

การแยกชนิดของแอนติบอดีโดยเปรียบเทียบ ระหว่างวิธีเจลและวิธีหลอดทดลอง

ศิริณา พงศ์ถิ่นทองงาม วท.บ. (เทคนิคการแพทย์), วท.ม. (จุลชีววิทยา)*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการแยกชนิดของแอนติบอดีโดยวิธีเจล (gel test : GT) และวิธีหลอดทดลอง (conventional tube test : CTT) ในซีรัมผู้ป่วย

รูปแบบการวิจัย : การวิจัยเชิงทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง : ตัวอย่างเลือดผู้ป่วยที่ส่งมาขอเลือดที่กลุ่มงานธนาคารเลือด วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล และตรวจกรองแอนติบอดีได้ผลบวก จำนวน 34 ราย ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2544 ถึง 31 พฤษภาคม 2544

วิธีดำเนินการวิจัย : นำซีรัมผู้ป่วยที่ได้ผลบวกจากการตรวจกรองแอนติบอดีโดยใช้เม็ดเลือดแดงหมู่ O ที่มีแอนติเจนที่มีความสำคัญทางคลินิก (เตรียมจากภาควิชาเวชศาสตร์การธนาคารเลือด ศิริราชพยาบาล) มาแยกชนิดของแอนติบอดีโดยเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจลและวิธีหลอดทดลอง โดยใช้ panel cells ที่เตรียมจากศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย

ตัววัดที่สำคัญ : ชนิดของแอนติบอดีที่สามารถแยกได้โดยวิธีเจลและวิธีหลอดทดลอง

ผลการวิจัย : การตรวจแยกชนิดของแอนติบอดีด้วยวิธี indirect antiglobulin test ได้ผลสอดคล้องกันทั้งสองวิธี จำนวน 27 ราย (79.4%) จากจำนวนทั้งสิ้น 34 ราย มี 1 รายพบโดยวิธี GT อย่างเดียว (anti E) มี 6 รายพบโดยวิธี CTT อย่างเดียว (anti P 1 ราย, anti Le^a 1 ราย, anti Le^{a+b} 4 ราย) anti E สามารถตรวจพบได้ทั้ง 2 วิธี 4 ราย แต่ได้ผลต่างกัน 1 รายคือ รายที่พบใน GT อย่างเดียว anti P พบว่าไม่สามารถตรวจพบได้โดย GT แต่ตรวจพบได้โดย CTT. anti Le^a และ anti Le^{a+b} ที่ไม่สามารถตรวจพบได้ด้วย GT เมื่อตรวจโดยใช้ enzyme พบว่าได้ผลตรงกับ CTT

สรุป : GT มีความไวมากกว่า CTT ในการตรวจแยกชนิดของ anti E แต่เทคนิค GT มีความไวน้อยกว่า CTT ในการตรวจแยกชนิดของ anti P

Abstract

Comparison of Antibody Identification by Gel Test and Conventional Tube Test

Sirina Pongtintongnam BSc (Med Tech), MSc (Microbiology)

Department of Blood Bank, BMA Medical College and Vajira Hospital

Objective : To compare antibody identification of the patients by gel test (GT) and conventional tube test (CTT).

* กลุ่มงานธนาคารเลือด วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล

Study design : Experimental research.

Subjects : Blood sample from 34 patients were sent to department of blood bank for blood transfusion requirement and result of antibody screening were positive since April 1, 2001 to May 31, 2001, BMA Medical College and Vajira Hospital.

Methods : Positive antibody screening serum from the patients were detected by O cells carrying those blood group antigens necessary for detecting the most important clinically significant unexpected antibodies (prepared by Department of Transfusion Medicine, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital). Antibody identification was performed using gel test compare to conventional tube test. The panel cells were prepared by National Blood Center, Thai Red Cross Society.

Main outcome measures : Types of antibody were identified from GT and CTT.

Results : Types of antibody were identified by both GT and CTT in 27 cases (79.4 %) from total 34 cases (by indirect antiglobulin test). Only 1 case was found by only GT (anti E). Six cases were found by only CTT (one case of anti P, one case of anti Le^a and four cases of anti Le^{a+b}). Anti E was identified by both methods in 4 cases but in 1 case can be identified by only GT. Anti P can not be identified by GT. Anti Le^a and anti Le^{a+b} can not be founded by GT, however when using enzyme the result gets along with CTT.

Conclusion : GT was more sensitive to detect anti E than CTT . But GT was less sensitive than CTT for anti P detection.

Key words : antibody identification, gel test, conventional tube test

บทนำ

การตรวจกรองหาแอนติบอดีในซีรัมผู้ป่วยโดยการนำซีรัมผู้ป่วยทำการทดสอบกับ screening cells ซึ่งเป็นหมู่เลือด O ที่มีแอนติเจนต่าง ๆ ของหมู่เลือดที่มีความสำคัญทางคลินิก ได้แก่ Rh (C, c, D, E, e), Kidd (Jk^a, Jk^b), Duffy (Fy^a, Fy^b), Kell (K, k), Lewis (Le^a, Le^b), P และ MNSs (M, N, S, s, Mi^a) เป็นการตรวจเพื่อดูว่าผู้ป่วยมีแอนติบอดีต่อหมู่เลือดระบบดังกล่าวหรือไม่ ซึ่งถ้าได้ผลบวก จะนำซีรัมผู้ป่วยเหล่านั้นมาตรวจแยกหาชนิดของแอนติบอดีต่อไป เพื่อจัดหาเลือดและส่วนประกอบของเลือดให้กับผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม และป้องกันการเกิด delayed hemolytic transfusion reaction

โดยปกติเทคนิคในการตรวจแยกหาชนิดของแอนติบอดี จะทำการทดสอบในหลอดทดลอง โดยอาศัยการตรวจปฏิกิริยาการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดง (hemagglutination) หรือปฏิกิริยาฮีโมไลซิส (hemolysis) จนเมื่อ Lapieere Y และคณะ¹ ได้นำเทคนิค gel test (GT) มาใช้ในการตรวจ antiglobulin test โดยผลการทดสอบที่ได้ไม่แตกต่างจากเทคนิคหลอดทดลอง (conventional test tube, CTT) นอกจากนี้ยังมีข้อดีกว่าคือ ไม่ต้องล้างเซลล์ในการทำ antiglobulin test สามารถอ่านผลได้ง่าย เก็บผลการทดสอบได้นานกว่า CTT

เทคนิค GT ได้ประยุกต์หลักการของ gel filtration และ gel chromatography โดยนำ gel ซึ่งอาจเป็น Sephadex G100 หรือ G200 มาบรรจุไว้ใน microtube สำหรับการตรวจ indirect antiglobulin test (IAT) เมื่อหยดเม็ดเลือดแดงและซีรัมลงใน microtube เหนือผิว gel (ต้องระวังไม่ให้สัมผัสกับ antiglobulin serum บนผิว gel) incubate ส่วนผสมไว้ในอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม หลังจากนั้นนำไปปั่นด้วยแรงเหวี่ยง 70 xg นาน 10 นาที เม็ดเลือดแดงจะตกลงไปในเนื้อ gel และสัมผัสกับ antiglobulin serum ถ้าไม่มีจับกลุ่มกันของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดแดงจะสามารถผ่านช่องว่างระหว่างเม็ด gel ลงมาตามแรงปั่นจนถึงกัน microtube ได้ แสดงว่าปฏิกิริยาให้ผลลบ แต่ถ้าเกิดการจับกลุ่มกันของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดแดงที่จับกลุ่มกันนั้นจะมีขนาดใหญ่เกินกว่าช่องว่างระหว่างเม็ด gel จึงไม่สามารถผ่านลงมาถึงกัน microtube ได้ แต่จะค้างอยู่บนผิว gel ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงที่เกิดขึ้น โดยสามารถเกรดการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงเป็น weak agglutination, 1+, 2+, 3+ และ 4+ คล้ายคลึงกับการอ่านในหลอดทดลอง และในกรณีที่มี mixed field agglutination คือมีเซลล์ 2 population อยู่ด้วยกันก็จะแยกออกมาได้ชัดเจน คือจะมีเซลล์ที่จับกลุ่มอยู่ด้านบน และมีเซลล์ที่ไม่จับกลุ่มกันอยู่ด้านล่างของ microtube

มีรายงานการใช้เทคนิค GT ในการตรวจกรองและแยกชนิดแอนติบอดี พบว่า GT มีความไวในการตรวจหาแอนติบอดีที่อ่อน (weak antibodies) และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบน gel มีความคงตัว (stable) สามารถเก็บในตู้เย็นได้หลายวัน จึงนำมาอ่านผลซ้ำได้ แต่ข้อด้อยคือยังมีราคาค่อนข้างแพง^{2,3,4}

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการแยกชนิดของแอนติบอดีระหว่าง GT และ CTT ด้วยวิธี indirect antiglobulin test (IAT) ในซีรัมผู้ป่วยที่ส่งมาขอเลือดที่กลุ่มงานธนาคารเลือด วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาลจำนวน 34 ราย

วัสดุและวิธีการ

ตัวอย่างโลหิต

ใช้ตัวอย่างโลหิตแข็งตัว (clotted blood) 10 ml ของผู้ป่วยจำนวน 34 รายที่ส่งมาขอเลือดที่กลุ่มงานธนาคารเลือด วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2544 ถึง 31 พฤษภาคม 2544

วิธีดำเนินการวิจัย

นำซีรัมผู้ป่วยที่ตรวจกรองหาแอนติบอดีด้วยวิธีหลอดทดลองได้ผลบวกมาทำการแยกชนิดของแอนติบอดีระหว่าง GT และ CTT เปรียบเทียบกัน

การตรวจกรองหาแอนติบอดี

1. การตรวจกรองหาแอนติบอดีของระบบ Rh, Kidd, Duffy, และระบบอื่นๆ โดยใช้ O, CcDEe, Jk(a+b+) และ Fy(a+b+) เป็น screening cells ด้วยวิธี IAT (SS) และ papainized screening cells (SP)

2. การตรวจกรองหาแอนติบอดีของระบบ Lewis โดยใช้เลือดหมู่ O ที่ผ่านการ treat ด้วย papain แล้ว เป็น screening cells (P+ และ P-) P+ หมายถึง Le (a+b-) รวมกับ Le (a-b+) และ P- หมายถึง Le (a-b-) อ่านผล hemolysis ที่ 37°C เวลา 30-60 นาที

3. การตรวจกรองหา anti P และ anti Mi^a โดยใช้ O, P, Mi (a+) เป็น screening cells อ่านผลที่อุณหภูมิห้อง เวลา 30-60 นาที

การแยกชนิดของแอนติบอดี

1. วิธีเจล⁵

อุปกรณ์ประกอบด้วยหลอดทดลอง 12x75 มม., autopipette, pipette tip, เครื่องปั่น, ID-incubator 37°C, LISS diluent, LISS/Coombs card, NaCl/enzyme card, panel cells จากศูนย์บริการโลหิต สภากาชาดไทยโดยเตรียมเป็น 1% suspension ใน LISS diluent, papain

IAT ใช้ LISS/Coombs card หยด panel cells ที่เตรียมเป็น 1% suspension ใน LISS diluent ลงใน microtube 50 µl แล้วหยดซีรัมที่ต้องการทดสอบ 25 µl incubate 37°C นาน 15 นาที ครบเวลานำไปปั่นอ่านผลปฏิกิริยาการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดง

Two stage enzyme technique ใช้ NaCl/enzyme card หยด panel cells ที่เตรียมเป็น 1% suspension ใน LISS diluent ลงใน microtube 50 µl แล้วหยดซีรัมที่ต้องการทดสอบ 25 µl หลังจากนั้นหยด papain 25 µl incubate 37°C นาน 15 นาที ครบเวลานำไปปั่นอ่านผลปฏิกิริยาการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดง

2. วิธีหลอดทดลอง^{7,8}

อุปกรณ์ประกอบด้วยหลอดทดลอง 12x75 มม., เครื่องปั่น (serofuge), heat block incubator 37°C, normal saline, antiglobulin serum, panel cells ที่มีความเข้มข้นของเซลล์ 2-5% ใน alsever solution (จากศูนย์บริการโลหิต สภากาชาดไทย), papain

Saline technique (room temperature, 37°C และ IAT) หยดซีรัม 2 หยด ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำ panel cells ที่มีความเข้มข้นของเซลล์ 2-5% 1 หยด ดังทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที ปั่นอ่านผลดู hemolysis และการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงด้วยตาเปล่า หลังจากนั้น incubate 37°C เป็นเวลา 30 นาที ปั่นอ่านผลดู hemolysis และการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงอีกครั้ง หลังจากนั้นนำมาทำ antiglobulin test โดยล้างเซลล์ด้วย normal saline 3 ครั้ง และหยด antiglobulin serum 2 หยด ปั่นอ่านผลดูการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงด้วยตาเปล่าและกล้องจุลทรรศน์

Two stage enzyme technique นำ panel cells ไป treat ด้วย papain 10 นาที จากนั้นล้างด้วย normal saline 3 ครั้ง เตรียมเป็น 2-5% ใน normal saline จึงนำเซลล์ที่ได้หยดลงในหลอดทดลองที่หยดซีรัมเตรียมไว้ 2 หยด เขย่าให้ผสมกันแล้วปั่นอ่าน incubate 37°C เป็นเวลา 30-60 นาที ปั่นอ่านผลดู hemolysis

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิจัยเชิงทดลอง โดยสรุปข้อมูล
เป็นร้อยละ และนำเสนอเปรียบเทียบเป็นตาราง

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลการแยกชนิดของแอนติบอดี
ระหว่าง GT และ CTT ด้วยวิธี indirect antiglobulin test

(IAT) ในซีรัมผู้ป่วยจำนวน 34 ราย พบว่าผลการแยกชนิดของแอนติบอดีระหว่าง GT และ CTT ให้ผลตรงกัน 27 ราย คือ anti Mi^a 13 ราย, anti E 4 ราย, unidentified 3 ราย, autoantibody 2 ราย, anti Di^a, anti E+c, anti Mi^a+E, anti Mi^a+ unidentified, anti M อย่างละ 1 ราย ส่วนผลที่ไม่ตรงกันมีจำนวนทั้งสิ้น 7 ราย มี anti E 1 ราย, anti Le^a 1 ราย, anti Le^{a+b} 4 ราย, และ anti P 1 ราย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการการแยกชนิดของแอนติบอดีระหว่าง GT และ CTT ด้วยวิธี indirect antiglobulin test (IAT) ในซีรัมผู้ป่วยจำนวน 34 ราย

Antibodies	Numbers	Antibodies reaction in		
		both methods	GT only	CTT only
Anti Mi ^a	13	13	-	-
Anti E	5	4	1	-
Unidentified	3	3	-	-
Autoantibody	2	2	-	-
Anti Di ^a	1	1	-	-
Anti E+c	1	1	-	-
Anti Mi ^a +E	1	1	-	-
Anti Mi ^a +unidentified	1	1	-	-
Anti M	1	1	-	-
Anti Le ^a	1	-	-	1
Anti Le ^{a+b}	4	-	-	4
Anti P	1	-	-	1
Total	34	27	1	6

ในกรณีที่ผลการวิจัยได้แตกต่างกัน พบว่า anti E คือรายที่พบใน GT อย่างเดียวได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2 สามารถตรวจพบได้ทั้ง 2 วิธี 4 ราย แต่ได้ผลต่างกัน 1 ราย

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่าง GT และ CTT ในภาวะต่างๆกันในรายที่พบ anti E โดย GT อย่างเดียว

[illegible]

ในรายของ anti P พบว่าไม่สามารถตรวจพบได้โดย GT แต่ตรวจพบได้โดย CTT ซึ่งได้แสดงผลดังตารางที่ 3
ในกรณีของ anti Le^a และ Anti Le^{a+b} ที่ได้ผลต่างกัน

ทุกราย เมื่อนำมา identify ด้วย GT โดยใช้ enzyme พบว่าได้ผลตรงกันทุกราย

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่าง GT และ CTT ในภาวะต่าง ๆ กันในรายที่พบ anti P โดย CTT อย่างเดียว

Technique	Panel cells											AC
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
GT(LISS/Coombs)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CTT(RT)	1+	-	2+	-	-	-	2+	2+	1+	-	-	-
(37° C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(IAT)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

วิจารณ์

การตรวจแยกชนิดของแอนติบอดีในซีรัมของผู้ป่วย โดยวิธีหลอดทดลอง โดยอาศัยการแปลผลการเกิดปฏิกิริยาจับกลุ่มและซีโมลลัสซีของเม็ดเลือดแดงที่ทราบแอนติเจนของหมู่โลหิตระบบต่าง ๆ ผู้ทำการทดสอบต้องมีประสบการณ์ในการอ่านผล เนื่องจากความชำนาญในการอ่านผลของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน การเขย่าแรงหรือเบาเกินไป เทคนิคการล้างเซลล์ด้วยน้ำเกลือก่อนหยด antiglobulin serum การอ่านระดับของปฏิกิริยาดำเนินการและกลองจุลทรรศน์ การนำเทคนิคเจลมาใช้ในห้องปฏิบัติการทางด้านธนาคารเลือด จะช่วยลดขั้นตอนการล้างเซลล์และประหยัดเวลาในการทดสอบ สามารถอ่านผลปฏิกิริยาดำเนินการได้ทันทีหลังการปั่น เก็บผลการตรวจได้หลายวัน (ในตู้เย็น) และนำมาตรวจสอบซ้ำได้โดยระดับปฏิกิริยามีความคงตัว (stable)

จากผลการศึกษาพบว่า การตรวจแยกชนิดของแอนติบอดีได้ผลสอดคล้องกันทั้งสองวิธี จำนวน 27 ราย (79.4%) จากจำนวนทั้งสิ้น 34 ราย ในกรณีผลการตรวจแยกชนิดของแอนติบอดีได้แตกต่างกันคือรายที่ CTT ให้ผลบวก แต่ GT ให้ผลลบนั้น เมื่อนำมา identify ด้วย GT โดยใช้ enzyme พบว่าได้ผลเป็น anti Le^a (1 ราย) และ Anti Le^{a+b} (4 ราย) ซึ่งได้ผลตรงกันกับการตรวจแยกชนิดของแอนติบอดีด้วย CTT มี 1 ราย ที่ตรวจด้วย GT ให้ปฏิกิริยาที่มีความแรงกว่า CTT มี 1 ราย ที่ไม่สามารถตรวจพบได้ด้วย GT แต่ตรวจพบได้ด้วย CTT

จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า GT มีความไวในการตรวจแยกชนิดของ anti E ได้ดีกว่า CTT แต่ GT มี

ความไวน้อยกว่า CTT ในการตรวจแยกชนิดของแอนติบอดีที่เกิดปฏิกิริยาได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ (cold antibody) โดยเฉพาะ anti P ซึ่งตรงกับรายงานที่อ้อยทิพย์ ณ ถลางและคณะได้รายงานไว้¹⁰

ชนิดของแอนติบอดีที่แยกได้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าส่วนใหญ่เป็น anti Mi^a (38.2%) แต่เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีไม่มากนัก เพราะการแยกชนิดของแอนติบอดีด้วย GT มีราคาค่อนข้างแพง จึงเป็นอุปสรรคต่อการทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ๆ

การแยกชนิดของแอนติบอดีที่ทำปฏิกิริยาได้ดีที่อุณหภูมิต่ำด้วย CTT เมื่อนำมาตรวจด้วย GT มักให้ผลลบ ซึ่งเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งของ GT การตรวจด้วย GT จะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่า แต่ GT มีข้อดีกว่าที่สะดวกและทำการตรวจได้ง่าย เนื่องจากลดระยะเวลาในการ incubate เซลล์และซีรัม ไม่ต้องล้างเซลล์ อ่านผลปฏิกิริยาการตรวจได้ง่ายและเก็บผลไว้อ่านซ้ำได้ใช้ตัวอย่างเลือดในการตรวจน้อย ใช้ได้ทั้งซีรัมและพลาสมา จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้ตรวจในผู้ป่วยเด็กที่มักเก็บตัวอย่างเลือดได้น้อย นอกจากนี้การใช้ GT ยังเหมาะสำหรับใช้กับตัวอย่างเลือดผู้ป่วยติดเชื้อมีแรง เช่น เอดส์ เป็นต้น ซึ่งเมื่อทำการทดสอบแล้วสามารถทิ้งและทำลายได้ทันทีไม่ต้องนำมาล้างใช้ใหม่ ผู้ทำการทดสอบไม่ต้องสัมผัสกับตัวอย่างเลือดมากนัก

สรุป

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า GT มีความไวมากกว่า CTT ในการตรวจแยกชนิดของ anti E แต่เทคนิค GT มีความไวน้อยกว่า CTT ในการตรวจแยกชนิดของแอนติบอดีที่เกิด

ปฏิกิริยาได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ (cold antibody) โดยเฉพาะ anti P ข้อดีของ GT คือไม่ต้องล้างเซลล์ สะดวกในการอ่านผล และสามารถเก็บผลการตรวจไว้อ่านซ้ำได้ ใช้ปริมาณซีรุ่มน้อย แต่มีข้อด้อยคือมีราคาแพงกว่า ในแต่ละห้องปฏิบัติการจึงควรพิจารณาข้อดีและข้อด้อยเพื่อใช้ในการตรวจทางธนาคารเลือดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้รายงานขอขอบคุณหัวหน้ากลุ่มงานธนาคารเลือด วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล ที่อนุญาตให้นำรายงานนี้มาเสนอได้ รวมทั้งได้ให้คำแนะนำในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของกลุ่มงานธนาคารเลือดที่ช่วยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ดำเนินไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Lapierre Y, Rigal D, Adam J. The gel test : a new way to detect red cell antigen-antibody reactions. Transfusion 1990;30:109-13.
2. Philips PK, Whitton CM, Lavin F. The use of the antiglobulin test "gel test" for antibody detection. Transfusion Med 1992;2:111-3.
3. Voak D. Validation of new technology for antibody detection by antiglobulin test. Transfusion Med 1992;2:117-9.
4. Bromilow IM. Gel technique in blood group serology. Med Lab Sci 1992;49:129-32.
5. จริยา สายพิน, กาญจนา เอื้อตระกูลพูนสุข, ศศิธร เพชรจันทร์. Comparative study of antibody detection between antibody screening tests and crossmatching. วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต 2538;5:254-9.
6. Malyska H, Weiland D. The gel test. Lab Med 1994;25:81-5.
7. พิมพ์ เชี่ยวศิลป์. การให้เลือด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ 2526;77-87.
8. พิมพ์ เชี่ยวศิลป์, คณิ อุ่นจิตติ. เทคนิคการตรวจพิเศษ คู่มือปฏิบัติการธนาคารเลือด กองมาตรฐานชั้นสูงตร สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวง สาธารณสุข 2529:62-7.
9. อ้อยทิพย์ ณ ถลาง, สุกัญญา กุวานนท์, ทิพวัลย์ สุวรรณสิทธิ์, กัลยา เขินทรง, ทิพย์ ศรีไพศาล, ไตรโรจน์ ครุฑเวช. A preliminary study of the gel test for cross matching in Thailand. วารสารเทคนิคการแพทย์ 2536;21:101-5.
10. อ้อยทิพย์ ณ ถลาง, รัชนิ โอเจริญ, นงลักษณ์ แสนดอนตู, รัชนิ มีสมุท. การใช้เทคนิค gel สำหรับการตรวจกรอง และตรวจแยกชนิดของแอนติบอดี. วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต 2536;3:299-306.