

Coapresta 2000을 이용한 혈액응고검사의 평가

Evaluation of an Automated Coagulation Analyzer Coapresta 2000

최종현 · 송성욱 · 박용정 · 최종락 · 송재우

Jonghyeon Choi, Sungwook Song, Yongjung Park, Jong Rak Choi, Jaewoo Song

연세대학교 의과대학 진단검사의학교실

Department of Laboratory Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: The Coapresta 2000 (Sekisui Medical CO., LTD, Japan) is a fully automated random-access multiparameter hemostasis coagulation analyzer, which is equipped with a photo-optical clot detection unit and a cap-piercing system. It is able to perform clotting time assays as well as colorimetric assays (synthetic substrate method and latex turbidimetric method). In this study, we evaluated the analytical performance of the Coapresta 2000 for coagulation test items and compared with that of the ACL-TOP (Instrumentation Laboratory, Lexington, MA, USA) analyzer, which is currently used for routine coagulation test items in our hospital.

Methods: The Coapresta 2000 was evaluated with respect to its technical characteristics in the determination of 8 routine coagulation test items: prothrombin time, activated partial thromboplastin time, fibrinogen, fibrin-degradation product (FDP) antithrombin III, D-dimer, factors VIII and IX. Analyse-it (Analyse-it Software Ltd, UK) and SigmaStat (Systat Software, Inc., USA) were used for statistical analysis between items on the Coapresta 2000 and the ACL-TOP analyzer.

Results: The intra-assay and inter-assay coefficients of variation (CV) were below 5% for both groups of samples having values within the reference interval and outside the reference interval. Significant interference was observed with hemolytic and icteric samples. Carryover was not detected. The results obtained by Coapresta 2000 were well correlated with those obtained by the ACL-TOP analyzer (r^2 in the range from 0.781 to 0.969).

Conclusions: We concluded that Coapresta 2000 analyzer was well correlated with ACL-TOP analyzer for the routine coagulation test items tested.

Key Words: Coapresta 2000, Evaluation, Correlation, ACL-TOP

서론

혈액응고검사는 혈액응고이상 질환의 선별검사에서부터 확진 및 치료에 대한 추적검사에 이르기까지 다양하게 쓰이고 있어 그 중요성은 점차 커지고 있고 검사요구가 증가함에 따라 검사방법은 좀 더 신속하게 결과를 내기 위해 발전되고 있다[1]. 현재 대부분의

검사실에서 혈액응고분석을 위해 다양한 자동화된 기기를 사용하고 있고, 최근에 소개된 기기들은 다양한 원리의 방법을 동시에 진행할 수 있는 시스템을 갖추고 있어서 많은 항목의 혈액응고검사가 실시간으로 수행될 수 있다[2, 3]. 그러나 기기마다 검체 분석 시 사용 방법이 다소 차이가 있고 같은 분석방법을 쓴다고 해도 사용하는 시약이나 여러 요인들에 의해 결과치가 영향을 받을 수 있으므로 새로운 혈액응고자동분석기가 검사실에 도입하려면 기기의 경제성, 효율성, 신속성 등과 함께 기능성을 고려해야 하며 기존 기기와의 상관성을 반드시 평가해주어야 한다[4]. 그리고 국내에서도 그동안 혈액응고자동분석기 평가에 대한 많은 보고가 있었다[5-7].

Coapresta 2000 (CP 2000, Sekisui Medical CO., LTD, Tokyo, Japan)은 여러 가지 분석원리를 갖춘 혈액응고자동분석기로 비교적 조작이 간편하고 크기가 작아 공간에 대한 효율성이 좋으며 다양한 항목의 혈액응고검사가 실시간 가능하다. 총 20가지의 혈액응고 항목 검사를 수행할 수 있고 한 번에 60검체의 검사가 가능하다. 검사원리는 응고시간 분석법 및 비색법을 이용하며, 응고시간 분석법의 경우 시간당 400건의 검사를 할 수 있고, 비색법의 경우

Corresponding author: Jaewoo Song

Department of Laboratory Medicine, Yonsei University College of Medicine,

250 Seongsan-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea

Tel: +82-2-2228-2445, Fax: +82-2-313-0956

E-mail: labdx@yuhs.ac

Received: August 10, 2010

Revision received: February 10, 2011

Accepted: February 11, 2011

This article is available from <http://www.labmedonline.org>

© 2011, Laboratory Medicine Online

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

시간당 200건의 검사가 가능하다. 또한 검사 도중 응급 검체 발생 시 사용자는 이를 우선적으로 검사할 수 있다.

하지만 아직 CP 2000에 대한 국내 평가보고서가 없기에 본 저자들은 최근 소개된 혈액응고자동분석기인 CP 2000을 사용하여 혈액응고검사 항목인 프로트롬빈시간, 활성화 부분트롬보플라스틴 시간, 섬유소원, 섬유소원분해산물(fibrin-degradation product, FDP), antithrombin III, D-dimer, 응고인자 VIII 및 IX 등을 평가하고 ACL-TOP (Instrumentation Laboratory, Paris, France)과의 상관성을 비교해 보았다.

대상 및 방법

1. 기기 및 시약

CP 2000 (Sekisui Medical CO., LTD, Tokyo, Japan)은 응고시간 분석법(coagulation time assay), 비색측정법합성기질(synthetic substrate)을 이용한 분석법 및 라텍스 혼탁측정법(latex turbidimetry) 등의 다양한 원리를 이용하여 최대 20가지의 혈액응고검사 항목을 시행할 수 있다. 응고시간 분석법은 고도의 발광다이오드(light emitting diode, LED) 광원을 사용하여 검체와 시약의 혼합액으로부터 90도 산란광의 강도를 전기적 신호로 변경하여 측정한다. 이러한 원리로 프로트롬빈시간, 활성화 부분트롬보플라스틴 시간, 섬유소원, 응고인자 등의 검사가 가능하다. 또한 비색측정법은 검체가 분주된 큐벳에 시약을 첨가하여 큐벳의 흡광도를 측정하는 방법으로 합성기질을 이용한 분석법과 라텍스 혼탁측정법 두 가지가 있으며 합성기질을 이용한 방법으로는 antithrombin III, protein C 등의 검사를, 라텍스 혼탁측정법으로는 섬유소원분해산물, D-dimer 등이 있다.

본 평가를 위해 CP 2000에 사용된 시약 및 calibrator는 Table 1에 제시하였다. 이 중 섬유소원원충액은 3일마다 교체해주었고 모든 검사는 제조사 지침에 따라 실시되었다.

2. 측정대상 및 검체 보관

2008년 10월부터 11월까지 병동 및 외래에서 본 검사실로 혈액응고검사가 의뢰된 360명의 검체들을 무작위로 선별하여 검사하

였다. 검체는 먼저 ACL-TOP으로 측정되었고, 되도록 1시간 내에 CP 2000에 의해 측정되었으나 부득이하게 지연되는 경우 냉장보관(2-4℃)하여 4시간 내에 검사였다. 또한 프로트롬빈시간 측정은 모두 실온보관 상태에서 즉시 검사를 시행하였다. 혈장은 3.2% sodium citrate시험관(Becton Dickinson Ltd, Franklin Lakes, NJ, USA)에 정맥혈과 항응고제의 비율이 9:1이 되도록 검체량 2 mL를 채취하였으며 10분 이상 2,500 g으로 원심분리하여 얻었다. 두 기기 간 상관성 분석을 위한 검사 항목들은 통상 검사 시 시행되는 검사들로서 프로트롬빈 시간, 활성화 부분트롬보플라스틴 시간, 섬유소원, 섬유소원분해산물, D-dimer, antithrombin III, 응고인자 VIII 및 IX 등이었다.

3. 평가 항목

1) 측정 내 정밀도(intra-assay precision) 평가

프로트롬빈시간, 활성화부분트롬보플라스틴시간, 섬유소원, 섬유소원분해산물, 항트롬빈 III, D-dimer 등 항목의 측정 내 정밀도를 분석하기 위하여 제조사에서 제공된 정상 정도관리 물질(fresh normal plasma)과 비정상 정도관리 물질(fresh abnormal plasma)을 각각 10개의 시험관에 분주하여 당일에 10회씩 반복 측정하였다. 그리고 각 항목별 평균값, 표준편차, 변이계수 등을 구하여 평가하였다.

2) 측정 간 정밀도(inter-assay precision) 평가

측정 간 정밀도는 프로트롬빈시간, 활성화부분트롬보플라스틴 시간, 섬유소원, 섬유소원분해산물, 항트롬빈 III, D-dimer 등의 항목에서 제조사에서 제공하는 정상 정도관리 물질과 비정상 정도관리 물질을 각각 40개씩 분주하여 오전 오후 2회씩 10일간 반복 측정하였다. 측정 내 정밀도 평가 시와 동일하게 각 항목들의 평균값, 표준편차, 변이계수 등을 구하여 평가하였다.

3) 검체 간 상호오염(Carry-Over) 평가

활성화부분트롬보플라스틴시간을 이용하여 검체 간 상호오염 여부를 평가하기 위해 ACL-TOP으로 검사를 시행했던 환자 검체 중 활성화 부분트롬보플라스틴시간이 긴 검체(200 sec)와 짧은 검

Table 1. Reagents and calibrators used in this study for comparison of two coagulation analyzers

Test (unit)	Reagent (Manufacturer)	Calibrators	Cutoff
PT (sec)	QuikCoag PT with Calcium (Biomedica)	Normal calibrator	13-15
aPTT (sec)	QuikCoag APTT (Biomedica)	-	24-39
Fibrinogen (mg/dL)	Coagpia Fibrinogen (SEKISUI)	Fibrinogen Buffer	200-400
FDP (μg/mL)	Nanopia FDP (SEKISUI)	FDP Calibrator	5.0
Antithrombin III (%)	Test TeamS AT III (SEKISUI)	Normal plasma control	11-140
D-dimer (μg/mL)	Nanopia D-dimer (SEKISUI)	D-dimer Calibrator	0.3-60

체(35.8 sec)를 각각 1개씩 선별하여 혈장을 분리한 뒤 각각 4개의 시험관에 분주하였다. 그리고 활성화부분트롬보플라스틴시간이 긴 검체 4개를 먼저 차례로 측정하고 이어서 시간이 짧은 검체 4개를 측정하였다. Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI) H-57-A에 따라 총 10회 반복 측정한 후 검체 간 상호오염에 대한 비율(%)을 구하였다. 이때 상호오염도를 구하는 식은 아래에 제시하였다. 이때 평가의 통과기준은 검체 간 상호오염도 1% 이하로 하였다.

$$\text{Carry-Over (\%)} = \{L1-(L3-L4)/2\}/\{(H2+H3)/2-(L3+L4)/2\} \times 100$$

4) ACL-Top과의 상관성 비교

CLSI H30-A2, 47-A2에 지침을 근거로 측정된 프로트롬빈시간(%), 프로트롬빈시간(INR), 활성화부분트롬보플라스틴 시간, 섬유소원, 항트롬빈 III, D-dimer, 응고인자 VIII 및 IX 등의 항목에서 CP 2000과 ACL-TOP의 상관성을 평가하였다[8, 9]. 검체는 정상과 비정상 결과가 골고루 포함되도록 선별하여 두 장비 모두에서 측정하였으며 용혈 검체 및 황달 검체는 평가에서 제외하였다. 프로트롬빈시간의 경우 정확한 비교를 하기 위해 퍼센트(%) 값과 국제 정상화비율(international normalized ratio, INR) 값을 나누어 각각 평가하였다. 처리된 결과에 대한 통계 분석을 위해 본 검사실에서 현재 사용하고 있는 ACL-TOP을 기준장비로 하였고 비교장비 CP 2000을 통계처리하여 r^2 값과 P 값을 산출하였다.

5) 용혈 검체와 황달 검체에서 간섭 평가

용혈 검체와 황달 검체의 간섭 여부를 평가하기 위해 본 저자들은 의뢰된 환자검체 중 육안 소견상 용혈된 검체($n=9$)와 혈청 총 빌리루빈이 15.0 mg/dL 이상의 황달 검체($n=2$)를 선별하여 프로트롬빈시간, 활성화 부분트롬보플라스틴시간 결과에 관하여 ACL-TOP과 CP 2000을 비교하였다.

6) 통계학적 분석

통계학적 분석을 위해 통계프로그램은 Analyse-it Method Evaluation Edition version 2.20 software (Analyse-it Software Ltd, City West Business Park, Leeds, UK) 및 SigmaStat for window version

3.10 (Systat Software, Inc., San Jose, CA, USA)를 사용하였다. 두 장비 간 상관성 검증을 위해 Pearson 상관계수를 구하였고 Altman Bland Plot 분석법으로 두 장비 간 편차를 분석하였으며 95% 신뢰 구간을 일치 한계선으로 정의하였다. 그리고 $P<0.05$ 일 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

1. 정밀도

모든 항목에서 정밀도는 변이계수 5% 미만의 비교적 양호한 결과를 보였다. 측정 내 정밀도의 경우 변이계수가 0.4%에서 3.3%, 측정 간 정밀도는 변이계수가 1.8%에서 4.9%까지 범위를 보였다 (Table 2).

2. 검체 간 상호오염

높은 수치의 검체 및 낮은 수치의 검체는 CP 2000으로 검사한 결과 각각 거의 비슷한 값을 보였다. 총 10회 반복하여 계산 결과 $L1-(L3+L4)/2$ 값은 모두 0.1 미만이었으며, $(H2+H3)/2-(L3+L4)/2$ 값은 평균 164.4였다. 따라서 검체 간 상호오염도는 0.1% 이하로 모두 통과기준을 만족하여 검체 간 상호오염은 일어나지 않음을 확인하였다.

3. ACL-TOP과의 상관성 비교

두 장비 간 상관성을 비교한 결과 사용된 모든 항목에서 상관계수 범위는 0.781에서 0.969로 나타났으며, 응고인자 VIII 및 IX를 제외한 모든 항목에서 P 값은 모두 0.0001 미만으로 통계적으로 유의하였다. 두 장비 간 상관관계 및 편차는 Figs. 1, 2에 제시하였고 각 항목에 대한 환자 검체수, 평균값, P 값 및 상관계수는 Table 3에 정리하였다.

4. 용혈 검체와 황달 검체에서 간섭 평가

두 기기 모두 대부분의 용혈 검체 및 황달 검체에서 참고치보다 높은 값을 보였다. 용혈 검체의 경우 CP 2000에서 프로트롬빈시간

Table 2. Intra-assay & inter-assay precisions of the CP 2000 analyzer

Test	Unit	Fresh normal plasma (n = 10)			Fresh abnormal plasma (n = 10)		
		Mean	SD	CV (%)	Mean	SD	CV (%)
		Intra/inter-assay	Intra/inter-assay	Intra/inter-assay	Intra/inter-assay	Intra/inter-assay	Intra/inter-assay
PT	%	112.6/116.1	3.7/5.7	3.3/4.9	22.4/21.5	0.7/1.0	3.1/4.4
aPTT	Sec	31/59.5	0.2/1.8	0.8/3.0	58.3/30.1	0.5/0.6	0.8/1.9
Fibrinogen	mg/dL	312.6/292.2	4.8/6.7	1.5/2.3	98/90.5	1/3.9	1.0/4.4
FDP	μg/mL	8.9/28.8	0.4/0.7	0.8/2.6	28.4/8.7	0.4/0.3	1.5/2.9
Antithrombin III	%	34.8/102.0	0.8/1.8	2.3/1.8	103.2/31.7	0.4/1.4	0.4/4.5
D-dimer	μg/mL	3.1/9.5	0.01/0.2	1.0/2.5	9.4/3.1	0.1/0.1	1.2/2.5

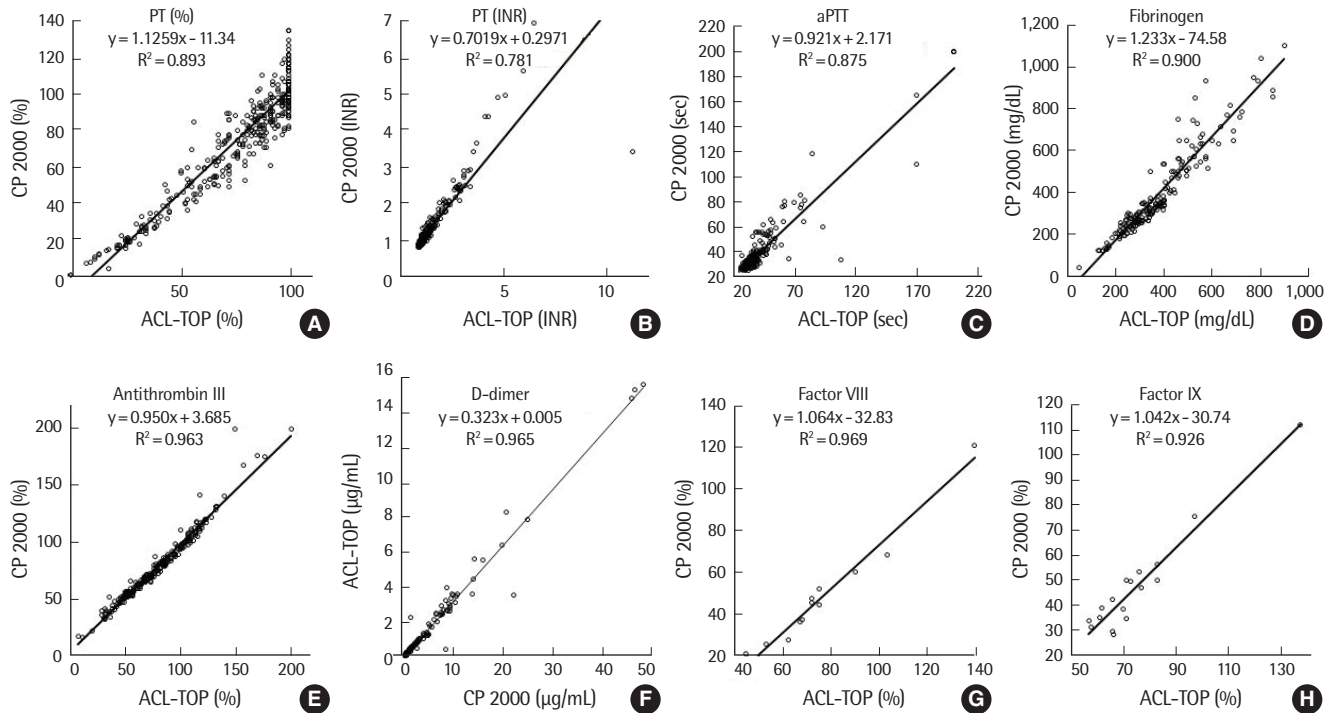


Fig. 1. Correlation of the test results between ACL-TOP and CP 2000 analyzers for 8 coagulation test items.

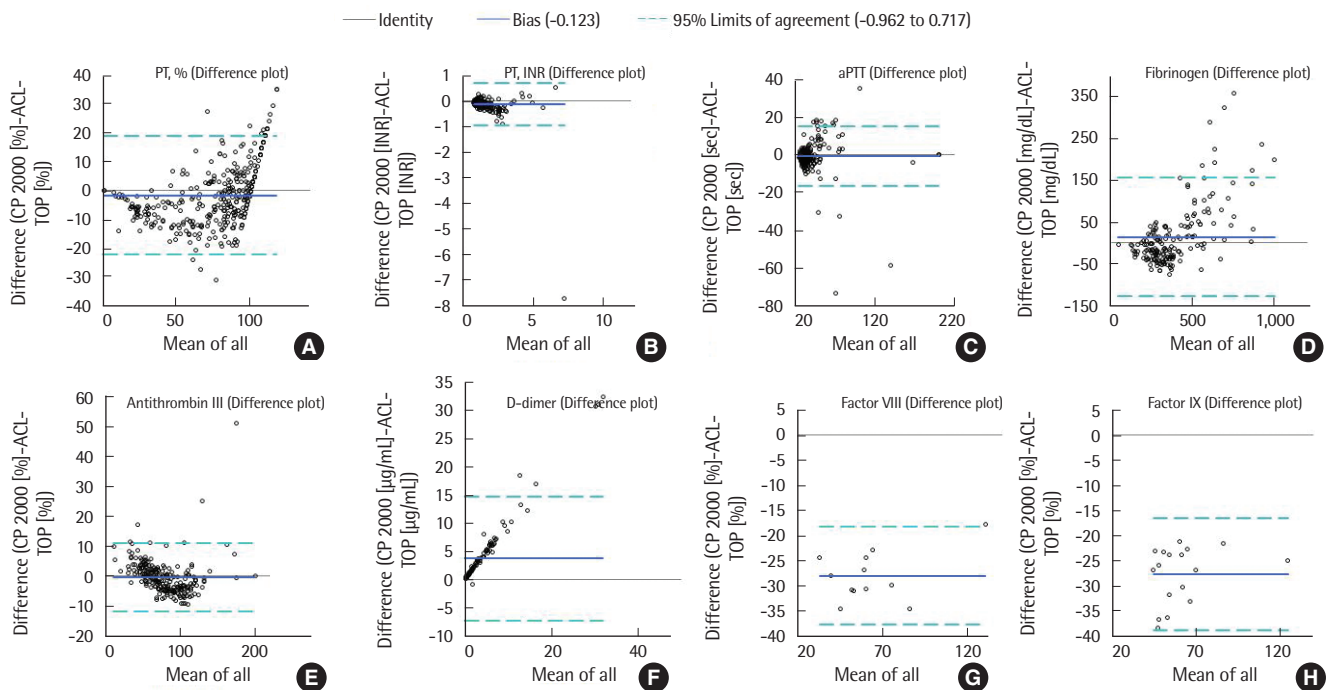


Fig. 2. Bias of the test results between ACL-TOP and CP 2000 analyzers for 8 coagulation test items.

이 9개의 검체 중 7개의 검체가 15초 이상으로 참고치보다 높았고 9개의 검체 모두 ACL-TOP보다 높은 수치를 보였다. 활성화부분트롬보플라스틴시간은 CP 2000에서 9개의 검체 중 8개의 검체가 39

초 이상으로 참고치보다 높았으며 프로트롬빈시간과 마찬가지로 9개의 검체 모두 CP 2000이 ACL-TOP보다 높았다. 황달 검체는 프로트롬빈시간, 활성화부분트롬보플라스틴 시간은 각각 25초 이상,

Table 3. Comparison of the results of coagulation tests performed on the ACL-TOP and the CP 2000 analyzers

Test	n	ACL-TOP	CP 2000	Comparison (P)	Correlation (r^2)
PT (%)	352	86 (5,100)	81 (4,135)	<0.0001	0.8928
PT (INR)	352	1.03 (0.83, 6.94)	1.11 (0.88, 11.92)	<0.0001	0.7809
aPTT	287	32.7 (24.5, 200)	34.4 (0.88, 200)	<0.0001	0.8759
Fibrinogen	177	348 (50, 900)	300 (46, 1,099)	<0.0001	0.9006
Antithrombin III	231	76 (7, 200)	74 (16, 200)	<0.0001	0.9632
D-dimer	119	800 (52, 15,684)	2,690 (270, 48,010)	<0.0001	0.9651
Factor VIII	12	76.7 (44.8, 139)	48.9 (20.6, 121.3)	0.0397	0.9694
Factor IX	17	75.0 (57.0, 137.0)	47.4 (28.4, 122.1)	0.0022	0.9261

Results are expressed as the median values with ranges in parentheses.

55초 이상으로 참고치보다 높았고 CP 2000값이 ACL-TOP보다 모두 높았다. ACL-TOP이 비교적 용혈 검체 및 황달 검체에 간섭이 적은 것을 감안해봤을 때 CP 2000은 용혈 검체 및 황달 검체에 간섭을 더 받는 것을 알 수 있었다. 따라서 CP 2000 검사 시 용혈 검체 및 황달 검체는 적용하기 어려울 것으로 생각된다.

고 찰

혈액응고검사는 혈액응고질환의 진단에 있어서 매우 중요한 역할을 해왔다. 해마다 혈액응고검사는 꾸준한 양적 발전을 하여왔고, 이로 인한 검사장비의 경제성, 효율성, 신속성 등도 점차 중요해지고 있다[1]. 근래에 소개되는 혈액응고자동분석기는 대부분 완전 자동화된 장비들로 광학적 분석법을 이용하고 있다. 이들은 빛의 산란이 증가하는 것을 측정함으로써 재현성이 기계적 응과-검출에 기반한 분석기(mechanical clot-detection-based analyzer)보다 우수한 것으로 보고되었다[5, 10, 11]. 과거에는 검사실에서 mechanical clot-detection-based analyzer를 사용하였지만 이후 광학적 분석기가 소개되면서, 기계적 응과-검출에 기반한 분석기를 기준장비로 하고 광학적 분석기를 비교장비로 하여 상관성을 평가한 연구가 진행되었고 그 결과 두 장비 간 상관성은 우수하다는 보고가 있었다. 뿐만 아니라 광학적 분석으로 인해 야기될 수 있는 간섭현상도 기존 기계적 응과-검출에 기반한 분석기에 비교했을 때 큰 차이가 없다는 보고도 있었다[3, 4]. 이에 저자들은 본 검사실에서 현재 사용 중인 ACL-TOP을 기준장비와 통상혈액응고 검사 항목에 대해 CP 2000을 평가하게 되었다.

정밀도는 프로트롬빈시간, 활성화부분트롬보πλα스틴시간, 섬유소원, 항트롬빈 III, 섬유소원분해산물, D-dimer 등에서 정도관리 물질로 평가하였으며 측정 내 정밀도 및 측정 간 정밀도 모두 변이계수가 5% 미만으로 비교적 양호한 결과를 보였다. 여기에 응고인자 VIII 및 IX를 추가하여 ACL-TOP 측정값과 상관성을 비교한 결과 검사항목의 상관계수 범위는 0.781에서 0.969로 나타났으며, P 값은 대부분 통계학적으로 유의하였다. 그리고 두 장비 간 편

차는 대부분 95% 신뢰구간 내에 있음을 확인할 수 있었다.

검체 간 상호오염 평가에서는 부분트롬보플라스틴시간이 높은 검체와 낮은 검체를 이용하여 평가하였다. 10회 반복해서 얻은 L1-(L3+L4)/2값은 모두 0.1 미만이었으며 상호오염도는 모두 1.0% 이하로 통과기준 내에 들었다. 헤파린 투여 환자의 경우 헤파린 농도가 시약의 민감도에 따라 달라질 수 있으므로 이에 대한 부분트롬보플라스틴시간의 민감도는 새로운 혈액응고장비 도입 시 기본적으로 평가가 되어야 하는 항목이다. 그러나 본 저자들은 이에 대한 평가를 시행하지 못하여 추후 좀 더 보완되어야 할 것이다.

광학적 분석기 사용 시 용혈 및 황달 검체는 검사 시 흡광도에 영향을 줄 수 있으므로 이에 대한 간섭현상 평가는 반드시 필요하다. Fischer 등은 용혈 및 황달 검체에 대한 간섭현상 여부를 평가하기 위해 기계적 응과-검출에 기반한 분석기 중 하나인 STAR 분석기(Diagnostica Stago, Asnieres, France)를 사용하여 광학적 분석기인 ACL-TOP 및 CA7000 (TOA Medical Electronics Co., Kobe, Japan)를 비교한 바 있다[3, 4]. 그 결과 간섭현상이 CA 7000에서는 나타났지만 ACL-TOP에서는 나타나지 않았다. 저자들의 연구에서는 CP 2000의 프로트롬빈시간, 활성화 부분트롬보플라스틴시간 수치가 ACL-TOP보다 높아 간섭현상을 확인하였다. 이러한 검체에서 기계적 응과-검출에 기반한 분석기에 대한 비교분석이 더 필요할 것으로 생각된다. 또한 고농도 중성지방 검체에 대한 간섭평가도 시행되어야 하지만 그러한 검체의 수가 부족하여 검사를 시행하지 못하였다.

CP 2000은 통상 혈액응고검사에 널리 쓰이는 ACL-TOP과의 평가에서 비교적 좋은 상관관계를 보였다. 하지만 이는 측정원리가 유사한 기기 간의 비교였으며 용혈검체와 황달검체에 대한 간섭현상을 확인할 수 있었지만 CP 2000은 검사실에서 제한적 사용이 가능할 것으로 판단하였다.

요 약

배경: Coapresta 2000은 광학적 응과분석기가 있으며 채혈관의 두

경을 뚫는 장치를 갖추었으며 다양한 검사항목을 수행할 수 있는 혈액응고자동화분석기이다. 본 기기는 응고시간 측정법뿐 아니라 비색법 등의 검사원리를 수행할 수 있다. 본 연구에서 저자들은 혈액응고검사에 대하여 Coapresta 2000을 평가하였으며, 현재 본원에서 통상적인 혈액응고검사에 쓰이는 ACL-TOP과의 상관성을 비교하였다.

방법: Coapresta 2000은 여덟 가지의 통상적인 혈액응고검사 항목(프로트롬빈시간, 활성화부분트롬보플라스틴시간, 섬유소원, 섬유소원분해 산물, 항트롬빈 III, D-dimer, 응고인자 VIII 및 IX)에 대한 값을 결정함으로써 그 기술적 특성을 평가하였다. 두 기기 간 통계적 분석을 위해 Analyse-it (Analyse-it Software Ltd, UK)과 Sigma-Stat (Systat Software, Inc., USA)을 사용하였다.

결과: 정상 검체와 비정상 검체를 사용하여 분석한 측정 내 정밀도와 측정 간 정밀도의 변이계수 값은 모두 5% 미만이었다. 용혈 검체와 황달 검체를 사용하였을 때 간섭현상이 관찰되었다. 검체 간 상호오염은 나타나지 않았다. Coapresta 2000에서 얻은 결과는 ACL-TOP에서 얻은 결과와 좋은 상관관계를 보였고 r^2 값의 범위는 0.781에서 0.969였다.

결론: 저자들은 통상 혈액응고검사를 통해 Coapresta 2000과 ACL-TOP이 좋은 상관관계가 있음을 결론지었다.

참고문헌

1. Walenga JM and Fareed J. Automation and quality control in the coagulation laboratory. Clin Lab Med 1994;14:709-28.
2. Amiral J, Adalbert B, Adam M. Application of enzyme immunoassays to coagulation testing. Clin Chem 1984;30:1512-6.
3. Fischer F, Appert-Flory A, Jambou D, Toulon P. Evaluation of the automated coagulation analyzer Sysmex CA-7000. Thromb Res 2006;117:721-9.
4. Appert-Flory A, Fischer F, Jambou D, Toulon P. Evaluation and performance characteristics of the automated coagulation analyzer ACL TOP. Thromb Res 2007;120:733-43.
5. Kim YA and Sun YK. Measurement of PT, aPTT, and fibrinogen by automatic coagulation analyzer, ACL9000. J Lab Med Qual Assur 2002;24:201-7.
6. Kim HS, Nam KH, Lee DH. Measurement of PT, APTT, and fibrinogen by automatic coagulation analyzer, Sysmex CA-540. J Clin Pathol Qual Control 2001;23:247-52.
7. Lee YW, Chang CW, Lim MS, Lim BJ, Lee YK. Laboratory evaluation of automated coagulation analyzers sysmex CA-1500TM and CA-7000TM. J Clin Pathol Qual Control 2001;23:253-8.
8. Clinical and Laboratory Standards Institute. One-stage prothrombin time (PT) test and activated partial thromboplastin time (APTT) test; approved guideline. CLSI Document H47-A2. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2008.
9. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Procedure for the determination of fibrinogen in plasma; approved guideline-second edition. NCCLS Document H30-A2. Wayne, PA: National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2001.
10. Milos M, Herak D, Kuric L, Horvat I, Zadro R. Evaluation and performance characteristics of the coagulation system: ACL TOP analyzer-HemosIL reagents. Int J Lab Hematol 2009;31:26-35.
11. Eschwège V, Catillon C, Robert A. Evaluation of the automated coagulation analyser ACL TOP (instrumentation laboratory). Ann Biol Clin (Paris) 2006;64:259-64.