็นชุดตู้ดูภาพรังสีสำหรับการดูภาพรังสีในการถ่ายภาพรังสีเต้านมได้อย่างมีมาตรฐานดี วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 64-70.

คำรหัส : ค่าเปรียบต่าง ภาพรังสี ภาพรังสีเต้านม ไฟเบอร์กลาส ความเข้มแสง กำลังส่องสว่าง

*ภาควิชารังสีเทคนิค, **ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract : Design, production and evaluation of multipurpose mammography viewer.

Utumma Maghanemi* and Kwanchai Ratanasthien**

Mammograms are radiograms with high contrast film for more details than other general radiograms. The special viewer is needed for mammography viewing process but due to its expensiveness and must be imported from foreign countries; it is not widely used in the mammography clinic. We are interested design and production of mammography viewer in conformation with international standard with local materials for cheaper price. The viewer was designed to be used for viewing of both mammogram and general radiogram. Three silver light fluorescence lamps with 18 watt 20,000 candelas per square meter luminance and color temperature at 12,000 Kelvin were used as light sources. White acrylic sheet with 4 mm thickness was used for reflector using 45 degree for left and right side angular reflectors. The experimental results were used for the production of light source of the viewer. Main structures of multipurpose mammography viewers were made from fiberglass for modern trend of design. Film holders were designed by using magnetic system underneath the fiberglass cover to sandwich the film at all 4 sides of viewer, spotlight was equipped at basement of viewer. Radiogram can be inserted underneath the side cover of viewer for about 2.6 centimeter at all 4 sides. The 35.6 by 43.2 centimeter viewer can accommodate one 35.6 by 43.2 centimeter chest film or 4 of 20.3 by 25.4 centimeter mammograms at the same time. The light intensities were evaluated after production to be approximately at 3600 candelas per square meter with 4.7 percent coefficient of variation. The comparison of light intensities between viewers has no significant different in light intensities with 5.9 percent coefficient of variation. Our viewers are in conformation with international standard and in comparison with general viewers they are able to significantly increase visualization. We are concluded that our viewers are suitable for both general purpose viewers and mammography viewers with international standard and can be used as multipurpose viewer. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2006; 39: 64-70.

Key word : Contrast, Mammogram, Radiogram, Fiberglass, Intensity, luminance.

*Department of Radiologic Technology and **Department of Medical Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University.

บทนำ

มะเร็งเต้านม เป็นมะเร็งที่พบมากเป็นอันดับ 2 ของมะเร็งในสตรีไทยรองจากมะเร็งปากมดลูก โดยมีอัตราเสียชีวิต 163 คนในประชากร 1,000,000 คน¹ และมี

แนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามความเจริญในแบบตะวันตก นอกจากนั้นยังพบว่าหากตรวจพบมะเร็งเต้านมได้ในระยะแรกผู้ป่วยมีโอกาสรักษาสูงมากถึงร้อยละ 90-95 ในระยะที่สองเป็นระยะที่โรคเริ่มกระจายไปที่

ต่อมน้ำเหลืองแล้ว โอกาสหายจะลดลงครึ่งหนึ่งเหลือร้อยละ 50 และ ในระยะที่สามจะลดลงเหลือร้อยละ 20 ส่วนระยะที่สี่ถ้าผู้ป่วยได้รับการรักษาตามหลักวิชาการ และได้รับความร่วมมือที่ดีจากผู้ป่วยและญาติ โอกาสที่จะมีชีวิตรอดอยู่ในช่วงเวลา 5 ปีมีเพียงร้อยละ 5-10 เท่านั้น² ดังนั้นการตรวจพบมะเร็งเต้านมในระยะแรกจึงมีความสำคัญมาก วิธีการตรวจวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมระยะแรกที่ได้รับการยอมรับ และ มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ การตรวจโดยการถ่ายภาพรังสีเต้านม³ แต่เนื่องจากมะเร็งเต้านมระยะแรกมีรอยโรคขนาดเล็กมากและมีความยากต่อการตรวจพบ จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ในทุกขั้นตอนของกระบวนการตรวจ ขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งหนึ่งในการวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมของรังสีแพทย์คือขั้นตอนการดูภาพรังสีสำหรับการอ่านภาพรังสี ซึ่งจำเป็นต้องใช้ชุดอุปกรณ์เฉพาะ สำหรับการอ่าน ได้แก่ ตัวดูภาพรังสีชนิดพิเศษ, เลนส์ขยาย และ ไฟสำหรับส่องดูรอยโรคเฉพาะที่เนื่องจากภาพรังสีเต้านม มีช่วงของค่าเปรียบต่างกว้าง และมีรายละเอียดมากกว่าภาพรังสีทั่วไป ถ้าใช้ตัวดูภาพรังสีสำหรับดูภาพรังสีทั่วไป อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการวินิจฉัยได้ง่าย การมีชุดอุปกรณ์เฉพาะ สำหรับการดูภาพรังสีเต้านมนั้น เพื่อให้สามารถเห็นรอยโรคที่มีขนาดเล็กได้ และเพื่อให้ประสิทธิภาพในการตรวจพบมะเร็งเต้านมในระยะแรกมีมากขึ้น หรือ มีความคลาดเคลื่อนน้อยลง^{4,7}

ตามนโยบายของกระทรวงสาธารณสุข ได้มีการดำเนินการให้โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลประจำจังหวัด และศูนย์มะเร็งทั่วประเทศมีเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านมเพื่อลดอุปสรรคการเกิดมะเร็งเต้านมในประเทศ⁸ เพื่อลดผลกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจและสังคม โรงพยาบาลและหน่วยงานต่างๆ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยสำหรับการดูภาพรังสีเต้านม ผู้วิจัยได้ออกแบบผลิต และ ประเมินชุดอุปกรณ์สำหรับอ่านภาพรังสีเต้านมขึ้น เพื่อให้มีมาตรฐาน และประสิทธิภาพในการใช้งานโดยอ้างอิงมาตรฐานขององค์กรสากลต่างๆ ที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ ทั้งนี้เพราะการประกันคุณภาพและสถานะในการดูภาพรังสีเต้านม ช่วยลดข้อผิดพลาดในการวินิจฉัย⁹⁻¹² แสงไฟจากตัวดูภาพรังสีสำหรับอ่านภาพ

รังสีเต้านมควรมีค่าอย่างน้อย 3,000 แคนเดลาต่อตารางเมตร แสงไฟจากตัวดูภาพรังสีทั้งหมดทุกส่วนในตัวเดียวกันค่าที่อ่านได้ควรมีความแตกต่างกันไม่เกิน $\pm 10\%$ แสงไฟจากตัวดูภาพรังสีที่จะใช้งานเป็นชุดเดียวกันค่าที่อ่านได้ควรมีความแตกต่างกันไม่เกิน $\pm 30\%$ และแสงไฟจากภายนอกไม่ควรเกิน 50 ลักซ์ ดังนั้นบริเวณที่ติดตั้งตัวดูภาพรังสีสำหรับการอ่านภาพรังสีควรคำนึงถึงแสงรบกวนจากภายนอก โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกันแสงรบกวนจากภายนอกด้วย

วัสดุอุปกรณ์

หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแสงสีเงินขนาด 18 วัตต์ กำลังส่องสว่างประมาณ 20,000 แคนเดลาต่อตารางเมตร อุณหภูมิแสง 12,000 เคลวิน เครื่องมือวัดแสง แผ่นพลาสติกสีขาว กระดาษเคลือบมันสีเงิน แผ่นอะลูมิเนียม แผ่นอะคริลิก แผ่นสเตนเลส ชุดน้ำยาสำหรับผลิตฟอสฟอไรต์เรซิน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง สำหรับการผลิตไฟเบอร์กลาส

วิธีการทดลอง

การออกแบบตัวดูภาพรังสีเต้านม ส่วนโครงตัวดูภาพใช้วัสดุไฟเบอร์กลาส เพื่อสามารถสร้างรูปแบบตามต้องการ และกำหนดสีของอุปกรณ์ได้ง่าย มีความแข็งแรงและสวยงาม ส่วนบนควรมีหลังคาเพื่อกันแสงรบกวนจากภายนอก เลือกทดสอบวัสดุที่จะใช้ทำเป็นส่วนสะท้อนแสง และ กระจายแสงของตัวดูภาพรังสีเต้านมโดยเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติสะท้อนแสงดี เช่น กระดาษสีเงิน แผ่นสเตนเลส แผ่นอะลูมิเนียม และ แผ่นอะคริลิกสีขาว หลังจากนั้นออกแบบ และ ผลิตเป็นส่วนดูภาพโดยมีอุปกรณ์สำหรับตรึงภาพรังสีให้อยู่ติดหน้าจอภาพด้วยระบบแม่เหล็ก เพื่อให้ตัวดูภาพรังสีมีความเนียนไม่มีรอยเกะกะจากอุปกรณ์ตรึงภาพรังสี ส่วนส่องสว่างตัวดูภาพรังสีออกแบบประกอบใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ชนิดแสงสีเงิน ขนาด 18 วัตต์ อุณหภูมิแสงไฟ 12,000 เคลวิน กำลังส่องสว่างประมาณ 20,000 แคนเดลาต่อตารางเมตร จำนวน 3 หลอดสำหรับตัวขนาด 35.5 X 43 ซม. เพื่อให้มีความเข้มแสงมากกว่า 3,000 แคนเดลาต่อ

ตารางเมตร เมื่อออกแบบชุดสะท้อนแสง และ กระจายแสงแล้ว ทดลองปรับตำแหน่งหลอดไฟ ให้ความเข้มแสงสม่ำเสมอมากที่สุด แล้วทดสอบ และ ประเมินตัวคุณภาพรังสีเต้านมที่ผลิตขึ้น ด้วยอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบค่าความสม่ำเสมอของแสงที่ผลิตขึ้นแล้วประเมินความสามารถในการแยกรายละเอียด โดยให้นักรังสีเทคนิค 10 คน ดูภาพรังสีของหุ่นจำลองมาตรฐาน ที่ใช้ทดสอบภาพรังสีเต้านม ร่วมกับการใช้แบบประเมิน¹³ เปรียบเทียบระหว่างตัวคุณภาพที่ผลิตขึ้น กับตัวคุณภาพรังสีที่ใช้ทั่วไป

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบวัสดุ ที่นำมาใช้เป็นส่วนสะท้อนแสง และ กระจายแสงของตัวคุณภาพรังสีเต้านม แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งวัสดุที่คัดเลือกได้คือแผ่นอะคริลิกสีขาว นำมาปรับมุม และ ระดับการวางหลอดไฟได้มุม และตำแหน่งที่

เหมาะสมดังรูปที่ 1 ซึ่งใช้ 3 หลอดสำหรับพื้นที่ขนาด 35.6 X 43.2 ซม. โครงสร้างส่วนตัวคุณภาพใช้ไฟเบอร์กลาส เพราะมีน้ำหนักเบา แข็งแรงและ ทนทาน สามารถขึ้นรูปเป็นลักษณะต่างๆและกำหนดสีได้ง่าย ออกแบบให้มีรูปร่างสวยงามความคงตัวในการตั้งวางใช้งานได้ดี สามารถวางเรียงกันเพื่อใช้เปรียบเทียบภาพรังสีได้ดังรูปที่ 2 ตัวคุณภาพรังสีเอกประสงค์ที่ออกแบบมีขนาดพื้นที่คูฟิล์มความกว้างคุณภาพสามารถดูภาพรังสีทั่วไป 1 ชุด ขนาด 35.6 X 43.2 ซม. สามารถใช้ดูภาพรังสีเต้านม 2 คู่ส่วนบน และ ส่วนล่าง ส่วนฐานเป็นส่วนบรรจุชุดควบคุมกระแสไฟฟ้าและใช้สำหรับวางตั้งกับพื้นได้อย่างคงตัวพื้นที่ส่องสว่างใช้แผ่นอะคริลิกหนา 4 มม. เป็นทั้งแผ่นกระจายแสงและ สะท้อนแสง ประเมินความส่องสว่างด้วยการวัดแสงที่พื้นที่คุณภาพในส่วนของความสม่ำเสมอของแสง



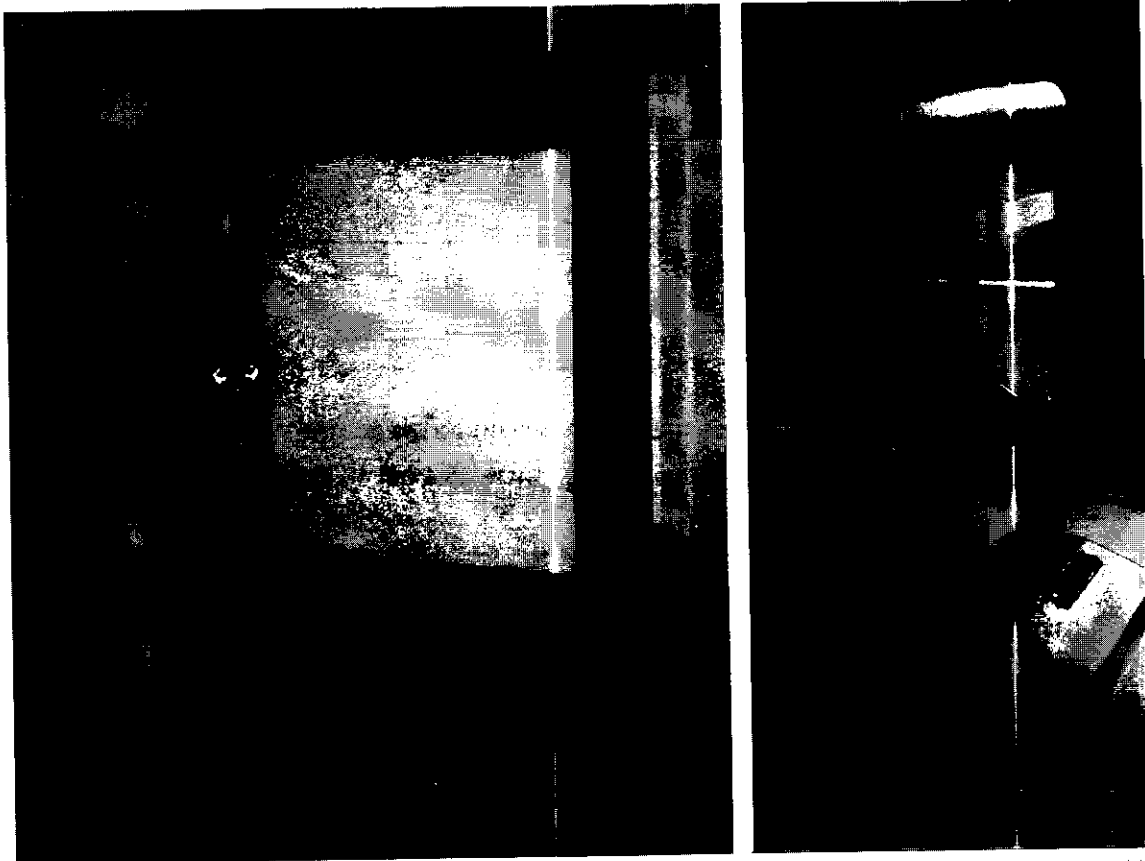
รูปที่ 1 โครงร่างของส่วนสะท้อนแสงและกระจายแสงและการวางหลอดไฟมองจากด้านหัวท้าย 3 หลอดสำหรับตู้ขนาด 35.6 คูณ 43.2 เซนติเมตร และ 2 หลอดสำหรับตู้ขนาด 25.4 คูณ 40 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 การทดสอบวัสดุที่นำมาใช้เป็นส่วนสะท้อนแสงและกระจายแสงของตัวคุณภาพรังสี

วัสดุ	ค่าเฉลี่ยกำลังส่องสว่าง (แคนเดลาต่อตารางเมตร)		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (แคนเดลาต่อตารางเมตร)		สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (เปอร์เซ็นต์)	
	25×40	35.5 × 43	25×40	35.5 × 43	25×40	35.5 × 43
กระดาษสีเงิน	3056	2642	410.2	98.2	13.42	3.72
แผ่นอะลูมิเนียม	2596	2444	200.5	251.5	7.72	10.29
แผ่นสเตนเลส	1546	1999	151.5	149.3	9.77	7.47
แผ่นอะคริลิกขาว	3333	3646	134.4	195.5	4.03	5.46

ตารางที่ 2 กำลังส่องสว่างและความสม่ำเสมอของแสงในส่วนต่างๆ ของตู้ดูภาพรังสี

ช่องดูภาพรังสีที่	กำลังส่องสว่าง แคนเดลาต่อ ตารางเมตร	ค่าความ แปรปรวน(%)	แสงจากภายนอก (ลักส์)	
			ปิดหลังคาตู้	เปิดหลังคาตู้
1 (บนซ้าย)	3664	4.8	32	80
2 (บนขวา)	3652	5.2	32	80
3 (ล่างซ้าย)	3658	3.9	33	78
4 (ล่างขวา)	3641	4.9	33	78
ค่าเฉลี่ย	3654	4.7	33	79



รูปที่ 2 ตู้ดูภาพรังสีเต้านมเอกประสาท

การประเมินความสามารถ ของตู้ดูภาพรังสี
ที่ผลิตขึ้นในการแยกรายละเอียด โดยนักรังสีเทคนิค 10
คน ดูภาพรังสีของหุ่นจำลองมาตรฐาน สำหรับทดสอบ

ภาพรังสีเต้านมร่วมกับการใช้แบบประเมิน¹³ เมื่อ
เปรียบเทียบกับตู้ดูภาพรังสีที่ใช้ทั่วไป พบว่าจะโดยรวม
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

โดยในส่วนของท่อน้ำนมและจุดเคลเซียมตู้ดูภาพรังสีเต้านมที่ผลิตขึ้น สามารถแยกรายละเอียดได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อขนาดเล็กกว่า 0.75 มม. และ 0.24 มม. ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลอง

ตู้ดูภาพรังสีที่ผลิตขึ้นมีส่วนดูภาพรังสีที่สามารถใช้งานได้ทั้งการดูภาพรังสีทั่วไป ภาพรังสีจากเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และ ภาพรังสีดิจิทัลอื่น ๆ ที่มีขนาดใหญ่ถึงขนาด 35.6x43.2 ซม. เปรียบเทียบกันมีค่าความแปรปรวนทั้งภายในและระหว่างพื้นที่ดูภาพรังสีเพียง 4.8 เปอร์เซ็นต์ โครงอุปกรณ์สะท้อนแสงทำด้วยไฟเบอร์กลาสผสมพลาสติกเพื่อให้หน้าหนักเบาและสามารถผลิตได้สะดวก การมีหลังคาสามารถช่วยป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอกได้⁴ ตู้ดูภาพรังสีนี้สามารถใช้งานได้แบบอเนกประสงค์ และ ต่อยอดเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าต่อไป โดยในด้านต้นทุนการผลิตตู้ดูภาพรังสีต้นแบบนี้ใช้ต้นทุนประมาณ 5,000 บาท ซึ่งมีราคาถูกกว่าตู้ดูภาพรังสีมาตรฐานจากต่างประเทศที่มีราคาหลายหมื่นบาทจนถึงหลายแสนบาท ในส่วนตู้ดูภาพรังสีทั่วไปเมื่อใช้สำหรับดูภาพรังสีเต้านมจะทำให้แสงจากตู้ดูภาพรบกวนการดูภาพของรังสีแพทย์เนื่องจากฟิล์มมีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ดูภาพ จึงควรมีอุปกรณ์บังแสงเป็นอุปกรณ์เสริม และ ควรมีอุปกรณ์สำหรับกำหนดขนาดจุดและแนวขยายกรณีที่ต้องการเน้นดูด้วย การมีไฟแสงสว่างแบบจุดหน้าเครื่องจะช่วยอำนวยความสะดวกแก่รังสีแพทย์เป็นอย่างดี

บทสรุป

ตู้ดูภาพรังสีเต้านมที่ผลิตขึ้น สามารถใช้ดูภาพรังสีเต้านม ภาพรังสีทั่วไป ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และ ภาพดิจิทัลอื่น ๆ มีกำลังส่องสว่างในทุกตู้มากกว่า 3,000 แคนเดลาต่อตารางเมตร และ ค่าความสม่ำเสมอดีมาก อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานขององค์กรนานาชาติที่เกี่ยวข้อง ส่วนหลังคาสามารถลดแสงรบกวนจากภายนอกได้ โครงตู้สามารถถอดแยกชิ้น ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย อุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นช่วยเพิ่มโอกาสในการวินิจฉัย และมีมาตรฐาน ดี สามารถใช้ทดแทนอุปกรณ์ราคาแพง

จากต่างประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ เป็นโครงการต่อยอด จากโครงการได้รับการสนับสนุนการวิจัย จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรมโครงการ "โครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาดรี ประจำปี 2548"

เอกสารอ้างอิง

1. Deerasamee S, Martin N, Sriamporn S et al .Cancer in Thailand,Vol 11,1992 -1994, IARC Technical Report No. 34.Lyon 1994 , p24.
2. มะเร็งเต้านม[ระบบออนไลน์]แหล่งที่มา <http://www.siamhealth.net/Disease/cancer/breastcancer.htm> (18 August 2006)
3. มะเร็งเต้านม [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา <http://www.elib-online.com/doctors/cancer-breast05.html> (18 August 2006)
4. Robson KJ, Kotre CJ , Faulkner K . An experimental investigation of the effect of light-box luminance on the detection of low contrast objects in mammography . Br J Radiol 1996; 69:153-9.
5. Kimme-Smith C, Haus AG, DeBruhl N, Bassett LW. Effect of ambient light and view box luminance on the detection of calcification in mammography. The American Journal of Roentgenology, Vol 168, p775-778, 1997
6. Hill S J, Faulkner K, Law J , Starritt H C. Film viewing condition in mammography. Br J Radiol 1997; 70:409-11.
7. Calvin F , Julia A B. Blinded review of retrospectively visible unreported breast cancer: An eye-position analysis. Radiology Online RSNA, 2001.
8. American College of Radiology. ACR practice guideline for the performance of screening mammography. American College of Radiology:

- 2004.
9. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images. Radiation Protection NO.91. European Commission: 1996
 10. International Atomic Energy Agency. Optimization of the radiological protection of patients image quality and dose in mammography (coordinated research in Europe). IAEA: 2005.
 11. World Health Organization. Quality assessment of diagnostic radiology service in 5 Latin American Countries. WHO: 2001
 12. McCarthy E, Brennan P C. Viewing conditions for diagnostic images in three major Dublin hospitals: a comparison with WHO and CEC recommendations. Br J Radiol 2003; 76: 94-97.
 13. Erica KW, Jennifer W. Procedures and documentation for mammography and quality management. USA. The McGraw-Hill Companies, 2000:119-20.
 14. กฤตณัฐ เชื้อมสามัคคี ขวัญชัย รัตนเสถียร และ อุทุมมา มัชฌะเนมิ. การออกแบบ การผลิต และ ประเมินชุดอุปกรณ์สำหรับการอ่านภาพรังสี เต้านม. รวบรวมผลงานโครงการที่ได้รับทุน IRPUS ประจำปี 2548 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม หน้า 330-1.

นิพนธ์ต้นฉบับ**การเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบ Self-stretching และ PNF technique
ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกดบริเวณจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อบ่าในเพศหญิง**

หนึ่งฤทัย บุญยัง* อาทิตย์ พวงมะลิ* และ ทศพร พิชัยยา*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธี self-static stretching และวิธี PNF stretching เทคนิค agonist contract relax (ACR) ต่อการเปลี่ยนแปลงการรับรู้ความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (pressure pain threshold; PPT) บริเวณจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อบ่า (upper trapezius) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยศึกษาในเพศหญิงช่วงอายุ 18-25 ปี (21.60 ± 0.69) จำนวน 30 คน แบ่งผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มเท่ากัน โดยการสุ่มจับฉลาก (randomization) ใช้เครื่องมือ pressure algometer ประเมินค่า PPT ของจุดกดเจ็บ โดยกลุ่มที่ 1 รักษาโดยวิธี self-static stretching กลุ่มที่ 2 รักษาวิธี PNF stretching เทคนิค ACR และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งจะไม่ได้รับการรักษาใดๆ จากนั้นวัดค่า PPT หลังการรักษาทันที, หลังการรักษา 5 นาที และ 15 นาที พบว่าการยืดกล้ามเนื้อวิธี PNF stretching และ self-static stretching มีค่า PPT เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ส่วนกลุ่มควบคุมหลังการรักษาไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า PPT และเมื่อเปรียบเทียบการรักษาทั้งสามกลุ่ม พบว่าการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธี PNF stretching มีค่า PPT หลังการรักษาเพิ่มขึ้น (28.96%) มากกว่าการยืดกล้ามเนื้อวิธี self-static stretching (24.04%) และกลุ่มควบคุม (1.10%) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการยืดกล้ามเนื้อวิธี PNF stretching ที่มีผลต่อการลดความเจ็บปวดบริเวณจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อบ่าได้ค่อนข้างดีกว่าวิธี self-static stretching และกลุ่มควบคุม ดังนั้นการยืดกล้ามเนื้อวิธี PNF stretching (ACR) จึงมีประสิทธิผลในการบรรเทาจุดกดเจ็บค่อนข้างดี จากการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์เป็นแนวทางในการบำบัดรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาจุดกดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อบ่า โดยสามารถทำการยืดกล้ามเนื้อได้ด้วยตนเองหรือประกอบกับการรักษาร่วมวิธีการอื่นๆ ต่อไป วารสารเทคนิคการแพทย์ เชียงใหม่ 2549; 39: 71-78.

คำรหัส : จุดกดเจ็บ, การยืดกล้ามเนื้อ, กล้ามเนื้อบ่า, ความเจ็บปวด, เทคนิค PNF

*ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract : The effect of self-stretching and PNF stretching on pressure pain threshold over the trigger point of upper trapezius muscle in women

Neungruthai Boonyoung*, Aatit Paungmali* and Todsaporn Pichaiya*

Myofascial pain over the trigger points of upper trapezius muscle is a common symptom affected most female population. The home program method such as stretching maneuvers has been recommended for pain relief. However, "which type of stretching technique is more effective?" is still inconclusive. The aim of this study was to determine the effect of self-static stretching and PNF stretching on pressure pain threshold (PPT) over the trigger point (TrP) of upper trapezius muscle. A randomized-controlled design was utilized in the study. Thirty women aged 18-25 years old (21.60 ± 0.69) were randomized into the treatment and control groups. PPT was measured on the TrP of upper trapezius with pressure algometer. Treatment group I ($n = 10$) was treated by self-static stretching, treatment group II ($n = 10$) was treated by PNF stretching (agonist-contract relax technique; ACR) and control group ($n = 10$) received no treatment. A series of PPT was measured immediately (0 minute), 5 and 15 minutes after treatment. Independent analysis of variance (ANOVA) and repeated measures ANOVA were used for data analysis. In the treatment group I and II, the PPT increased significantly after treatment ($p < 0.001$). In control group, there was no change of PPT ($p > 0.05$). Comparisons of a percentage change in PPT values between both treatment and control groups showed that PPT in the treatment group II increased by 28.96% which was higher than the treatment group I (24.04%) and the control group (1.10%). This result demonstrates an effectiveness of PNF stretching (ACR) for reducing pain than self-static stretching and control over TrP in the upper trapezius muscle. This study also demonstrates a specificity of the therapeutic effect by PNF stretching and suggests for using as a complementary self-treatment intervention at home or workplace for pain relief over the TrP of affected muscle. Bull Chiang Mai Sci 2006; 39: 71-78.

Key words : Trigger point, self-stretching, PNF stretching, pain, upper trapezius

*Department of Physical Therapy, Faculty of Associated medical Sciences, Chiangmai University

บทนำ

จุดกดเจ็บ (trigger point, TrP) ¹ คือจุดที่ทำให้เกิดอาการปวดได้ง่ายและไวต่อการกระตุ้น (hyperirritability) เนื่องจากเป็นจุดที่มีระดับขีดกันความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด

(pressure pain threshold; PPT) ที่ต่ำกว่าปกติ ซึ่งจุดกดเจ็บนี้สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ^{1,2} ชนิดแรกคือจุดกดเจ็บชนิดตื่นตัว (active TrP) เป็นจุดกดเจ็บที่แสดงอาการเจ็บออกมาในสภาวะปกติแม้ไม่มีแรงมากระทำ ชนิดที่สอง

คือจุดกดเจ็บชนิดแฝง (latent TrP) ซึ่งพบได้มากที่สุด ในบรรดาจุดกดเจ็บต่างๆ โดยเป็นจุดกดเจ็บที่จะแสดงอาการออกมาเมื่อมีแรงมากระทำหรือมากระตุ้นและมักทำให้เกิดอาการปวดร้าว (referred pain) ขึ้นมาได้เช่นกัน โดยจุดกดเจ็บดังกล่าวจะอยู่ภายในเส้นใยของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีลักษณะแข็งเกร็งเป็นลำตามแนวกล้ามเนื้อ (taut band) ในสภาวะปัจจุบันนี้ผู้คนส่วนใหญ่มักเกิดปัญหาจุดกดเจ็บได้ง่ายจากการบาดเจ็บสะสมเรื้อรังของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะท่าทางในกิจวัตรประจำวัน การทำงาน หรือการทรงท่าที่ไม่เหมาะสมติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ จนทำให้เกิดแรงเครียดหรือแรงเค้น (stress/strain) ขึ้น โดยเฉพาะแรงกระทำต่อกล้ามเนื้อบ่า (upper trapezius) และกระดูกสันหลังระดับคอ (cervical spine) นานๆ ไปก็จะทำให้เกิดการบาดเจ็บสะสมอย่างเรื้อรัง (cumulative micro-trauma) จากเหตุที่มีการบาดเจ็บซ้ำๆ ทีละเล็กทีละน้อยโดยไม่รู้ตัวนั่นเอง

สำหรับกลไกการเกิด TrP¹ นั้นมักเริ่มจากการที่กล้ามเนื้อทำงานซ้ำๆ จนได้รับอันตราย ซึ่งอาจเป็นการบาดเจ็บขนาดใหญ่ (macro trauma) หรือการบาดเจ็บขนาดเล็กๆ (micro trauma) ก็ได้ อันซึ่งทำให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ sarcoplasmic reticulum และมีแคลเซียมไอออน (Ca^{++}) รั่วออกมาและเมื่อทำงานร่วมกับ ATP จะส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อ actin จับกับ myosin มีผลให้กล้ามเนื้อเกิดการหดเกร็งตัวอยู่นานและขาดเลือดตามมา ผลต่อเนื่องที่ตามมาทำให้เนื้อเยื่อขาดพลังงานที่จะนำ Ca^{++} กลับเข้า sarcoplasmic reticulum ดังนั้นจึงกลายเป็นวัฏจักรที่ไม่สิ้นสุด (self-sustain cycle) เมื่อเป็นนานขึ้นเนื้อเยื่อส่วนหนึ่งในบริเวณกล้ามเนื้อที่มีลักษณะแข็งตึงเป็นลำ (taut band) ก็จะกลายเป็นจุดกดเจ็บ (TrP) ที่คลำได้คล้ายเป็นปุ่มก้อนขนาดประมาณ 3-6 มิลลิเมตร

สำหรับการรักษา TrP^{1,3} นั้นต้องพิจารณาถึงการตัดวงจรความเจ็บปวดและวงจรการเกิดจุดกดเจ็บ ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่นการใช้เข็มแทงลงไปที่ TrP และฉีดยาชาเฉพาะที่ หรือใช้ยาชาสเปรย์บนผิวหนัง ซึ่งคลุมกล้ามเนื้อบริเวณนั้นอยู่ นอกจากนี้การยืดกล้ามเนื้อ⁴ ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีอัตรายการเพิ่มความ

ยืดยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น (flexibility) ป้องกันการหดสั้นของกล้ามเนื้อ (muscle tightness) และช่วยส่งเสริมการไหลเวียนของโลหิต วิธีการยืดกล้ามเนื้อดังกล่าวนี้เป็นวิธีการที่ค่อนข้างปลอดภัย มีข้อแทรกซ้อนน้อยและเป็นวิธีการบำบัดรักษาที่ไม่รุนแรง ซึ่งถ้าพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของ TrP จะพบว่ามึกล้ามเนื้อแข็งเกร็งเป็นลำ (taut band) ซึ่งเมื่อยืดกล้ามเนื้อให้เกิดการคลายตัวออกก็น่าจะมีผลต่อการไหลเวียนโลหิตอันจะช่วยลดความเจ็บปวดจากจุดกดเจ็บได้ ดังนั้นการรักษาด้วยวิธีนี้ก็น่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการบำบัดรักษา TrP ได้เช่นกัน มีการศึกษาถึงผลของการยืดกล้ามเนื้อ⁵ พบว่าการยืดด้วยวิธีการยืดค้างไว้ (static stretching) สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อขาส่วนหลัง (hamstrings) ได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Sady et al⁶ ให้ผลการศึกษาที่แตกต่างออกไปโดยพบว่าวิธีการยืดแบบเทคนิค PNF สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อได้ดีที่สุด จากการศึกษาดังที่ได้กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าผลการศึกษายังเป็นที่ขัดแย้งกันอยู่ และล่าสุดการศึกษาของสุภัก⁷ ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบยืดค้างไว้ (static stretching) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับการรับรู้ความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (pressure pain threshold; PPT) บริเวณจุดกดเจ็บ (trigger point) พบว่าการยืดกล้ามเนื้อสามารถลดความเจ็บปวดบริเวณจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อบ่าได้ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบยืดค้างไว้ยังสามารถใช้เป็นวิธีการบำบัดรักษาผู้ที่มีปัญหาจุดกดเจ็บเบื้องต้นได้ โดยสามารถทำได้เองทั้งที่บ้านและที่ทำงาน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาควบคุมเปรียบเทียบถึงประสิทธิผลของการยืดกล้ามเนื้อบริเวณกล้ามเนื้อบ่า (upper trapezius) ซึ่งเป็นบริเวณมัดกล้ามเนื้อที่พบ TrP ได้บ่อยที่สุด⁸ ต่อตัวแปรของการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกดบริเวณจุดกดเจ็บระหว่างวิธีการยืดกล้ามเนื้อที่นิยมใช้ในทางคลินิก ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาควบคุมเปรียบเทียบการยืดกล้ามเนื้อด้วย 2 วิธีคือเทคนิคการยืดด้วยตนเองแบบยืดค้างไว้ (self-static stretching) กับแบบ PNF ในเทคนิค agonist contract-relax (ACR)^{9,10} ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับขีดทนความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (PPT) ทั้งภายหลังเสร็จสิ้นการยืด

ทันที (ในนาที่ที่ 0), นาที่ที่ 5 และนาที่ที่ 15 ซึ่งอาจจะบ่งชี้ถึงวิธีที่มีประสิทธิภาพต่อการลดลงของอาการเจ็บปวดจาก TrP สำหรับการตรวจประเมิน TrP ด้วยวิธีมาตรฐานนั้นสามารถใช้เครื่องมือ pressure algometry¹¹ ในการวัดระดับความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณ TrP ได้ นอกจากนี้พบว่าประชากรเพศหญิงเป็นกลุ่มที่มีพบปัญหาจุดกดเจ็บได้บ่อยและมีระดับขีดกันความรู้สึกเจ็บปวดที่ต่ำกว่าเพศชาย ดังนั้นจึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่น่าสนใจแก่การศึกษา^{11,12}

วัสดุและวิธีการ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมทางการวิจัยของสถาบันการศึกษา ซึ่งจากการศึกษานำร่องก่อนหน้านี้ (preliminary study) ชี้ให้เห็นว่าต้องใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนเป็นอย่างน้อยจึงจะทำให้เห็นความแตกต่างทางสถิติ (power analyses = 0.80, significant level of 0.05)^{7,13} โดยอาสาสมัครทุกคน (อายุเฉลี่ย 21.60 ± 0.69 ปี) ให้ความร่วมมือและลงนามในใบยินยอม (consent form) เพื่อเข้าร่วมการศึกษาวิจัยเกณฑ์ในการคัดเลือกคือไม่เคยได้รับอุบัติเหตุที่บริเวณบ่าหรือไหล่มาก่อน และมี latent TrP อย่างน้อย 1 จุดบนกล้ามเนื้อบ่า (upper trapezius) เกณฑ์ในการคัดออกคือผู้ที่ได้รับยาแก้ปวดหรือยาแก้แสบมาก่อนภายใน 8 ชั่วโมงก่อนการเข้ารับการทดสอบ หรือผู้ที่มีปัญหาในด้านการรับรู้ความรู้สึกและมีข้อควรระวังในการยืดกล้ามเนื้อ⁴

จากนั้นแบ่งกลุ่มอาสาสมัครที่ได้ออกเป็น 3 กลุ่มเท่าๆ กันโดยวิธีการสุ่มจับฉลาก (concealed envelop) และทำการวัดระดับขีดกันความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (PPT) บริเวณจุดกดเจ็บทั้งก่อนได้รับโปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อ (pre-baseline data), และทำการวัดซ้ำหลังการยืดกล้ามเนื้อเสร็จสิ้นทันที (นาที่ที่ 0), นาที่ที่ 5 และนาที่ที่ 15 โดยใช้อุปกรณ์ pressure algometry (model PTH-AF2, New York, USA) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวกดเท่ากับ 1.0 เซนติเมตรเป็นเครื่องมือวัด ซึ่งทำการวัดในท่ามาตรฐาน⁷ และวัด ณ ตำแหน่งเดียวกันบนจุดกดเจ็บที่เจ็บมากที่สุดจำนวน 3 ครั้ง โดยเว้นระยะเวลาในการวัดห่างกัน 30 วินาที

สำหรับกลุ่มการศึกษาทดลองนั้นจะประกอบด้วย 3 กลุ่มย่อย โดยที่กลุ่มที่ 1 ทำการยืดกล้ามเนื้อ upper

trapezius ด้วยตนเองแบบยืดค้างไว้ (self-static stretching) โดยให้นั่งในท่าหลังตรงชิดกับเก้าอี้ที่มีพนักพิงเก็บคางชิดอก (chin in) จากนั้นกดไหล่ข้างที่จะทำการยืดลงสู่พื้น (depressed shoulder) ใช้มือข้างเดียวกันนั้นยืดเก้าอี้ไว้ แล้วหันศีรษะ (rotation) ไปด้านตรงข้ามกับกล้ามเนื้อที่จะทำการยืดและก้มศีรษะลง (flexion) โดยใช้มือข้างที่ศีรษะหันไปเอื้อมข้ามศีรษะมาจับท้ายทอยค้างไว้ในจุดแรกที่เริ่มรู้สึกตึง โดยค้างไว้ในท่านั้นนาน 15 วินาที และทำซ้ำ 10 ครั้ง⁴; กลุ่มที่ 2 ทำการยืดกล้ามเนื้อ upper trapezius ด้วยวิธี PNF ในรูปแบบ agonist-contraction relax (ACR) โดยให้นั่งในท่ามาตรฐานเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1 จากนั้นกดไหล่ข้างที่จะยืดลงสู่พื้น (depressed shoulder) ใช้มือข้างเดียวกันนั้นยืดเก้าอี้ไว้ แล้วหันศีรษะ (rotation) ไปด้านตรงข้ามกับกล้ามเนื้อที่จะทำการยืดก้มศีรษะลง (flexion) โดยใช้มือข้างที่ศีรษะหันไปเอื้อมข้ามศีรษะมาจับท้ายทอยแล้วออกแรงต้าน (ประมาณ 60%) กับการเกร็งของกล้ามเนื้อ upper trapezius เกร็งสู้กันค้างไว้ 15 วินาที หลังจากนั้นให้คลายกล้ามเนื้อ upper trapezius แล้วผู้เข้าร่วมการทดสอบค่อยๆ ยืดกล้ามเนื้อออกเองจนถึงจุดที่เริ่มรู้สึกตึง จากนั้นเกร็งต้านกันใหม่เช่นเดิม ทำซ้ำ 10 ครั้ง¹⁴; กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม (control) ซึ่งให้นั่งพักตามสบายตลอดระยะเวลาของการรักษา

จากนั้นนำค่า PPT ที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลาของการศึกษา (หลังการยืดกล้ามเนื้อในนาที่ที่ 0, 5 และ 15) มาหาค่าเฉลี่ยก่อนนำมาเปรียบเทียบกับค่า PPT ก่อนการรักษาเพื่อคำนวณเป็น percentage change (%Ch) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ analysis of variance (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่า PPT ระหว่างการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 กลุ่ม (self-static stretching, PNF stretching, control) และใช้สถิติ repeated measures ANOVA เปรียบเทียบ PPT ในช่วงก่อนและหลังการรักษาในกลุ่มการศึกษาเดียวกัน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p < 0.05$ ¹³

ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ใช้ผู้ตรวจวัดค่า PPT ด้วยเครื่องมือ pressure algometer เพียงคนเดียว ซึ่งพบว่ามีค่าความ

น่าเชื่อถือของการวัด (intra-tester reliability) อยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้¹³ โดยมีค่า ICC_(2,1) = 0.91 และค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด (SEMs) เท่ากับ 0.04 kg/cm²

ผลของการยืดกล้ามเนื้อวิธี self-static stretching, วิธี PNF stretching และกลุ่มควบคุม (control group) นั้นแสดงให้เห็นว่าหลังการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธี self-static stretching มีการเพิ่มขึ้นของระดับ PPT บริเวณ TrP ในนาที่ที่ 0, 5 และ 15 ของการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($F_{(3,27)} = 14.59$; $p < 0.001$) และวิธี PNF stretching เทคนิค agonist-contract relax นั้นพบว่าทำให้มีการเพิ่มขึ้นของ PPT ในนาที่ที่ 0, 5 และ 15 ของการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($F_{(3,27)} = 8.60$; $p < 0.001$) สำหรับกลุ่มควบคุมนั้นพบว่าค่า PPT ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งก่อนการทดสอบ (baseline) และในนาที่ที่ 0, 5 และ 15 ของการนั่งพัก ($F_{(3,27)} = 0.22$; $p = 0.882$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย (kg/cm²) การเปลี่ยนแปลงระดับการรับรู้สักรู้เจ็บปวดด้วยแรงกด (PPT) ของข้างที่ทำการยืดกล้ามเนื้อ (treated side) ในกลุ่มการรักษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อทั้งวิธี self-static stretching, วิธี PNF stretching (เทคนิค agonist-contract relax) และกลุ่มควบคุม (control) ทั้งก่อนและหลังการยืดกล้ามเนื้อเสร็จสิ้นในนาที่ที่ 0, 5 และ 15

Group	Test	Mean $\pm$ SD
Treatment group I (S-S)	Pre-test	1.474 $\pm$ 0.41 ^{NS}
	Post-test (0 min)	1.797 $\pm$ 0.42**
	Post-test (5 min)	1.798 $\pm$ 0.48**
	Post-test (15 min)	1.730 $\pm$ 0.46**
Treatment group II (PNF-ACR)	Pre-test	1.574 $\pm$ 0.59 ^{NS}
	Post-test (0 min)	2.015 $\pm$ 0.74**
	Post-test (5 min)	1.982 $\pm$ 0.82**
	Post-test (15 min)	1.992 $\pm$ 0.85**
Control group	Pre-test	1.493 $\pm$ 0.51 ^{NS}
	Post-test (0 min)	1.473 $\pm$ 0.40
	Post-test (5 min)	1.514 $\pm$ 0.56
	Post-test (15 min)	1.535 $\pm$ 0.44

หมายเหตุ:

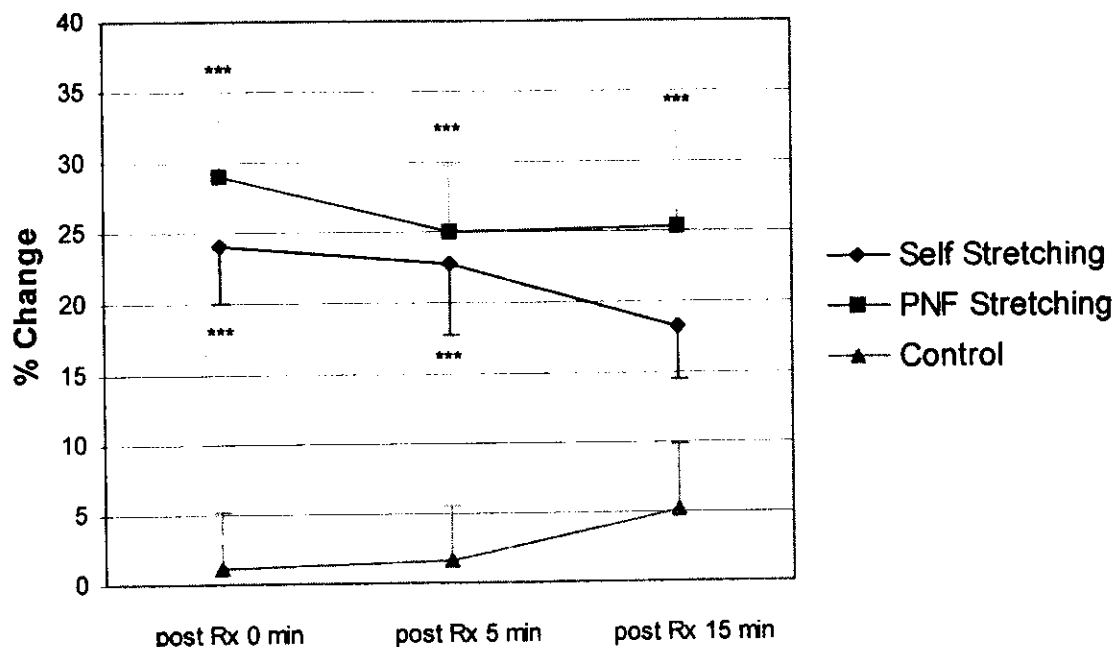
** หมายถึง $p < 0.01$ (post hoc analysis with LSD) เมื่อทำการเปรียบเทียบ post-test ณ ช่วงเวลาต่างๆ กับ pre-test score

^{NS} หมายถึง $p > 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบค่า PPT ก่อนการรักษา (baseline data) พบว่าไม่มีความแตกต่างของ pre-test score ระหว่างกลุ่มการศึกษา (control, S-S, PNF-ACR)

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ (%Ch) การเพิ่มขึ้นของ PPT ภายหลังการรักษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อทั้งวิธี self-static stretching และวิธี PNF stretching เทคนิค agonist-contract relax กับกลุ่มควบคุม (control) พบว่าการยืดกล้ามเนื้อวิธี PNF stretching เทคนิค agonist-contract relax มีผลต่อการลดความเจ็บปวดบริเวณ

จุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อบ่าได้ค่อนข้างดีกว่าวิธี self-static stretching และกลุ่มควบคุม ทั้งสิ้นสุดการรักษาในนาที่ที่ 0, 5 และ 15 อย่างไรก็ตามเทคนิค self-stretching ก็ให้ประสิทธิภาพดีกว่ากลุ่มควบคุมในนาที่ที่ 0 และ นาที่ที่ 5 ภายหลังการรักษาเสร็จสิ้น (รูปที่ 1)

รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับขีดกันความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (PPT) ที่เพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์ (percentage change; %Ch) ภายหลังการรักษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อวิธี self-static stretching และ PNF stretching ต่อกกลุ่มควบคุม (control group) ทั้งในนาที่ที่ 0, 5 และ 15 ภายหลังการทดสอบ



[หมายเหตุ ** หมายถึง $p < 0.01$ (post hoc analysis with LSD) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า PPT ที่เพิ่มขึ้นกับกลุ่มควบคุม (control) ณ ช่วงเวลาต่างๆ ของการทดสอบ]

วิจารณ์ผล

การศึกษานี้พบว่าหลังการบำบัดรักษาด้วยวิธีการยืดกล้ามเนื้อ upper trapezius ทั้งวิธี self-static stretching และวิธี PNF stretching เทคนิค agonist-contract relax มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า PPT บริเวณจุดกดเจ็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังเสร็จสิ้นการยืดกล้ามเนื้อทันทีในนาที่ที่ 0, 5 และ 15 นาที่ของการประเมินผล แต่วิธี PNF stretching เทคนิค agonist-con-

tract relax มีแนวโน้มของประสิทธิผลในการบำบัดรักษาได้มากกว่าวิธี self-static stretching ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ferber R, et al.¹⁵ ที่พบว่า วิธี PNF stretching เทคนิค agonist-contract relax สามารถเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว ความยืดหยุ่นและการทำงานของกล้ามเนื้อ (electromyography activity) ได้ดีกว่าเทคนิค contract relax และ static stretching เช่นเดียวกับการศึกษาของ Osternig, et al.⁹ พบว่าการยืดกล้ามเนื้อ

ด้วยวิธี agonist-contract relax ดังกล่าวให้ผลในการเพิ่มความยืดหยุ่นก่อนข้างดีกว่า self-static stretching แต่กระนั้นก็ตามวิธีการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธี self-static stretching ก็มีความนุ่มนวลและง่ายต่อการปฏิบัติกว่าเทคนิค agonist-contract relax จากการสอบถามอาการของอาสาสมัครภายหลังเสร็จสิ้นการเข้าร่วมโครงการวิจัย ไม่พบว่ามีอาสาสมัครคนใดมีภาวะแทรกซ้อน (adverse effects) เช่นอาการปวดเมื่อยหรืออาการระบมเกิดขึ้น ดังนั้นวิธีการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 2 วิธีจึงสามารถเลือกใช้เพื่อให้ผลในการบำบัดรักษาได้ตามความเหมาะสมและการตอบสนองสำหรับผู้ป่วยแต่ละคน

การศึกษานี้สนับสนุนว่าการยืดกล้ามเนื้อวิธี PNF ในเทคนิค agonist-contract relax และวิธี self-static stretching สามารถช่วยลดอาการเจ็บปวด (เพิ่มระดับ PPT) บริเวณจุดกดเจ็บได้ อาจจากกลไก inverse stretch reflex⁴ ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่า Golgi tendon organ เป็นตัวประสาทรับความรู้สึก (receptor) อยู่ที่บริเวณเส้นเอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) ซึ่งมีหน้าที่รับรู้แรงดึงทั้งจากการยืดและการหดตัว (tensile tension) โดยตัวประสาทรับความรู้สึกนี้มีการเรียงตัวแบบอนุกรม (series) กับ extrafusal muscle fiber โดยที่ Golgi tendon organ จะมีเส้นใยประสาทรับความรู้สึก (afferent sensory nerve) นำสัญญาณประสาท (action potential) ไปสู่ระบบประสาทส่วนกลาง ดังนั้นเมื่อกำลังกล้ามเนื้อเกิดแรงดึง เช่นจากการหดตัวขณะยืดกล้ามเนื้อในวิธี PNF stretching เทคนิค agonist-contract relax นั้นจะทำให้ Golgi tendon organ ถูกกระตุ้นและส่งสัญญาณประสาทตามเส้นใยประสาทรับความรู้สึกมาสู่ประสาท (synapse) กับ เซลล์ประสาทชนิด inhibitory interneurone ทำให้เกิดการส่งสัญญาณประสาทไปยังเซลล์ประสาทชนิด alpha-motor neurone มีผลทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวและลดการเกร็งตัวลง ซึ่งกลไกนี้จะไปทำให้เกิดการตัววงจรการเกิดจุดกดเจ็บที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้ออยู่เป็นระยะเวลานาน ทำให้ความไวในการรับความรู้สึกเจ็บปวดของจุดกดเจ็บ (TrP) ลดลงได้ อีกทั้งเป็นการเพิ่มความยืดหยุ่น เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ ตลอดจนส่งเสริมการไหลเวียนโลหิตบริเวณมัดกล้ามเนื้อที่ได้รับการยืดด้วย^{3,10}

สำหรับการศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาเฉพาะผลในระยะสั้น (immediate effect) ของวิธีการยืดกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามผลของการยืดกล้ามเนื้ออย่างสม่ำเสมอเป็นโปรแกรมต่อเนื่องกันและการให้ผลของการบำบัดรักษาในระยะยาวยังเป็นข้อจำกัดของการศึกษานี้ ฉะนั้นจึงควรทำการศึกษาดังกล่าวต่อไป นอกจากนี้เป็นการศึกษาวิธีการยืดกล้ามเนื้อที่บ่า (upper trapezius) ในเฉพาะกลุ่มอาสาสมัครเพศหญิง ช่วงอายุระหว่าง 18-25 ปี ดังนั้นในการศึกษาต่อไปอาจมีการเปรียบเทียบดูความแตกต่างในช่วงอายุ กลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย ตลอดจนวิธีการรักษาวิธีการอื่นๆ ร่วมด้วย หรือทำการศึกษาในมัดกล้ามเนื้อต่างๆ เพิ่มเติม

บทสรุป

การศึกษาค้นคว้าเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ทำการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธี PNF เทคนิค agonist-contract relax และกลุ่มที่ทำการยืดกล้ามเนื้อด้วยวิธี self-static stretching พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระดับขีดกันการรับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (pressure pain threshold) บริเวณจุดกดเจ็บ (TrP) เพิ่มขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่าการยืดกล้ามเนื้อทั้ง 2 วิธีทำให้การรับความรู้สึกเจ็บปวดที่จุดกดเจ็บลดลง โดยมีผลของการรักษาคงค้างอยู่ได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที นอกจากนี้พบว่าการยืดกล้ามเนื้อวิธี PNF stretching (เทคนิค agonist-contract relax) มีผลต่อการลดความเจ็บปวดบริเวณจุดกดเจ็บของกล้ามเนื้อบ่าได้ก่อนข้างดีกว่าวิธี self-static stretching และกลุ่มควบคุม ดังนั้นการยืดกล้ามเนื้อวิธี PNF (เทคนิค agonist-contract relax) จึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดรักษาจุดกดเจ็บก่อนข้างดี ตลอดจนสนับสนุนถึงประสิทธิภาพของการบำบัดรักษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อในการเพิ่มระดับขีดกันการรับความรู้สึกเจ็บปวด (pain threshold) ที่จุดกดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อ upper trapezius ในเพศหญิง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและเสียสละเวลาอันมีค่าในการเข้าร่วมการศึกษานี้ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Simons DG, Travell JG, Simons LS. Travell & Simons' Myofascial Pain and Dysfunction: the Trigger Point Manual. 2nd ed, Baltimore: Williams & Wilkins, 1998.
2. Fryer G. The effect of manual pressure release on myofascial trigger point in the upper trapezius muscle. J Bodywork Mvt Ther 2005; 9: 248-55.
3. Huguenin LK. Myofascial trigger points : the current evidence. Phys Ther Sport 2004; 5: 2-12.
4. Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise : Foundations and Techniques. 3rd ed, Philadelphia: FA Davis, 1996.
5. Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The Effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. J Strength Cond Res 2005; 19: 27-32.
6. Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation. Arch Phys Med Rehabil 1982; 63: 261-3.
7. สุภัค เกิดผล. ผลของการยืดกล้ามเนื้อ (self-stretching) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับการรับความรู้สึกเจ็บปวดด้วยแรงกด (pressure pain threshold) บริเวณจุดกดเจ็บ (trigger point) ของกล้ามเนื้อบ่า (upper trapezius) ในเพศหญิง. ภาคนิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต (กายภาพบำบัด) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2547.
8. Sciotti VM, Mittak VL, DiMarco L, Ford LM, Plezbert J, Santipadri E, Wigglesworth J, Ball K. Clinical precision of myofascial trigger point location in the trapezius muscle. Pain 2001; 93: 259-66.
9. Osternig LR, Robertson R, Troxel R, Hansen P. Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques. Am J Phys Med 1987; 66: 298-307.
10. Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. Med Sci Sports Exerc 1990; 22: 106-11.
11. Vanderweeen L, Oostendorp RA, Vaes P, Duquet W. Pressure algometry in manual therapy. Man Ther 1996; 1: 258-65.
12. Chesterton LS, Barlas P, Foster NE, Baxter GD, Wright CC. Gender differences in pressure pain threshold in healthy humans. Pain 2003; 101: 259-66.
13. Portney L, Watkins M. Foundations of Clinical Research : Applications to Practice. New Jersey: Prentice-Hall, 2000.
14. Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and Techniques. 3rd ed, Philadelphia: Harper & Row, 1985.
15. Ferber R, Osternig LR, Gravelle DC. Effect of PNF stretch techniques on knee muscle EMG activity in older adults. J Electro Kines 2002; 12: 391-7

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินค่าปริมาณรังสีตกกระทบที่ผิวผู้ป่วยด้วยวิธีใหม่

บรรจง เขื่อนแก้ว* และ สันติ ทินตะนัย**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอวิธีประเมินค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วยด้านที่รังสีตกกระทบ (Entrance skin exposure) จากการถ่ายภาพทางรังสีด้วยวิธีใหม่โดยสร้างสมการถดถอยอย่างง่าย (Simple linear regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณรังสี จากข้อมูลที่วัดโดยตรงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น การทดลองนี้ศึกษาในเครื่องเอกซเรย์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วจำนวน 3 เครื่องของโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวัดปริมาณรังสี ด้วยเครื่อง Full Function Meter RMI 242 ในการศึกษานี้ได้เปรียบเทียบผลการประเมินกับค่าที่ได้จากการคำนวณอย่างง่ายด้วยวิธีของบุซง (Bushong) ซึ่งใช้อยู่โดยทั่วไป ผลการศึกษาพบว่า การประเมินด้วยวิธีนี้มีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าวิธีของบุซง โดยมีค่าร้อยละของความผิดพลาดเท่ากับ $-0.71\% \pm 2.89$ เทียบกับ $-1.58\% \pm 3.61$ การประเมินปริมาณรังสีที่ผิวทางเข้าของผู้ป่วยด้วยวิธีใหม่น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ใช้งานที่มีเครื่องวัดรังสีเนื่องจากมีความถูกต้องมากกว่า วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 79-83.

คำรหัส: อัตราปริมาณรังสี, ปริมาณรังสีตกกระทบที่ผิวผู้ป่วย

* ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Abstract : Entrance skin exposure estimation with new technique

Banjong Kheonkaew* and Sunti Tintanai**

This study aimed to propose a new technique for estimating Entrance Skin Exposure (ESE) from radiographic procedures using simple linear regression equation. This technique attempted to find out the relationship among exposure factors with radiation output from x ray generators measured by a special newly-designed computer program. The study was performed at the Department of Radiology, Srinagarind Hospital, Faculty of Medicine, Khon Kaen University. The output exposures from three x-ray machines, whose qualities are regularly controlled, were measured by the Full Function Multi Meter; RMI 242. These data were compared with the traditional calculation by Bushong method. The results indicated that the error from the new method was less than the one from the traditional method. The percentages of the error from both new and traditional methods were $-0.71\% \pm 2.89$ and $-1.58\% \pm 3.61$ respectively. Therefore, it is recommended that the new method for estimating ESE should be an alternative for a user due to its more accuracy. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2006; 39: 79-83.

Keywords: Exposure rate , Entrance skin exposure

* Department of Radiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

** Department of Computer Sciences, Faculty of Sciences, Khon Kaen University

บทนำ

รังสีที่มนุษย์ได้รับเพิ่มจากธรรมชาติส่วนใหญ่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์เพื่อวินิจฉัยโรค แม้ว่า การใช้รังสีดังกล่าวจะไม่มีขีดจำกัดของปริมาณรังสีที่ให้แก่ผู้ป่วย เพราะผู้ป่วยยอมได้ประโยชน์จากการวินิจฉัยมากกว่าอันตรายที่เกิดขึ้นก็ตาม แต่ตามหลักการผู้ใช้ก็ต้องพยายามลดระดับปริมาณรังสีให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

ค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วยเป็นดัชนีแสดงความเหมาะสมและถูกต้องการใช้รังสีได้ดี อีกทั้งยังสามารถนำไปคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยและทารกในครรภ์ได้รับจากการวินิจฉัยโรค ในกรณีนี้ที่ผู้ป่วยตั้งครรภ์โดย

ไม่ทราบล่วงหน้าเพื่อประเมินอันตรายที่อาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของงานบริการรังสีได้ด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ได้แก่ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเป้าเอกซเรย์ รูปแบบคลื่นความต่างศักย์ (Voltage wave form) การกรองรังสี (Total filtration) การกำหนด ระยะทาง ค่าเควีพี เอ็มเอ และเวลาที่ให้รังสี (Second) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของหลอดเอกซเรย์ด้วย¹ งานวิจัยที่ผ่านมาชี้ว่าปริมาณรังสีที่ตกกระทบผิวผู้ป่วยมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้¹⁻⁴

$$\text{ปริมาณรังสีที่ตกกระทบบนผิว} = \frac{K(kVp)^n mAs}{(TSD)^2 PT}$$

- เมื่อ
- K = ค่าคงที่
- n = ค่าจำนวนจริง
- T = ความหนาแน่นของอลูมิเนียมที่ใช้กรองรังสี, มม.
- TSD = ระยะทางจากเป้าถึงผิวหนังผู้ป่วย (Target to skin distance), ซม.

P เป็นค่าคงที่สัมพันธ์กับรูปแบบคลื่นความต่างศักย์ โดยมีค่าเท่ากับ 1 สำหรับเครื่องเอกซเรย์แบบ 3 เฟส สำหรับเครื่องเอกซเรย์แบบเฟสเดียวตามผล การวิจัย ของเอ็ดมันส์ (Edmands, 1984) พบว่ามีค่า เท่ากับ 2^2 แม็คคัลลัฟ (McCullough, 1970) มีค่าเท่ากับ 1.8^3 และวอลบาสท์ (Walbarst, 1993) มีค่าเท่ากับ 1.66^4

มีการวิจัยหลายครั้งเพื่อศึกษาหาค่า K และ n โดยได้ผลที่แตกต่างกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นค่าเฉพาะของแต่ละเครื่อง ดังนี้

1. ผลการวิจัยของเอ็ดมันส์²

$$\text{ปริมาณรังสีที่ผิว} = \frac{836(kVp)^{1.74} mAs}{(TSD)^2 (1/T + 0.114)} \text{ ไมโครเกรย์ } (\mu Gy)$$

2. ผลการวิจัยของชุกกุลและฮัสเสน⁵

$$\text{ปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วย} = \frac{0.997(kVp)^{2.749} mAs}{(TSD)^2 PT} \text{ มิลลิเกรย์}$$

3. ผลการวิจัยของแม็คคัลลัฟ³

$$\text{ปริมาณปริมาณรังสีที่ผิว} = \frac{0.997(kVp)^{2.749} mAs}{(TSD)^2 PT} \text{ มิลลิเร็นท์เกน}$$

4. ผลการวิจัยของปราทิก กุมาร์¹ คำนวณปริมาณปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้ 2 วิธี

4.1 วิธียูนิตี้

$$\text{ปริมาณปริมาณรังสีที่ผิว} = \frac{0.997(kVp)^{2.79} mAs}{(TSD)^2 PT} \text{ มิลลิเร็นท์เกน}$$

4.2 วิธีสแควร์

$$\text{ปริมาณปริมาณรังสีที่ผิว} = \frac{27.5(kVp)^2 mAs}{(TSD)^2 PT} \text{ มิลลิเร็นท์เกน}$$

การประเมินดังกล่าวต้องทราบชนิดของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า (Generator) และความหนาของวัตถุที่ใช้กรองรังสี ในทางปฏิบัติจึงไม่สะดวกสำหรับการนำไปใช้ ถ้าสร้างสมการเฉพาะสำหรับแต่ละเครื่องจะสามารถตัดค่าปัจจัยคงที่ เช่นชนิดของวัตถุที่ใช้ทำเป้า รูปแบบคลื่นความต่างศักย์ ความหนาแน่นของวัตถุกรองรังสีได้ เหลือเฉพาะความสัมพันธ์กับ ปัจจัยแปร ได้แก่ ค่า เควีพี เอ็มเอ

และระยะ

บุของเสนอสมการประเมินปริมาณรังสีอย่างง่ายจากการวัดรังสีเพียงค่าเดียวก็สามารถหาปริมาณรังสีเมื่อเปลี่ยนปัจจัยแปรได้ตั้งสมการที่ 4⁶ เนื่องจากการประเมินโดยใช้ข้อมูลเพียงค่าเดียวซึ่งอาจทำให้การประเมินคลาดเคลื่อนได้มาก

$$mR_2 = mR_1 \frac{mAs_1 kVp_2^2}{mAs_2 kVp_1^2} \quad (4)$$

สุชาติ โกทนต์¹ ได้สร้างสมการสหสัมพันธ์ระหว่างค่าเควีและเอ็มเอซึ่งอาจไม่สัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นทำให้ค่าประเมินคลาดเคลื่อนได้แนวคิดใหม่ในการประเมินค่าปริมาณรังสีจากเครื่อง

เอกซเรย์ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์สมการของบูซงโดยนำค่าล็อกกาลีทิมมาใช้เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นสร้างสมการพยากรณ์สำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่องดังนี้

$$\log \frac{mR}{mAs} = \log K \cdot kVp^n \quad \text{หรือ}$$

$$\log \frac{mR}{mAs} = n \log kVp + \log K$$

ค่า n หาได้จากความชันของกราฟและ ค่า K ได้จากค่าเส้นกราฟตัดแกน

วัตถุประสงค์

ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของการประเมินปริมาณรังสีที่ตกกระทบผิวผู้ป่วยด้วยภาพเอกซเรย์ด้วยวิธีใหม่ เทียบกับวิธีของบูซง

วัสดุและวิธีการ

3.1 เครื่องเอกซเรย์ของโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2544 จำนวน 3 เครื่องดังนี้

1) เครื่องเอกซเรย์ ซิมัดซี รุ่น เรดิโอเทก ความต่างศักย์ชนิดคงที่ (Constant potential)

2) เครื่องเอกซเรย์ไอ เอ็ม เอส รุ่น พลังงาน 600 มีความต่างศักย์ชนิดคงที่

3) เครื่องเอกซเรย์ซิมัดซี รุ่น 150 บี-10 มีความต่างศักย์ชนิดสามเฟส 12 ลูกคลื่น (3 P12)

3.2 เครื่องวัดปริมาณรังสี Full Function Meter RMI 242 รุ่น 1152 ของบริษัทแกมแม็กอาร์เอ็มไอ

3.3 เทปวัดระยะทาง

วิธีการศึกษา

4.1 วัดปริมาณรังสีที่เควีพี 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 ระยะจากจุดกำเนิดรังสีถึงหัววัด 100 ซม. ตั้งค่าเอ็มเอ 200 และเวลา 0.2 วินาที ใช้พื้นที่ลำรังสี

6 x 6 ซม.² จากเครื่องเอกซเรย์ทั้ง 3

4.2 สร้างสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างง่ายระหว่างค่า $\log mR/mAs$ และ $\log K$ สำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่องโดยใช้โปรแกรมที่สร้างในงานวิจัยนี้ซึ่งสร้างจากซอฟต์แวร์วิซวลเบสิก (Visual basic)

4.3 สร้างโปรแกรมคำนวณปริมาณรังสี สำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่องด้วยสูตรของ บูซง คือ

โดยในการวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลที่ 80 เควี

4.4 ใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นคำนวณ ปริมาณรังสีที่ค่า เควีพีอื่น ได้แก่ที่ 53, 58, 63, 68, 73, 78, 83, 88, 93, 98 ที่ระยะ เอ็มเอ เวลา พื้นที่ เหมือน 4.1 เปรียบเทียบค่าคำนวณกับค่าวัดจริง

ผลการศึกษา

สมการสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเครื่องเอกซเรย์ทั้งสามที่สามารถใช้ประเมินรังสีตกกระทบผิวผู้ป่วยที่ระยะ 100 ซม. มีดังนี้

เครื่องเอกซเรย์ซิมัดซี รุ่น เรดิโอเทก $\log mR/mAs = 1.90 \log kVp - 2.67$, $r^2 = 0.995$

เครื่องเอกซเรย์ไอ เอ็ม เอส $\log mR/mAs = 2.048 \log kVp - 3.031$, $r^2 = 0.996$

เครื่องเอกซเรย์ซิมัดซี รุ่น 150 บี-10 $\log mR/mAs = 2.266 \log kVp - 3.492$, $r^2 = 0.997$

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนของการประเมินค่าปริมาณรังสี จากเครื่องเอกซเรย์ (% ความผิดพลาด $\pm$ SD) ด้วยวิธีของบุซงและวิธีใหม่

เครื่องเอกซเรย์	ซิมดซี รุ่น เรดิโอเทก	ไอ เอ็ม เอส	ซิมดซี รุ่น 150 บี-10	ค่าเฉลี่ย
วิธีของบุซง	0.24 ± 3.26	1.83 ± 3.11	2.68 ± 4.28	-1.58 ± 3.61
วิธีการแบบใหม่	0.11 ± 2.97	0.48 ± 2.79	1.54 ± 3.00	-0.71 ± 2.89

วิจารณ์

จากผลการวิจัยจะเห็นว่าการประเมินปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ทั้งสาม มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดต่ำและมีค่าการกระจายต่ำทั้งวิธีแบบบุซงและวิธีการแบบใหม่ โดยมีค่า -1.58 ± 3.61 และ -0.71 ± 2.89 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับของคูมาร์และคณะ¹ ที่ได้วิจัยเปรียบเทียบจากเครื่องเอกซเรย์ 7 เครื่อง 6 วิธี บางวิธีมีความผิดพลาดถึง 60% อย่างไรก็ตามการประเมินแบบยูนิตี และแบบวิธีสแควร์ก็มีค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ต่ำแต่มีการกระจายค่อนข้างมาก คือมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด -3.9 ± 14.5 และ 0.7 ± 19.4 ตามลำดับ¹ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากวิธีประเมินแตกต่างกัน จำนวนเครื่องต่างกัน รวมทั้งเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้รับการควบคุมให้มีคุณภาพมาตรฐานจึงทำให้ค่าการกระจายต่ำ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น แม้ในการติดตั้งจะใช้ค่าวัดอ้างอิงถึง 10 ค่า แต่ทำเพียงแค่ครั้งเดียวก็สามารถใช้โปรแกรมได้ตลอดทราบเท่าที่เครื่องเอกซเรย์ยังคงทำงานได้มาตรฐาน หรือไม่มีอุปกรณ์สำคัญเสียหาย อย่างไรก็ตามวิธีคำนวณของบุซงก็มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเพียง $-1.58\% \pm 3.61$ หากนำไปประยุกต์ใช้สำหรับโรงพยาบาลที่ไม่มีเครื่องวัดรังสีจะได้รับความสะดวกเนื่องจากสามารถ ใช้ค่าอ้างอิงจากการวัดเพียงค่าเดียวที่กรมวิทยาศาสตร์ ตรวจวัดในขั้นตอนรับรองคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ในการคำนวณได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของหลายท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ระวีวรรณ กันไพเราะ ที่กรุณาตรวจต้นฉบับและให้คำแนะนำในการเขียนรายงานฉบับนี้ ขอขอบคุณอาจารย์พิรุณ ไชยเชียงพิณและผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ เรียมศิริ

ที่ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ ที่ให้ข้อเสนอการใช้สถิติ และขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สุวิทย์ แซ่ไคว่ ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของภาษาอังกฤษในส่วนบทคัดย่อ และขอขอบคุณคุณพลศักดิ์ อินทรกุล และคุณปริศนา ตราชู ที่เป็นแรงบันดาลใจในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Kumar Pratik, Kaul Rashmi, Rehani, M.M., Sethi Bhawna and Berry M. Two new formulae for estimating the output of x ray unit Journal of Medical Physics. 1996;21(2):64-70.
2. Edmands, I.R. Calculation of patient skin dose from diagnostic X ray procedure. British journal radiology. 1984;57:733-4
3. McCullough, E.C. and Cameron, J.R. Exposure rates from diagnostic X - ray unit. British journal radiology. 1970;43:448-551.
4. Walbarst, A.B. Physics of radiology Prentice Hall 1993.
5. Chougule, A.A. and Hussain, S. Verification of an empirical formula for estimation of skin exposure during radiography Ind J Radiol imag. 1993;3:49-50.
6. Bushong Stewart C. Radiologic science for technologist physics, biology, and protection. 8th ed. St. Louis: Elsevier Mosby; 2004.
7. Kothan S. Comparison of calculated and direct measured X-radiation output Bangkok: Mahidol University; 1998.

นิพนธ์ต้นฉบับ

การตรวจยืนยันการค้นหาเชื้อราฉวยโอกาส *Penicillium marneffei* และ *Cryptococcus neoformans* ในผู้ติดเชื้อและผู้ป่วยเอดส์ในเขตภาคเหนือตอนบน ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อ

เจียรนัย ขันติพงศ์* พรทิพย์ เข็มเงิน* วิรัช นิราฤทธิ์* สมชาย กาญจนปรางกร** และ สุวลี ชมบาล***

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อตรวจยืนยันโรคติดเชื้อราฉวยโอกาส *Penicilliosis* และ *Cryptococcosis* ในผู้ติดเชื้อผู้ป่วยเอดส์และเพื่อหาแนวทางในการเสริมสร้างศักยภาพเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในเขตภาคเหนือตอนบนในการตรวจหาเชื้อราฉวยโอกาสในผู้ติดเชื้อผู้ป่วยเอดส์

วัสดุและวิธีการ สุ่มเก็บสิ่งส่งตรวจได้แก่ Hemoculture, Bone marrow, CSF, Sputum จากผู้ติดเชื้อและผู้ป่วยเอดส์ที่สงสัยว่าจะเป็นโรคติดเชื้อราฉวยโอกาสภายใต้โครงการ NAPHA จำนวน 95 ราย นำสิ่งส่งตรวจทำการเพาะเลี้ยงบนอาหาร Sabouraud dextrose agar จากนั้นนำโคโลนีของเชื้อมาทำการพิสูจน์ชนิดโดยอาศัยปฏิกิริยาทางชีวเคมี ผลการศึกษา ร้อยละ 97.85 ของโรงพยาบาลในเขตภาคเหนือตอนบนใช้วิธีการย้อมเบื้องต้น (slide examination) เพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคติดเชื้อราฉวยโอกาสในผู้ติดเชื้อผู้ป่วยเอดส์ ทั้งนี้ผลจากการย้อมนั้นไม่สามารถบอกชนิดของเชื้อราเป็น species ได้ พบว่าจากสิ่งส่งตรวจที่ได้รับการตรวจหาเชื้อราฉวยโอกาสทั้งสิ้น 95 ราย มีทั้งกลุ่มที่มีผลการย้อมเบื้องต้นที่พบและไม่พบ yeast cells, hyphae และมีผลการอ่านจากเครื่องเพาะเชื้อแบบอัตโนมัติเป็น culture positive แต่ย้อม AFB แล้วให้ผล negative โดยส่งมาจากโรงพยาบาลชุมชน 68 ราย โรงพยาบาลศูนย์/ทั่วไป 27 ราย เหตุผลในการส่งมาตรวจยืนยันเพื่อกันหาการติดเชื้อ MAC ร้อยละ 38.9 เชื้อราฉวยโอกาสร้อยละ 61.05 ผลจากการเพาะเลี้ยงพบว่ามีการติดเชื้อ *Penicillium marneffei* 31 ราย (32.63 %) *Cryptococcus neoformans* 5 ราย (5.26%) *Candida albicans* 3 ราย (3.15%)

สรุป จากอัตราการติดเชื้อราฉวยโอกาสดังกล่าวที่พบในสิ่งส่งตรวจโดยการเพาะเลี้ยงเชื้อจะเห็นได้ว่าการตรวจค้นหาโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นวิธีการที่สามารถค้นหาและบอกชนิดของเชื้อราฉวยโอกาสได้ดี (ในขณะที่ผลการอ่านจากเครื่องอัตโนมัติไม่สามารถบอกได้) อันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวินิจฉัยการติดเชื้อราฉวยโอกาสโดยที่วิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเทคนิคที่โรงพยาบาลสามารถดำเนินการได้เอง หากมีความพร้อมทางด้านเครื่องมือที่ safety เช่น Laminar flow และเจ้าหน้าที่ทางห้องปฏิบัติการได้รับการพัฒนาศักยภาพให้สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อราได้ และสำหรับโรงพยาบาลที่ยังไม่มีความพร้อม ควรจะมีการพัฒนาให้มีเครือข่ายและจัดระบบการส่งต่อเพื่อการส่งตรวจที่มีประสิทธิภาพ วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 84-87.

คำสำคัญ : *Penicillium marneffei*, *Cryptococcus neoformans*, เขตภาคเหนือตอนบน

* สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10 เชียงใหม่

** โรงพยาบาลศรีสวาลัย จ.แม่ฮ่องสอน

*** โรงพยาบาลนครพิงค์ จ.เชียงใหม่

Abstract : Confirmation test to identify *Penicillium marneffe* and *Cryptococcus neoformans* in people with HIV and AIDS patients in the upper northern region by culture

Jiaranai Khantipongse*, Pornthip Khemngern*, Wirat Nirarut*, Somchai Kanchanaprakarn** and Suwalee Chomban***

Objective: To conduct the confirmation test of *Penicillium marneffe* and *Cryptococcus neoformans* in people with HIV and AIDS patients and to find out certain measures that enhance the potential of laboratory staff in the upper north region in identifying the opportunistic fungi that exist in people with HIV and AIDS patients.

Material and method: Collect the samples of the 95 cases of people with HIV and AIDS patients in the NAPHA Project who are suspected to be infected by the opportunistic fungi. Culture by feeding on Sabouraud Dextrose agar and then identify the fungi's colony by biochemical reaction.

Results: 97.85% of hospitals in the upper northern region use slide examination to support the fungi examination in people with HIV and AIDS patients. Yet, the results cannot identify the species of the opportunistic fungi. It has been discovered that 95 samples can both find and cannot find yeast cells, hyphae, and show the result in the automatic reading machine as culture positive, but the result from the AFB (Acid Fast Bacilli) examination turns out to be negative. The samples were collected from 68 community hospitals and 27 center hospitals. 38.9% were sent for the confirming test examining MAC and 61.05% for the fungi infection. The result from the culture method shows that 31 cases (32.63%) are infected by *Penicillium marneffe*. 5 cases (5.26%) are infected by *Cryptococcus neoformans*, and 3 cases (3.15%) are infected by *Candida Albicans*.

Conclusion: From the rate of fungi infection found in the samples, the examination through the culture method is the best method in finding and identifying the opportunistic fungi [whereas the automatic reading machine cannot give the correct result]. This discovery will be beneficial in examining the opportunistic fungi infection. The culture method can be conducted by hospitals if there are safe instruments such as Laminar flow, and the laboratory staffs have been trained to perform the culture method effectively. As for the hospitals that are not yet ready, there should be development in the related network and a system set up to further or forward the samples more effectively. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2006; 39: 84-87.

Keywords: *Penicillium marneffe*. *Cryptococcus neoformans*, upper northern region

* Disease Prevention and Control Office 10, Chiang Mai

** Srisungwan Hospital

*** Nakornping Hospital

บทนำ

ในการดูแลผู้ติดเชื้อเอชไอวี ไม่มีอาการ มีอาการ และผู้ป่วยโรคเอดส์ประกอบไปด้วยการให้บริการรักษาและแนะนำการดูแลสุขภาพ และส่งต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง, การประเมินสภาวะทางคลินิกและการชันสูตร, การป้องกันโรคติดเชื้อฉวยโอกาส ปฐมภูมิ การพิจารณาใช้ยาต้านไวรัสเอดส์และการติดตามการดูแลต่อเนื่อง สำหรับการป้องกันโรคติดเชื้อฉวยโอกาสปฐมภูมินั้นจะได้รับการป้องกันด้วยยา และในส่วนของ การรักษาโรคติดเชื้อฉวยโอกาส สถานบริการให้การรักษา หรือส่งต่อตามศักยภาพและพิจารณาการให้ยาป้องกันทุติยภูมิ เพื่อป้องกันการกลับเป็นซ้ำของโรคติดเชื้อฉวยโอกาสต่างๆ แม้ค่ายาอาจจะมีแนวโน้มลดลงแต่ผู้ป่วยยังต้องมีภาระค่าใช้จ่ายและได้รับผลกระทบจากฤทธิ์ข้างเคียงของยามากมาย ดังนั้น การค้นคว้าศึกษาเพื่อหาวิธีรักษาให้หายขาดได้ เป็นเรื่องสำคัญ การติดเชื้อบางชนิดอาจไม่ต้องใช้ยารักษา และบางครั้งการตรวจพบการดำเนินไปของโรคอย่างชัดเจนอาจต้องใช้เวลาเป็นปี เช่น การติดเชื้อราซึ่งหากพบรอยโรคที่ปอด หรือพบว่ามีการแพร่ของโรค ผู้ป่วยจะได้รับการให้ยา antifungal และการรักษาด้วยยา antifungal ส่วนใหญ่จะใช้เวลานาน

จากรายงานจำนวนผู้ป่วยเอดส์ จำแนกตามวินิจฉัยพบโรคติดเชื้อฉวยโอกาสระหว่างเดือนกันยายน 2527 – 31 กรกฎาคม 2547 พบโรคติดเชื้อฉวยโอกาส Cryptococcosis 40,361 ราย คิดเป็น 14.6% และ ติดเชื้อ *Penicillium marneffei* 6,323 รายหรือ 2.29%¹ ดังนั้น การตรวจหาโรคติดเชื้อฉวยโอกาสดังกล่าวทางห้องปฏิบัติการจึงเป็นเรื่องสำคัญ

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10 มีหน้าที่ ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย พัฒนาการความรู้และเทคโนโลยีการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคและภัยที่คุกคามสุขภาพของประชาชนจึงได้จัดทำโครงการตรวจยืนยันการค้นหาเชื้อราฉวยโอกาส *Penicillium marneffei* และ *Cryptococcus neoformans* ในผู้ติดเชื้อและผู้ป่วยเอดส์ในเขตภาคเหนือตอนบน ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อ

วิธีการ

1 การสุ่มเก็บตัวอย่างและข้อมูล

เป็นการสุ่มเก็บสิ่งส่งตรวจจากผู้ติดเชื้อและผู้ป่วยเอดส์ที่สงสัยว่าจะเป็นโรคติดเชื้อราฉวยโอกาสภายใต้โครงการ NAPHA แบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 95 ราย

2 พื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง

สุ่มโรงพยาบาลแบบเฉพาะเจาะจงคือ โรงพยาบาลที่มีความพร้อมทางด้านทีมแพทย์ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 โรงพยาบาลในโครงการ NAPHA ในพื้นที่รับผิดชอบเขต 10 (เขตภาคเหนือตอนบน)

3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

(1) การเก็บตัวอย่าง: เจาะเลือดผู้ป่วยเพื่อตรวจหาเชื้อราฉวยโอกาสลงในขวด hemoculture นำส่งยังงานชันสูตรกลางเพื่อการป้องกัน ควบคุมโรค สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10 เชียงใหม่

(2) การตรวจพิสูจน์ชนิดเชื้อรา: นำสิ่งส่งตรวจทำการเพาะเลี้ยงบนอาหาร Sabouraud dextrose agar จากนั้นนำโคโลนีของเชื้อมาทำการพิสูจน์ชนิดโดยอาศัยปฏิกิริยาทางชีวเคมี

การตรวจหา *Cryptococcus neoformans* ทางห้องปฏิบัติการ

John W King (2002) พบว่าการตรวจหา *Cryptococcus neoformans* ใน CSF ของผู้ป่วย cryptococcal meningitis ด้วยวิธี India ink preparation จะพบตัวเชื้อ cryptococci 25-50% สำหรับการวินิจฉัยจะใช้ผลจากการ culture เป็นหลัก โดยใช้อาหาร Sabouraud dextrose agar (SDA) ที่อุณหภูมิ 20-37°C ลักษณะ colony เรียบ นูน มีสีเหลืองหรือเทา ส่วนใหญ่ nonpathogenic cryptococcus จะไม่ขึ้นที่ 37°C ในการแยกออกจาก nonpathogenic strains ได้แก่ความสามารถในการ produce melanin โดยใช้ caffeic agar

การตรวจหา *Penicillium marneffei* ทางห้องปฏิบัติการ

ลักษณะของ *P. marneffei* บนอาหารวัน (SDA) ที่อุณหภูมิ 25 -28°C เป็น mold ที่มีลักษณะในกล้องจุลทรรศน์ คล้ายเพนนิซิลเลียมทั่วไป เชื้อ *P. marneffei* มีลักษณะแตกต่างจากเชื้อ *Penicillium species* อื่นๆ คือเชื้อเป็นราสองรูป การเพาะเชื้อบน SDA เชื้อจะให้โคโลนีสีเขียวอมเหลือง และสร้างสีแดงกระจายลงในอาหาร เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีลักษณะ

คล้ายนิ้วมือ (phialide) ที่อุณหภูมิ 37°C บน brain heart infusion agar เชื้อจะเจริญให้โคโลนีคล้ายยีสต์สีน้ำตาลอมแดง เซลล์รูปกลมรี มีผนังแบ่งสอง (binary fission)²

ผลการศึกษา

ร้อยละ 97.85 ของโรงพยาบาลในเขตภาคเหนือตอนบนใช้วิธีการย้อมเบื้องต้น (slide examination) เพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคติดเชื้อราฉวยโอกาสในผู้ติดเชื้อผู้ป่วยเอดส์ ทั้งนี้ผลจากการย้อมนั้นไม่สามารถบอกชนิดของเชื้อราเป็น species ได้

จากการดำเนินโครงการทดสอบประสิทธิภาพยาที่ใช้รักษาโรค Penicillosis และ Cryptococcosis ในปีงบประมาณ 2548 ที่ผ่านมา พบว่าจากสิ่งส่งตรวจที่ได้รับการตรวจหาเชื้อราฉวยโอกาสทั้งสิ้น 95 ราย ได้แก่ Hemoculture, Bone marrow, CSF, Sputum มีทั้งกลุ่มที่มีผลการย้อมเบื้องต้นที่พบและไม่พบ yeast cells, hyphae และมีผลการอ่านจากเครื่องเพาะเชื้อแบบอัตโนมัติเป็น culture positive แต่ย้อม AFB แล้วให้ผล negative โดยส่งมาจากโรงพยาบาลชุมชน 68 ราย โรงพยาบาลศูนย์/ทั่วไป 27 ราย เหตุผลในการส่งมาตรวจยืนยันเพื่อค้นหาการติดเชื้อ MAC ร้อยละ 38.9 เชื้อราฉวยโอกาสร้อยละ 61.05 ผลจากการเพาะเลี้ยงพบว่ามีการ

ติดเชื้อ *Penicillium marneffei* 31 ราย (32.63 %) *Cryptococcus neoformans* 5 ราย (5.26%) *Candida albicans* 3 ราย (3.15%)

บทวิจารณ์

วิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเทคนิคที่โรงพยาบาลสามารถดำเนินการได้เอง หากมีความพร้อมทางด้านเครื่องมือที่ safety เช่น Laminar flow และเจ้าหน้าที่ทางห้องปฏิบัติการได้รับการพัฒนาศักยภาพให้สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อราได้ และสำหรับโรงพยาบาลที่ยังไม่มีความพร้อม ควรจะมีการพัฒนาให้มีเครือข่ายและจัดระบบการส่งต่อเพื่อการส่งตรวจที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

1. รายงานสถานการณ์ทางสังคม ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 เมษายน - มิถุนายน 2547 กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์
2. Vanittanakom N, Mekaprateep M, Khumwan C, et al. Morphological characterization and pleo Morphism of *Penicillium marneffei* clinical isolates, Chiang Mai Medical Bulletin 1993;32 (3, Suppl): 50.

นิพนธ์ต้นฉบับ

รูปแบบทางพันธุกรรมของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในน้ำเลือดประชากรไทยภาคเหนือ

วารุณี จิตอารี* และ ตักศิระพี อินชื้อาง*

บทคัดย่อ

ความเป็นมา เอนไซม์บิวทิลโคลีนเอสเตอเรสนิยมนำมาใช้ตรวจการได้รับพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และมีระดับการทำงานที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยของแต่ละบุคคล เช่น เพศ อายุ การได้รับสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และรูปแบบทางพันธุกรรมของเอนไซม์

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการทำงานของ เอนไซม์บิวทิลโคลีนเอสเตอเรสกับรูปแบบทางพันธุกรรม

วิธีการ ศึกษาแบบภาคตัดขวาง โดยเลือกศึกษาในกลุ่มประชากรในจังหวัดเชียงใหม่ เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์หาเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในน้ำเลือดและรูปแบบโดยวิธีของ Ellman และ Genest and Kalow ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีทางสถิติเพื่อหาความถดถอยโดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ผลการศึกษา กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 133 คน (ชาย=76, หญิง=57) มีค่าเฉลี่ยระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสเฉลี่ยเท่ากับ 5.08 ± 2.15 U/ml พบรูปแบบทางพันธุกรรม 4 แบบ คือ UU (ร้อยละ 67.6) UA (ร้อยละ 17.3) AF (ร้อยละ 14.3) และ UF (ร้อยละ 0.75) พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างรูปแบบและระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ที่ $p < 0.05$

สรุป การประเมินผู้ที่ได้รับพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยใช้เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ควรจะคำนึงถึงรูปแบบทางพันธุกรรมร่วมด้วย วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 88-96.

* สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract : Genetic Variants of Plasma Cholinesterase Enzyme in the Northern Thai Population

Warunee Jit-Aree* and Sukrapee Inseard*

Background Cholinesterase enzyme activities are mostly used for pesticide exposure monitoring and they are influenced to individual health, age, sex, anti-cholinesterase inhibitors and genetic variants of cholinesterase enzyme.

Objective This study assessed the relationship between BChE level and in Chiang Mai strawberry farmers.

Method A cross-sectional study was conducted Chiang Mai population. Collected blood samples were determined for BChE activities and BChE genetic variants by using Ellman's and Genest&Kalow spectrophotometric method, respectively. Correlation between BChE level and BChE genetic variants were analyzed by regression analysis.

Results In all 133 farmers (male =76, female = 57), the mean ($\pm$ SD) level of BChE were 5.08 ± 2.15 U/ml. Four genetic variants were found as UU (67.6%), UA (17.3%), AF (14.3%) and UF (0.75%) and found statistic significant between enzyme activity and genetic variants at $p < 0.05$.

Conclusion Therefore, the evaluation of pesticide intoxication cases by using cholinesterase level should be also concerned with BChE genetic variants. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2006; 39: 88-96.

* Research Institute of Health Sciences, Chiang Mai University

บทนำ

เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase enzyme: ChE; E.C. 3.1.1) เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาท และการสื่อสารประสาท มีหลายปัจจัยหลายประการที่มีผลเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ เช่น เพศ อายุ ภาวะ หรือ โรคบางชนิด รวมทั้งการได้รับสารเคมีที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงาน เช่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ดังนั้นการวินิจฉัยผู้ที่ได้รับพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในทางพิษวิทยาและนิติเวชศาสตร์ จึงนิยมตรวจวัดระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในน้ำเลือด หรือที่เรียกว่าบิวทิลโคลีนเอสเตอเรส (Butyryl cholinesterase: BuChE; E.C. 3.1.1.8) เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ระดับการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช¹

จากค่าปกติของเอนไซม์ BuChE ที่กำหนดในกลุ่มต่างๆ นั้น พบว่าค่าปกติของเอนไซม์มีช่วงค่อนข้างกว้างและแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม เช่น ในต่างประเทศกำหนดค่าปกติอยู่ระหว่าง 4,000 ถึง 12,000 U/L² โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่กำหนดให้มีค่าตั้งแต่ 4,300 U/L ขึ้นไป³ ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อระดับการทำงานของเอนไซม์ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม คือ รูปแบบทางพันธุกรรมซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกำหนดการสร้างเอนไซม์ให้มีระดับที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล รูปแบบของยีน BuChE ที่พบได้แพร่หลายมี 4 ลักษณะคือ U (Usual), A (Atypical), S (Silent) และ F (Fluoride resistant) gene บางรูปแบบจะกำหนดให้เอนไซม์มีระดับต่ำ เมื่อบุคคลเหล่านี้ได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพียงเล็กน้อย ก็จะตอบสนองและเกิดอาการแพ้พิษ

อย่างชัดเจน ในขณะที่รูปแปรอื่นๆ ของยีนกำหนดการสร้างเอนไซม์ที่มีค่าสูง ก็จะไม่แสดงอาการแพ้พิษให้เห็น แม้ว่าจะได้รับในปริมาณสูง

การตรวจหาเอ็น BuChE นั้นสามารถตรวจหาได้โดยวิธีทางอณูชีววิทยาและทางเคมีคลินิก ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการทางเคมีคลินิกในการตรวจเนื่องจากเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่จะไปใช้งานในภาคสนามและใช้เวลาตรวจน้อย การตรวจด้วยวิธีนี้จะอาศัยหลักการของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ BuChE โดยใช้สาร inhibitor 2 ชนิด ได้แก่ Dibucaine และ Sodium Fluoride ซึ่งจะให้ค่าร้อยละของการยับยั้งการทำงานจาก Dibucaine หรือเรียกว่า Dibucaine Number (DN) และ Fluoride เรียกว่า Fluoride Number (FN) ซึ่งค่า DN และ FN จะมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแปรทางพันธุกรรม เช่น ถ้ามี UU phenotype จะมีค่า DN อยู่ระหว่าง 71-90 ส่วน UA, AA จะมีค่า DN น้อยกว่า 20 และ 40-70 ตามลำดับ ส่วน AF จะใช้ค่า FN ซึ่งจะมีค่า FN น้อยกว่า 44^{4,5}

ดังนั้นการแปรผลการสัมผัสสารเคมีในผู้ที่มี BuChE ต่ำกว่าปกติควรจะวินิจฉัยควบคู่กับรูปแปรทางพันธุกรรม ซึ่งพบว่ารูปแปรที่มีระดับเอนไซม์สูงสุด ได้แก่ รูปแปรแบบ UU และน้อยที่สุดสำหรับรูปแปรแบบ SS และ FF นอกจากนี้ยังมีรูปแปรอื่นๆ อีก ซึ่งมีความถี่ที่จะตรวจพบได้น้อย เช่น รูปแปรแบบ J และ K เป็นต้น⁵

การศึกษาครั้งนี้จึงได้ออกแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional Study) เก็บข้อมูลการใช้การสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชและพฤติกรรมที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับพิษ รวมทั้งเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อนำไปตรวจหาระดับการทำงานของเอนไซม์ BuChE และรูปแปรทางพันธุกรรมด้วยวิธีทางเคมีคลินิก

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสกับรูปแปรทางพันธุกรรมด้วยวิธีทางเคมีคลินิก

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบ Cross sectional study ได้เลือกศึกษาในกลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ในอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีเกณฑ์คัดเลือกหลัก

มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป หากอายุต่ำกว่า 18 ปีต้องการเข้าโครงการจะต้องได้รับการยินยอมจากผู้ปกครองเป็นลายลักษณ์อักษร อาสาสมัครทุกท่านมีสุขภาพดี มีความยินดีเข้าร่วมกิจกรรมได้ตลอดโครงการ ยินดีให้ข้อมูลการทำเกษตร การใช้สารเคมี และยินดีให้เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์หาระดับการทำงานของ BuChE และรูปแปรทางพันธุกรรม โดยอาสาสมัครจะได้รับทราบผลการตรวจและคำปรึกษาแก่อาสาสมัครทุกท่าน โดยอาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์จะถูกรอชื่อให้ลงลายมือชื่อในใบยินยอมให้ทำวิจัย ได้อาสาสมัครที่มีคุณสมบัติครบตามเกณฑ์จำนวน 133 คน ประกอบด้วยเพศชาย 76 ราย เพศหญิง 57 ราย

วัสดุและวิธีการ

(1) การเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์

การวิจัยนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2547 โดยข้อมูลที่เก็บด้วยแบบสัมภาษณ์จะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) ข้อมูลทั่วไป 2) ข้อมูลการประกอบอาชีพและการสัมผัสกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

(2) การเก็บตัวอย่างเลือด

เก็บตัวอย่างเลือดในสารกันการแข็งตัวของเลือดชนิด Sodium Heparin ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตรเก็บรักษาในกระดิกน้ำแข็งและนำส่งเพื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการพิษวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ต่อไป เมื่อถึงห้องปฏิบัติการจึงนำตัวอย่างเลือดที่เก็บจากอาสาสมัครมาปั่นแยกนำเลือดด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 1,300 rpm นาน 15 นาที แยกส่วนของน้ำเลือดเก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์

(3) การวิเคราะห์ระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในตัวอย่างเลือด

การวัดระดับการทำงานของ BuChE จะใช้วิธีของ Ellman⁶ ซึ่งจะนำตัวอย่างน้ำเลือดเจือจางในน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:50 ตูตมา 100 ไมโครลิตรเติมลงในสารละลาย 0.5 mM DTNB (5, 5'-dinitro (2-nitrobenzoic acid)) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร pH 7.4 ซึ่งเตรียมใน phosphate buffer ความเข้มข้น 5.0 mM แล้วจึงเติม 156 mM Butyrylthiocholine Iodide ในหลอดทดลอง ซึ่งอุณหภูมิ 25 องศา

เซลล์เย็บ และจับเวลานาน 15 นาที หยุดปฏิกิริยาด้วย 12 mM Eserine และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 405 นาโนเมตร เทียบกับหลอด Blank แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณหาระดับการทำงานของเอนไซม์โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Enzyme Activity} = \frac{Abs_{test} - Abs_{blank}}{\epsilon} \times \frac{TV}{dilution} \times \frac{1}{t}$$

Abs_{test} = Absorbance in test tube

Abs_{blank} = Absorbance in blank tube

ϵ = Extinction Coefficient

TV = Total Volume

$Dilution$ = dilution factor

t = incubation time

(4) การตรวจหารูปแปรทางพันธุกรรม ของ เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในตัวอย่างเลือด

วิธี Kalow and Genest⁷ เตรียมการวิเคราะห์ เช่นเดียวกับวิธี Ellman ข้างต้น แต่ให้เพิ่มหลอดสำหรับ หาค่า DN และ FN อย่างละ 2 หลอด โดยก่อนนำไปแช่ใน อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิให้เต็ม 0.3mM dibucaine และ 20mM sodium fluoride ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ในหลอด DN และ FN ตามลำดับ แล้วจึงนำไปอุ่นในอ่างน้ำ เพื่อวิเคราะห์ตามขั้นตอนข้างต้นต่อไป วัดค่าการดูดกลืน แสงที่ 405 นาโนเมตร นำมาคำนวณหาร้อยละของการ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ จะได้ค่า DN และค่า FN แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับตารางต่อไปนี้ เพื่อ ระบุรูปแปรทางพันธุกรรมของเอนไซม์

ตารางที่ 1 แสดงค่า Dibucaine and Fluoride number ของรูปแปรทางพันธุกรรม

BuChE phenotype	Dibucaine Number (DN)	Fluoride Number (FN)
UU	≥ 77	≥ 55
UF	72-76	≥ 53
UA	48-72	≥ 44
AF	45-59	<44
FF	64-69	<44
AA	>35	-

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร การใช้สารเคมีและ พฤติกรรมเสี่ยงจะใช้การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาเป็นค่า ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลระดับ การทำงานของ BuChE จะวิเคราะห์ในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง เช่น กลุ่มอายุ กลุ่มเพศชายและหญิง กลุ่มเกษตรกรที่ จิตฟั่นด้วยตัวเอง รูปแปรทางพันธุกรรม โดยใช้ independent paired t-test และ Anova นอกจากนี้ยังหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแปรกับระดับการทำงานของ BuChE โดยทดสอบหาค่าความสัมพันธ์และหาสมการเพื่อ พยากรณ์ระดับเอนไซม์จาก Regression ตามลำดับ

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับคำยินยอมจากอาสาสมัคร ทุกรายโดยสมัครใจ และมีหนังสือยินยอมลงลายมือชื่อ

พร้อมพยานเพื่อเป็นหลักฐานก่อนการดำเนินการวิจัย เรียบร้อยแล้ว

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการสัมผัสกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีจำนวนทั้งหมด 133 คน เป็นเพศชายร้อยละ 57.1 เพศหญิงร้อยละ 42.9 มีอายุ ระหว่าง 16 ถึง 75 ปี ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร จึงสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อเก็บข้อมูลการสัมผัสต่อสารเคมี กำจัดศัตรูพืช พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 77.4 ทำหน้าที่ ผสมสารเคมี และร้อยละ 78.2 ทำหน้าที่ฉีดพ่นสารเคมี กำจัดศัตรูพืช เกษตรกรจะสวมหน้ากาก ถุงมือ รองเท้าบูท หมวก กางเกงขายาว ขณะทำสวนและฉีดพ่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีเพียงร้อยละ 6.0 เท่านั้นที่จะ สวมเสื้อกันฝนและแว่นตา

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากร

ข้อมูลทั่วไป	ร้อยละของประชากร (จำนวนตัวอย่าง)		
	เพศชาย (n=76)	เพศหญิง (n=57)	รวม (n=133)
1. อายุ (ปี)			
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี	2.2 (3)	0 (0)	2.2 (3)
ตั้งแต่ 21 ถึง 60 ปี	49.2 (66)	41.3 (55)	90.9 (121)
มากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปี	5.2 (7)	1.5 (2)	6.7 (9)
2. จำนวนปีที่ทำการเกษตร			
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ปี	39.5 (30)	38.6 (22)	39.1 (52)
ตั้งแต่ 11-20 ปี	46.1 (35)	47.4 (27)	46.6 (62)
ตั้งแต่ 21-30 ปี	11.8 (9)	12.3 (7)	12.0 (16)
ตั้งแต่ 31 ปีขึ้นไป	2.6 (2)	1.8 (1)	2.3 (3)
3. ทำหน้าที่เป็นผู้ฉีดพ่นสารเคมี			
ใช่	86.8 (66)	50.9 (29)	71.4 (95)
ไม่เป็น/ไม่ใช่	13.2 (10)	49.1 (28)	28.6 (38)
4. ชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใช้			
สารเคมีกำจัดแมลง	96.1 (73)	94.7 (54)	95.3 (127)
สารเคมีกำจัดวัชพืช	92.1 (70)	86.0 (49)	89.5 (119)
สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา	94.7 (72)	94.7 (54)	94.7 (126)
5. การใช้อุปกรณ์ป้องกันสารเคมี			
หน้ากาก	38.2 (29)	29.8 (17)	34.5 (46)
ถุงมือ	59.2 (45)	54.4 (31)	53.4 (71)
รองเท้านบูท	63.2 (48)	54.4 (31)	59.4 (79)
แว่นตา	6.6 (5)	5.3 (3)	6.0 (8)
หมวก	57.9 (44)	50.9 (29)	54.8 (73)
กางเกงขายาว	61.8 (47)	50.9 (29)	57.1 (76)
เสื้อกันฝน	6.6 (5)	5.3 (3)	6.0 (8)

ระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสและรูปแบบทางพันธุกรรม ในเกษตรกร

ระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในน้ำเลือดของเกษตรกร พบว่ามีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 5.08 ± 2.15 U/ml เมื่อจำแนกกลุ่มของเกษตรกรตามเพศ อายุ ระยะเวลาทำการเกษตรและหน้าที่ฉีดพ่นสารเคมี พบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ทำการเกษตรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ปี กับกลุ่มที่ทำการเกษตรระหว่าง 11-20 ปี ที่ $p < 0.05$ ส่วนกลุ่มอื่นๆ นั้น ไม่พบว่ามีค่าแตกต่างตามตารางที่ 3 รูปแบบทางพันธุกรรมของเอนไซม์ บิวทิลโคลีนเอสเตอเรสพบว่ามี 4 รูปแบบ คือ UU, UA,

UF และ AF จำนวน 90, 23, 1 และ 19 รายตามลำดับ โดยรูปแบบที่มีระดับเอนไซม์สูงสุดได้แก่ UF (7.060 U/ml) ถัดมาเป็น UU (6.389 ± 1.350 U/ml) และ UA (3.465 ± 1.443 U/ml) รูปแบบที่มีระดับเอนไซม์ต่ำที่สุดได้แก่ AF มีระดับการทำงานของเอนไซม์เท่ากับ 1.60 ± 0.409 U/ml

เมื่อเปรียบเทียบระดับเอนไซม์บิวทิลโคลีนเอสเตอเรสในน้ำเลือดกับรูปแบบทางพันธุกรรมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด กลุ่มที่ฉีดพ่นและไม่ได้ฉีดพ่นสารเคมีด้วยตัวเอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.01$ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติของปัจจัยต่างๆ กับระดับการทำงานของเอนไซม์

ปัจจัย	จำนวน (n=133)	BChE Level (U/ml)		
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสถิติ
1. เพศ				0.719 ^{NS}
- ชาย	76	5.320	2.270	
- หญิง	57	5.040	2.177	
2. อายุ				1.968 ^{NS}
- น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี	3	4.655	3.220	
- ตั้งแต่ 21 ถึง 60 ปี	121	5.327	2.176	
- มากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปีขึ้นไป	9	3.679	2.280	
3. ปีเพาะปลูก				3.632*
- น้อยกว่า 10 ปี	52	4.465	2.369	
- ตั้งแต่ 11 ถึง 20 ปี	62	5.641	2.066	
- ตั้งแต่ 21 ถึง 30 ปี	16	5.988	1.645	
- ตั้งแต่ 31 ปี ขึ้นไป	3	4.658	2.809	
4. หน้าที่ฉีดพ่นสารเคมี				1.577 ^{NS}
- ใช่	95	5.679	2.235	
- ไม่ใช่/ ไม่ใช้ชนิดฉีดพ่นสารเคมี	38	5.009	2.205	

หมายเหตุ NS = Non significant * p value < 0.05

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการพ่นสารเคมีกับระดับการทำงานของเอนไซม์

รูปแบบการพ่นสารเคมี	จำนวน (n=133)	BChE Level (U/ml)				r
		ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสถิติ	
1. ประชากรทั้งหมด					93.419**	0.754
UU	90	3.219-11.33	6.389	1.350		
UA	23	1.289-5.579	3.443	1.363		
UF	1	7.060	7.060	-		
AF	19	0.939-2.408	1.600	0.409		
2. ทำหน้าที่ฉีดพ่นสารเคมี					69.710**	0.751
UU	62	3.219-9.680	6.244	1.310		
UA	16	1.460-5.579	3.465	1.443		
UF	1	7.060	7.060	-		
AF	16	0.939-2.408	1.640	0.420		
3. ไม่ใช่/ไม่ได้ทำหน้าที่ฉีดพ่นสารเคมี					33.680**	0.748
UU	28	3.617-11.33	6.711	1.405		
UA	7	1.289-4.503	3.394	1.268		
UF	-	-	-	-		
AF	3	1.057-1.700	1.386	0.321		

หมายเหตุ ** p value < 0.01

อภิปรายและสรุปผล

ลักษณะของเกษตรกรอาสาสมัครในโครงการพบว่ามีความคล้ายคลึงกัน เมื่อทดสอบทางสถิติด้วย Unpaired t-test ไม่พบความแตกต่างของ อายุ ระยะเวลาการทำงาน เกษตร พื้นที่และปริมาณของสารเคมีที่ใช้ ระหว่างกลุ่มเพศชายและหญิง ซึ่งมีอยู่ร้อยละ 57.1 และ 42.9 ตามลำดับ

สำหรับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง เพศ อายุ และหน้าที่ในการฉีดพ่นสารเคมี แต่พบว่าเกษตรกรที่ทำการเกษตรมาแล้ว 11-20 ปี มีระดับเอนไซม์สูงกว่ากลุ่มที่ทำการเกษตรน้อยกว่า 10 ปี อย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ เพราะเกษตรกรที่ทำมานานเกินกว่า 10 ปี นั้นมักจะขยายพื้นที่ทำการเกษตรเพิ่มขึ้น มีแรงงานในไร่เพิ่มขึ้น จึงไม่ได้ทำหน้าที่ฉีดพ่นสารเคมีหรือดูแลด้วยตนเอง โอกาสที่จะเสี่ยงต่อการสัมผัสสารเคมีจะน้อยลงกว่ากลุ่มที่เริ่มทำการเกษตรใหม่ ระดับเอนไซม์ที่ตรวจได้เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบทางพันธุกรรม ซึ่งพบว่ามี 4 รูปแบบในกลุ่มประชากรนี้คือ UU, UA, UF และ AF โดยพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.01$ เมื่อจำแนกตามกลุ่มที่ฉีดพ่นสารเคมีก็พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.01$ โดยจะสังเกตเห็นว่ารูปแบบที่พบมากที่สุดคือ UU มีถึงร้อยละ 67.6 ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีระดับเอนไซม์อยู่ในช่วง 3.22-11.33 U/ml มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 6.414 U/ml หากเกษตรกรกลุ่มดังกล่าวสัมผัสกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแล้วอาจจะพบว่าระดับที่ลดลงนั้นยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ ในขณะที่กลุ่มที่มีรูปแบบ AF จะมีระดับเอนไซม์ต่ำมาก คืออยู่ในช่วง 0.939-2.408 U/ml มีค่ามัธยฐาน 1.568 U/ml จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับพิษ เมื่อพิจารณาในกลุ่มฉีดพ่นสารเคมีจะมีระดับเอนไซม์จะพบว่ารูปแบบ AF (0.939-2.408 U/ml) มีระดับเอนไซม์ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้ฉีดพ่นสารเคมี (1.057-1.700 U/ml) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการวินิจฉัยเพียงการวัดระดับเอนไซม์นั้นอาจจะไม่เพียงพอที่จะระบุระดับการได้รับพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช หากมีการวัดรูปแบบทางพันธุกรรมร่วมด้วยจะเป็นประโยชน์ยิ่งขึ้น

วิจารณ์ผล

ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการทำงานต่อเอนไซม์บิวทิลโคลีนเอสเตอเรส มีหลายประการ เช่น ปัจจัยของเพศและอายุ โดยเพศชายจะมีระดับเอนไซม์สูงกว่าเพศหญิง แต่เมื่ออายุเกินกว่า 60 ปีแล้วจะไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศ^{8,9} และหญิงที่รับประทานยาคุมกำเนิดจะมีระดับเอนไซม์ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทานยา^{8,9} ในผู้สูงอายุและเด็กเล็กจะมีระดับเอนไซม์ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ⁹ นอกจากนี้ยังพบว่าโรคและภาวะบางอย่างมีผลรบกวนต่อระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส เช่น ภาวะขาดสารอาหาร โรคพิษโคชานาการ โลหิตจาง ซึ่งจะมีระดับต่ำลง^{10,11} ผู้ป่วยโรคตับก็จะมีระดับเอนไซม์ต่ำเช่นกัน^{11,12} มีการศึกษาอื่นๆที่หาความสัมพันธ์ของรูปแบบทางพันธุกรรม โดยเฉพาะ Silent gene (S genotype) ซึ่งมักพบร่วมกับโรคอื่น เช่น โรคไขมันในเลือดสูง (hyperlipidemia) และ Nephrotic Syndrome¹³ แต่ปัจจุบันพบว่ามีเอนไซม์อีกชนิดหนึ่งที่มีสัมพันธ์ต่อระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสและภาวะโรคต่างๆ คือ เอนไซม์พาราออกซอนเนส¹⁴

อย่างไรก็ตามการติดตามระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในอาสาสมัคร ควรจะมีการเก็บข้อมูลการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ เช่น โรคประจำตัว ยาที่รับประทานเป็นประจำ และปัจจัยต่างๆ ร่วมด้วย เพื่อช่วยในการแปลผล การศึกษานี้ได้เก็บข้อมูลการเจ็บป่วย และอาการที่อาจจะเกิดจากการแพ้พิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชร่วมด้วย แต่พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของกลุ่มประชากรมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันทั้งกลุ่ม แต่ปัจจัยที่พบทำให้กลุ่มประชากรมีความแตกต่างกันของระดับเอนไซม์คือปัจจัยทางพันธุกรรม โดยพบว่าความถี่ของยีนแต่ละรูปแบบพบได้มากน้อยต่างกันตามเชื้อชาติ เช่น Fluoride variant มี frequency เท่ากับ 0.0021 ในชาวอะลาสกา Atypical gene พบได้น้อยในชาวตะวันออกบางเชื้อชาติ อาจพบเพียง 1 ใน 25 ล้านคน ความถี่เท่ากับ 0.0002⁵ การศึกษาใน Trinidad พบว่าประชากรมีรูปแบบ UU ร้อยละ 98.5 รูปแบบ UA ร้อยละ 1.5¹⁵ เช่นเดียวกับการศึกษานี้ที่ประชากรส่วนใหญ่มีรูปแบบ UU มากกว่าแบบอื่นๆ

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นและระดับการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสอย่างไรก็ตามการตรวจหารูปแปรของเอนไซม์ควรจะวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางอณูชีววิทยา (Molecular Biology) เพราะการวัดระดับเอนไซม์ด้วยวิธีทางเคมีคลินิกด้วยการหาค่า DN และ FN นั้นมีข้อเสียหากเอนไซม์ของบุคคลนั้นถูกยับยั้งด้วยสารอื่นๆ เช่น Sarin,¹⁶ Soman,¹⁷ Tabun¹⁸ และสารอื่นๆ ที่เป็น Irreversible inhibitor มาก่อนแล้วจะไม่สามารถทราบได้ว่าค่า DN หรือ FN ที่แท้จริงเท่ากับเท่าใด ทำให้การระบุชนิดของรูปแปรทางพันธุกรรมอาจจะผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนไปได้ สำหรับการตรวจหารูปแปรของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสด้วยเทคนิคอณูชีววิทยามีกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าวิธีทางเคมีคลินิก อาจจะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในภาคสนาม อย่างไรก็ตามการตรวจหาระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสก็เป็นวิธีการที่ทำให้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว แต่การแปลผลต้องคำนึงถึงภาวะและโรคต่างๆ ของอาสาสมัคร รวมทั้งรูปแปรทางพันธุกรรมด้วย ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดในการวินิจฉัยระดับการแพ้พิษได้มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- World Health Organization. World Health Organization Metabolism and mode of action. Organophosphorus Insecticides: a General Introduction. WHO. Geneva; 1986. p. 39-48.
- Moss DW and Henderson AR. Tietz. Textbook of Clinical Chemistry. 2nd ed. New York: Burtis CA, & Ashwood ER(eds); 1994. p. 735-896.
- Pongraveevongsa P. and Ruangyuttikarn W. Measurement of Serum Cholinesterase level in Normal Thai People. Chiang Mai Medical Bull 2000; 39 (1-2): 21-9.
- Davis L., Britten J.J. and Morgan M. Cholinesterase: Its significance in anaesthetic practice. Anaesthesia 1997; 52: 244-60.
- Kalow W. Genetic Variants of Human Serum Cholinesterase Influence Metabolism of the Muscle Relaxant Succinylcholine. Paramac Ther 1990; 47: 35-60.
- Ellman G.L., Courtacy D., Andres V. Jr. and Featherstone R.M. A new and rapid colorimetric determination of Acetylcholinesterase activity. Biochem Pharmacol 1961; 7: 88-95.
- Kalow W. and Genest K. A method for the detection of atypical forms of human serum cholinesterase. Determination of dibucaine numbers. Can J. Biochem Physiol 1957; 35: 339-46.
- Nielson J.B. and Anderson H.R. Cholinesterase Activity in Female Greenhouse Workers Influence of Work Practise and Use of Oral Contraceptives 2002; 44: 234-9.
- Sidell F. R. and Kaminskis A. Influence of Age, Sex and Oral Contraceptives on Human Blood Cholinesterase Activity. Clin Chem 1975; 21(10): 1393-5.
- Mitrache J., Passweg J.R., Libura J. and et.al. Anemia: an Indicator for Malnutrition in the Elderly. Ann Hematol 2001; 80: 295-8.
- Goodal R. Cholinesterase heterogeneity: pharmacogenetic models and clinical implications. Curr Anesth&Critical Care 2004; 15: 29-35.
- Wilson A., Calvert R.J. and Geoghegan H. Plasma Cholinesterase Activity in Liver Disease: Its value as a Diagnostic Test of Liver Function Compared with Flocculation Test and Plasma Protein Determinations. 1952. J Clin Invest 1952; September 31(9): 815-23.
- Honda K., Yumura W., Arai J. and et.al. Hereditary Serum Cholinesterase Deficiency Associated with Severe Lipid Deposition in the Kidney.

- Intern Med 1993; February 32(2): 145-51.
14. Sogorb M. A. and Vilanova E. Enzymes Involved in the Detoxification of Organophosphate, Carbamate and Pyrethroid Insecticides Through Hydrolysis 2002; 128: 215-28.
 15. Pinto Pereira L.M., Clement Y. and Telang B.V. Distribution of Cholinesterase Activity in the Population of Trinidad. Can J. Physiol Pharmacol 1996; 74: 286-9.
 16. United States Senate, 103d Congress, 2d Session.1994. "Material Safety Data Sheet : Lethal Nerve Agents Sarin". (online). 25 May. Available [http://www.gulfweb.org/bigdoc/report / appgd.html/](http://www.gulfweb.org/bigdoc/report/appgd.html/) (November 6, 2004)
 17. United States Senate, 103d Congress, 2d Session.1994. "Material Safety Data Sheet : Lethal Nerve Agents Somain". (online). 25 May. Available [http://www.gulfweb.org/bigdoc/report / appgd.html/](http://www.gulfweb.org/bigdoc/report/appgd.html/) (November 6, 2004)
 18. United States Senate, 103d Congress, 2d Session.1994. "Material Safety Data Sheet : Lethal Nerve Agents Tabun". (online). 25 May. Available [http://www.gulfweb.org/bigdoc/report / appgd.html/](http://www.gulfweb.org/bigdoc/report/appgd.html/) (November 6, 2004)

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ เป็นวารสารทางวิชาการของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ยินดีพิจารณาบทความด้านเทคนิคการแพทย์ รังสีเทคนิค กิจกรรมบำบัด กายภาพบำบัด และด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ซึ่งไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารอื่นใดมาก่อน เพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารนี้ สำหรับบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารนี้แล้ว ถือว่าเป็นลิขสิทธิ์ของวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ ดังนั้นเพื่อให้เกิดการตีพิมพ์ ดำเนินการไปได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง ขอให้ผู้เขียนปฏิบัติ ดังนี้

ประเภทของบทความที่ลงตีพิมพ์ แบ่งเป็น 8 ประเภท คือ :-

1. บทบรรณาธิการ (EDITORIAL) เป็นบทความซึ่งวิเคราะห์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ที่มีความสำคัญในวิชาชีพเทคนิคการแพทย์ รังสีเทคนิค กิจกรรมบำบัด กายภาพบำบัด หรือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องหรืออาจเป็นบทความซึ่งมิใช่เรื่องทางวิชาการโดยตรง แต่เป็นความคิดเห็นเพื่อประโยชน์ของการยกระดับวิชาชีพให้สูงขึ้น

2. นิพนธ์ต้นฉบับ (RESEARCH ARTICLE) เป็นรายงานผลงานวิจัยทางด้านที่เกี่ยวข้องโดยที่บทความนั้นยังไม่เคยตีพิมพ์ หรืออยู่ในระหว่างการตีพิมพ์ในวารสารอื่นใด

3. รายงานเทคนิคทางห้องปฏิบัติการ กายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด และรังสีเทคนิค (SHORT TECHNICAL REPORT) เป็นรายงานการประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจในห้องปฏิบัติการ หรือเทคนิคทางกายภาพบำบัด กิจกรรมบำบัด และรังสีเทคนิค โดยแสดงรายละเอียดทั้งวิธีการ และผลการใช้เทคนิคนั้นๆ เปรียบเทียบกับวิธีเดิม รวมถึงการวิจารณ์และสรุปผล

4. นิพนธ์ปริทัศน์ (REVIEW ARTICLE) เป็นบทความที่รวบรวมเอาผลงานในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเคยลงตีพิมพ์แล้วนำมาวิเคราะห์ วิจารณ์ เปรียบเทียบเพื่อให้เกิดความกระจ่างในเรื่องนั้นยิ่งขึ้น

5. บทความทั่วไป (GENERAL ARTICLE) เป็นบทความที่มีวิชาการเฉพาะทางรวมอยู่ค่อนข้างน้อย เขียนเพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถอ่านเข้าใจตลอด

6. บันทึก (NOTE) เป็นบทความ หรือรายงานผลงานวิจัยคล้ายข้อ 1 และข้อ 2 แต่มีความกะทัดรัดกว่าทั้งในเนื้อหาและรายละเอียด

7. ปกิณกะ (MISCELLANY) เป็นบทความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ เช่น การวิจารณ์ผลเวชศาสตร์ชันสูตร การตอบปัญหาทางด้านเวชศาสตร์ชันสูตร เป็นต้น

8. จดหมายถึงบรรณาธิการ (LETTER TO THE EDITOR) เป็นบทความทางวิชาการ หรืออื่นๆ ที่เป็นบันทึกสั้นๆ ในรูปของจดหมายถึงบรรณาธิการ เพื่อแสดงความคิดเห็น และประสบการณ์ในทางวิชาการ

9. ย่อเอกสาร (ABSTRACT) เป็นเรื่องย่อของบทความที่น่าสนใจและได้รับการตีพิมพ์แล้วในวารสารต่างๆ

คำแนะนำสำหรับการเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษาที่ใช้ มี 2 ภาษาคือ ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ ต้นฉบับภาษาไทย ควรใช้ถ้อยคำและศัพท์ภาษาไทยให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้ตามพจนานุกรมศัพท์แพทย์อังกฤษ-ไทยฉบับราชบัณฑิตยสถานเป็นบรรทัดฐาน คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่บัญญัติเป็นภาษาไทยแล้วแต่ยังไม่เป็นที่ทราบกันอย่างแพร่หลาย หรือแปลแล้วเข้าใจยาก ให้ใส่ภาษาเดิมกำกับไว้ในวงเล็บหรืออนุโลมให้ใช้ภาษาอังกฤษได้

2. ต้นฉบับ ใช้กระดาษสีขาวสะอาดค่อนข้างหนา ขนาด 8.5x11 นิ้ว พิมพ์หน้าเดียว เว้นระยะห่างระหว่างบรรทัด 2 ช่วง (2 spaces) ใช้โปรแกรมและตัวพิมพ์มาตรฐาน มีเลขที่หน้ากำกับทุกหน้า

3. ชื่อเรื่อง ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นข้อความสั้นๆ และสื่อความหมาย บ่งชี้ให้เห็นสาระสำคัญของเนื้อหาในบทความไม่ควรใช้คำย่อนอกจากคำย่อนั้นเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไป

4. ชื่อผู้แต่ง ให้ใส่ชื่อตัวและชื่อสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ กรณีที่ผู้แต่งหลายคนให้เรียงตามลำดับความสำคัญในงานนั้นๆ และให้ชื่อและสถานที่ติดต่อพร้อมหมายเลขโทรศัพท์, โทรสาร, หรือ E-mail address ของผู้รับผิดชอบบทความเพื่อการติดต่อได้สะดวก

5. นิพนธ์ต้นฉบับ ให้มีบทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 200 คำ โดยแบ่งเป็น 5 หัวข้อดังนี้ วัตถุประสงค์ ตัวอย่างทดสอบ วิธีการ ผลการทดสอบ และสรุป ทั้งนี้ให้มีคำรหัส (Key word) ไม่เกิน 5 คำ

6. การจัดลำดับเนื้อเรื่องสำหรับนิพนธ์ต้นฉบับให้เรียงตามลำดับตามหัวข้อ ดังนี้ :-

- * บทนำ (Introduction) ซึ่งรวมถึงวัตถุประสงค์หรือสมมติฐานในการศึกษา
- * วัสดุและวิธีการ (Materials and Methods)
- * ผล (Results)
- * วิจารณ์ผล (Discussion)
- * กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)
- * เอกสารอ้างอิง (References)

7. กรณีทำงานวิจัยนั้น ได้รับทุนวิจัย ให้ระบุแหล่งที่มาของทุนวิจัยนั้นด้วย

8. การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่อง ให้อ้างอิงเรียงตามลำดับเลขที่ ของเอกสารอ้างอิงซึ่งอยู่ท้ายเรื่อง โดยใส่ตัวเลขแบบ superscript ต่อท้ายข้อความนั้นๆ

9. การเตรียมตาราง แผนภูมิ รูปภาพประกอบ

- * ตาราง แผนภูมิ รูปภาพประกอบ ให้แยกไว้ต่างหาก โดยใช้กระดาษ 1 แผ่น ต่อ 1 ตาราง หรือ 1 แผนภูมิหรือ 1 รูปภาพ
- * รูปถ่าย ให้ใช้ภาพถ่ายขาวดำ ขนาดโปสการ์ด (3"x5") มีหน้าเรียบ
- * ภาพเขียน ให้เขียนด้วยหมึกดำอินเดีย (Indian ink) บนกระดาษอาร์ตที่หนาพอสมควร

- * คำอธิบายรูป ให้พิมพ์แยกไว้ต่างหาก ไม่พิมพ์ลงในรูปนั้นๆ และให้เขียนหมายเลขกำกับ ไว้ด้านหลังรูปด้วยดินสอ เบาๆ
10. การส่งบทความต้นฉบับ ให้ส่งต้นฉบับจำนวน 2 ชุดพร้อมดิสเกตต์ที่ระบุโปรแกรมที่ใช้พิมพ์มาด้วย

บรรณาธิการวารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่
คณะเทคนิคการแพทย์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์ : (053) 945080 ต่อ 17
โทรสาร : (053) 946042
E-mail : preyanat@chiangmai.ac.th

สำเนาพิมพ์ (Reprint)

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนี้ ผู้เขียนบทความจะได้รับวารสาร 1 เล่ม พร้อมสำเนาพิมพ์ (Reprint) จำนวน 5 ชุด

การเขียนเอกสารอ้างอิง

การเขียนเอกสารอ้างอิง ให้ใช้ตามระบบของที่ประชุมแวนคูเวอร์ (Vancouver) ดังต่อไปนี้ :-

เอกสารที่เป็นวารสาร

- * เอกสารที่เป็นวารสาร ถ้าผู้พิมพ์น้อยกว่า 6 คน ให้ใส่ชื่อผู้พิมพ์ทุกคน ถ้าผู้พิมพ์มากกว่า 6 คน ให้ใส่ชื่อ 3 คนแรกแล้วตามด้วย *et al* (ตัวเอียง) การเขียนชื่อผู้พิมพ์ และเครื่องหมายวรรคตอน เป็นดังตัวอย่าง
Sorter NA, Wasterman TI, Austen KF. Cold urticaria : release into the circulation of histamine and eosinophil chemotactic factor of anaphylaxis during cold challenge. *N Engl J Med* 1976; 294: 687-90.
- * เอกสารที่เป็นวารสาร และมีผู้พิมพ์เป็นกลุ่ม ให้เขียนดังตัวอย่าง
The Committee on Enzymes of the Scandinavian Society for Clinical Chemistry and Clinical Physiology. Recommended method for the determination of gamma-glutamyl transferase in blood. *Scand J Clin Lab Invest* 1976; 36: 119-25.

เอกสารที่เป็นหนังสือ

- * สำหรับหนังสือที่มีผู้พิมพ์คนเดียว ให้เขียนตัวอย่าง
Oaler AG. Complement Mechanisms and Functions. Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1976.
 - * หนังสือที่มีผู้พิมพ์หลายคน และมีบรรณาธิการ หรือหัวหน้าในการเขียน ให้เขียนดังตัวอย่างนี้
Rhodes AJ, van Rooyan CE (eds). Textbook of Virology for Students and Practitioners of Medicine and Their Health Sciences. 5th ed, Baltimore : Williams and Wilkins, 1967.
 - * หนังสือที่มีผู้พิมพ์เป็นกลุ่มในหน่วยงาน ให้เขียนดังตัวอย่าง
American Medical Association Department of Drugs. AMA Drug Evaluations. 3rd ed, Littleton : Publishing Sciences Group, 1977.
 - * การอ้างเฉพาะบทใดบทหนึ่งในหนังสือ ให้เขียนดังตัวอย่าง
Weinstein L, Swartz MN. Pathogenic properties of invading microorganisms. In : Sodeman WA Jr, Sodeman WA (eds), Pathologic Physiology: Mechanisms of Disease. Philadelphia : WB Saunders, 1974: 457-72.
 - * รายงานของหน่วยงานที่ตีพิมพ์เป็นปกติ ให้เขียนดังตัวอย่าง
National Center of Health Statistics. Acute conditions : Incidence and associated disability, United States, July 1968-June 1969. National Center for Health Statistics. 1972. (Vital and health statistics. Series: 10: Data from the National Health Survey No. 69) (DHEW publication No (HSM) 72-1037).
 - * หนังสือรายเดือน รายักษ์ ให้เขียนดังตัวอย่าง
Roueché B. Annals of Medicine : The Santa Claus culture. *The New Yorker* 1971. Sept 4: 66-81.
 - * หนังสือพิมพ์รายวัน ให้เขียนดังตัวอย่าง
Shaffer RA. Advances in chemistry are starting to unlock mysteries of the brain : discoveries could help cure alcoholism and insomnia, explain mental illness. How the messengers work. *Wall Street Journal* 1977. Aug 12: 1 (col 1), 10 (col 1).
- ข้อมูลจาก Web Site ให้เขียนดังตัวอย่าง**
The National Association for Proton Therapy (NAPT). 2000. "Background of Proton Therapy". (online). 22 March. Available [http://www.proton-therapy.org/\(7November 2000\)](http://www.proton-therapy.org/(7November 2000)).

ข้อคิดเห็นใดๆ ในบทความ หรือเรื่องที่ตีพิมพ์ในวารสารนี้ เป็นข้อคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียนมิได้เกิดจาก
บรรณาธิการ หรือผู้จัดทำ แต่อย่างใด