

임상화학검사 신빙도 조사 결과보고(2004)

민원기(집필대표) · 고창하 · 김경동 · 김영기 · 김정호 · 김진규 · 김태진 · 박일규

박준석 · 안광섭 · 이도훈 · 이수연 · 전사일 · 한태진 · 흥기숙

대한임상검사전도관리협회 임상화학분과위원회

Annual Report on External Quality Assessment in Clinical Chemistry in Korea (2004)

Won Ki Min, Changha Ko, Kyung-Dong Kim, Young-Kee Kim, Jeong-Ho Kim, Jin Q Kim, Tae Jin Kim, Ile-Kyu Park, Joonseok Park, Kwang Sup Ahn, Do-Hoon Lee, Soo-Youn Lee, Sail Chun, Tae-Jin Han, Kisook Hong

*Clinical Chemistry Subcommittee,
The Korean Association of Quality Assurance for Clinical Pathology,
Seoul, Korea*

Ten trials of external quality assessment for Clinical Chemistry in general chemistry and blood gas were performed in 2004. All the control materials were sent in specifically-made boxes at the same time. The response rates were 92.0% in general chemistry and 86.0% in blood gas. The items included sodium, potassium, chloride, BUN, glucose, calcium, phosphorus, uric acid, creatinine, bilirubin, total protein, albumin, total cholesterol, triglyceride, AST, ALT, ALP, LD and GGT in general chemistry and pH, pCO₂ and pO₂ in blood gas.

Compared with the previous year (2003), the methods of analysis are not changed much and the coefficient of variation and VIS scores of general chemistry items are decreased.

Key Words : External quality assurance, Clinical chemistry

서 론

임상화학분과위원회에서는 2004년도에 일반화학 검사 및 혈액가스 검사 모두 전년도와 같이 10회를 시행하였다. 정도 관리 물질의 배송은 전년도와 마찬가지로 일반화학 10종, 혈액가스 10종을 특수 제작한 용기에 넣어 발송하였다. 매 회차마다 측정항목별 및 peer group (측정원리가 동일한 기관 묶음)별로 평균, 표준편차, 변이계수 및 VIS 와 산포도, 장비군별 성적 등을 보고하였다.

재료 및 방법

일반화학 관리 물질은 Randox (Precision CT L3),

Roche (Precinorm L2, Precision CT L3), BioRad (Lyphochek L1, L2) 및 Thermo (Nortrol L1, Abtrol L2)사의 인 혈청 기본의 제품을 사용하였고, 혈액가스 관리 물질은 BioRad (Liquichek, Level 1, 2, 3), Nova (Stat Profile, Level 1, 2, 3) 및 Bayer (Complete Level 1, 2, 3)사의 제품을 사용하였다(Table 1).

검사 종목은 일반화학검사중 전해질, 단백, 지방, 효소 검사 등 19종목과 혈액가스 검사 pH, pCO₂, pO₂ 등 총 22 종목으로 전년도와 동일하였다. 검체의 발송은 검사실시 약 한달 전에 10회분을 일반화학 471개 기관, 혈액가스 288 기관에 동시에 발송하였고, 2월에 1기관, 3월에 7기관, 4월에 2기관, 5월에 4기관, 8월에 7기관, 10월에 4기관 추가로 발송하였다. 미리 정해진 검사 시행일로 부터 1주 이내에 결과를 회송하도록 하였다. 결과 분석은 평균, 표준편차, 변이 계수, 항목별 VIS 및 동일 방법에 속한 peer group별 VIS 등과 검사치의 도수분포표를 보고하였다. VIS계산에는 ± 2 표준편차 이상의 값들은 제외하고 재 계산하여 표준값으로 하였다.

교신저자 : 민원기

우) 138-736 서울시 송파구 풍납 3동 388-1

울산의대 서울아산병원 진단검사의학과

전화 : 02)3010-4510, FAX : 02)478-0884

E-mail : wkmin@amc.seoul.kr

결 과

2004년도에 일반화학의 경우 총 492개 기관에 관리물질을 발송하여 평균 회신율이 92.0%로 2003년도의 90.3%보다 증가하였다. 혈액가스의 경우는 총 295개 기관에 관리물질을 발송하였는데, 평균 회신율이 86.0%로 2003년도의 91.8%보다 낮아졌다(Table 1). 각 회차별로 각 검사항목의 회신율은 Table 2에 정리하였다. 10회 모두 응답한 기관은 일반화학의 경우 전체의 67.8%, 혈액가스의 경우는 69.58%이었고, 4회 이하로 응답하여 참가증을 받지 못하는 기관은 일반화학의 경우 11.5%, 혈액가스의 경우 12.5%이었다(Table 3). 각 검사항목별로 한 번 이상 응답한 기관의 수는 Table 4에 정리하였다. 각 검사항목별 측정방법의 분포를 살펴보면(Table 5), sodium/potassium에서 flame photometry 방법이 전년도의 1.1%에 비해 0.9%로 감소하였고 indirect ISE 방법이 전년도의 36.1%에서 40.6%로 증가하였다. Glucose의 측정방법에서 hexokinase법이 전년도의 59.5%에서 65.4%로 증가하였고, ALP 측정방법에서 37°C GSCC 법이 전년도의 38.7%에서 39.0%로 증가하였다. LD 측정방법에서는 37°C Wroblewski(P→L)법이 전년도와 같이 34.5%를 차지하였다. 변이계수는 방법별(Table 6-1), Peer Group별(Table 6-2)로 표시하였는데 전년도의 결과와 비교할 때 chloride, phosphorus, creatinine, total bilirubin은 증가하였고 나머지는 감소하였다(Table 7). 측정원리별 변이계수를 분석하였을 때, 전년도에 비해 유사한 수준을 보여주었다(Table 6-3). VIS는 방법별(Table 8-1) 및 peer group별 (Table 8-2)로 분석하였는데 전년도와 비교해 보면 chloride, total calcium, phosphorus, uric acid, creatinine, total bilirubin, riglyceride의 VIS가 높아졌고 glucose, total cholesterol, ALT는 동일하였으며 나머지는 감소하여 전체적으로 정확도의 변화가 나타나지 않은 것으로 드러났다(Table 9). Peer group VIS 분포에 따른 기관수는 100 이하가 94.20%였다(Table 10).

고 찰

관리물질의 배송에 있어서는 당해연도 초에 일괄적으로 보내고 그 후 추가로 가입하는 기관에 물질을 발송하고 있어 회차마다 물질을 보낸 기관수가 약간씩 다르게 된다. 그에 따라 응답율도 회차마다 달라지므로 매 회차의 응답률을 계산하여 평균을 내었다. 일반화학의 경우 총 496개 기관에 물질을 발송하여 평균 응답률이 92.0%로 전년도의 90.3%보다 증가하였고, 혈액가스의 경우는 총 295개 기관에 물질을 발송하여 평균 86.0%의 응답률을 보여 전년도의 91.8%보다 낮아졌다(Table 1). 연간 10회 중 한 번도 보고하지 않은 기관은 일반화학 7.1%(35기관), 혈액가스

의 경우 8.8%(26기관)로 작년에 비해 일반화학은 감소하였고 혈액가스는 증가하였다(Table 3).

측정방법에 있어서는 sodium 및 potassium의 경우는 indirect ISE법이 작년보다 증가하여 40.6%이었고, chloride는 ISE법이 95.4%에 이르렀다. 전체적으로 전년도와 큰 차이는 없지만, glucose의 측정방법에서 hexokinase법이 증가하였고, ALP 측정방법에서 37°C GSCC 방법이 증가하였으며 GGT 측정방법에서 37°C IFCC법이 증가하였다(Table 5). 측정방법에서 한가지 원리가 전체의 80%를 넘는 항목을 살펴보면 BUN은 urease with glutamate dehydrogenase법이 89.1%, calcium은 OCPC법이 93.6%, uric acid는 uricase를 이용한 colorimetry법이 94.6%, creatinine은 kinetic Jaffe법이 95.3%, protein은 biuret법이 98.0%, albumin은 BCG법이 93.0%, cholesterol은 enzymatic colorimetry법이 98.4%로 작년보다 다소 증가하였다(Table 5).

각 검사항목별로 변이계수의 추이가 전년도에 비해 감소하여 정밀도가 향상되고 있음을 보여주었다(Table 7).

각 검사항목별로 측정원리에 따른 변동이 적은 측정법은 전해질은 indirect ISE법, BUN은 o-phthaldehyde법, glucose는 hexokinase, colorimetry법, bilirubin은 bilirubin oxidase법, AST는 GSCC법, alkaline phosphatase는 PP, carbonate법, LD는 dry chemistry법 등으로 작년에 비해 BUN, glucose, LD가 다른 결과를 보였다(Table 6-3).

VIS 점수는 변이계수와 달리 전년도와 유사하게 나타나서 정확도에 뚜렷한 변화가 없음을 알 수 있었다(Table 8-1, 8-2, 9).

Peer group에 의한 VIS 분포를 보면 50점 이하의 기관이 34.4%로 전년도의 34.6%에 비해 별 변화가 없었고, 100점 이하의 기관은 전체의 94.2%로 전년도의 91.4%에 비해 증가되었음이 발견되었다(Table 10).

요 약

2004년에는 일반화학 496개 기관 및 혈액가스 295개 기관을 대상으로 일반화학 19종목, 혈액가스 3종목에 대하여 1월부터 10월까지 총 10회에 걸쳐서 외부정도관리를 시행하여 그 성적을 종합하였다. 2월부터 1기관, 3월부터 7기관, 4월부터 2기관, 5월부터 4기관, 8월부터 7기관, 10월부터 4기관이 추가되었다.

관리 물질은 상자 속에 넣어 1년분을 한 번에 발송하였다.

응답률은 일반화학 92.0%, 혈액가스 86.0%로 일반화학은 증가하였고 혈액가스 분야는 감소하였으며, 측정 방법의 분포는 전년도와 비교할 때 glucose에서 hexokinase법, GGT에서 30°C IFCC법, ALP에서 37°C GSCC법이

증가하였다.

대부분 검사 항목에서 측정의 변이계수는 향상되었고 VIS치는 전년도에 비해 유사한 수준이었다. Peer group VIS 100 이하가 94.2%로 전년도에 비해 증가하였다.

참 고 문 헌

1. 민원기, 김경동, 김상섭, 김상철, 김영기, 김정호, 김종원, 김진규, 김태진, 박일규, 안광섭, 이수연, 전사일, 정하승, 한태진, 홍기숙. 임상화학검사 신빙도조사 결과보고(2003). 임상병리와 정도관리 2003;26(1):S1-15

Table 1. Chemistry Control Materials distributed and QC schedule in 2004

Trial	Product name	Maker	Lot No.	Test date	Resp. rate(%)
CC-04-01	Lyphochek L1	BioRad	15161	04-01-30	442/471(93.8)
CC-04-02	Precision CT L3	Randox	187UE/2	04-02-27	443/472(93.9)
CC-04-03	Precinorm PNU	Roche	160750	04-03-26	442/479(92.3)
CC-04-04	Lyphochek L2	BioRad	15162	04-04-23	445/481(92.5)
CC-04-05	Nortrol L1	Thermo	43980201	04-05-21	440/484(90.9)
CC-04-06	Precinorm L2	Roche	301UN/3	04-06-18	445/485(91.8)
CC-04-07	Lyphochek L1	BioRad	15141	04-07-16	438/485(90.3)
CC-04-08	Precipath PPU	Roche	159832	04-08-13	449/485(92.6)
CC-04-09	Abtrol L2	Thermo	43990201	04-09-10	454/492(92.3)
CC-04-10	Lyphochek L2	BioRad	15142	04-10-08	446/496(89.9)
CG-04-01	Liquichek L2	BioRad	22102	04-01-30	257/288(89.2)
CG-04-02	Complete L3	Bayer	108869	04-02-27	250/289(86.5)
CG-04-03	Liquichek L1	BioRad	22101	04-03-26	254/289(87.9)
CG-04-04	Complete L2	Bayer	105568	04-04-23	246/289(85.1)
CG-04-05	Stat Profile L3	Nova	302807	04-05-21	246/291(84.5)
CG-04-06	Complete L1	Bayer	108860	04-06-18	244/292(83.6)
CG-04-07	Stat profile L2	Nova	302806	04-07-16	251/292(86.0)
CG-04-08	Liquichek L3	BioRad	22103	04-08-13	249/292(85.3)
CG-04-09	Stat Profile L1	Nova	302804	04-09-10	256/295(86.8)
CG-04-10	Liquichek L2	BioRad	24132	04-10-08	251/295(85.1)

Table 2. Number of responded laboratories according to each item in 2004

Item\Trial	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10
Sodium	351	346	345	343	340	342	345	349	348	346
Potassium	351	346	345	343	340	342	345	349	348	346
Chloride	341	335	333	334	330	333	337	340	339	338
BUN	435	433	433	428	426	432	427	437	441	434
Glucose	423	420	419	414	411	417	414	422	427	422
T.calcium	312	310	308	311	307	305	309	312	312	312
Phosphorus	289	287	288	290	287	285	289	291	291	291
Uric Acid	398	396	399	395	388	395	394	402	403	402
Creatinine	427	424	422	422	415	418	417	428	430	425
T.bilirubin	426	424	424	421	416	423	417	428	431	423
T.protein	432	430	431	427	423	426	426	435	436	430
Albumin	433	430	431	428	424	428	425	435	439	430
T.cholesterol	436	434	434	434	429	433	427	436	443	434
Triglycerides	412	408	408	408	404	411	409	415	420	417
AST	442	443	442	445	440	444	438	449	454	446
ALT	442	443	442	445	440	445	438	449	454	446
ALP	422	421	420	418	413	418	416	424	426	420
LD	380	377	379	380	375	379	380	383	385	381
GGT	423	417	419	420	418	423	419	426	434	427
PCO2	257	250	254	246	246	244	251	249	257	251
PH	257	250	254	246	247	244	252	249	257	251
PO2	257	250	253	245	245	243	250	248	257	251

Table 3. Number of Reporting Times in Clinical Chemistry in 2004

Report times	General chemistry		Blood gas	
	Lab.	Rate(%)	Lab.	Rate(%)
0	35	7.1	26	8.8
1	6	1.2	2	0.7
2	6	1.2	3	1.0
3	5	1.0	5	1.7
4	5	1.0	1	0.3
5	2	0.4	4	1.4
6	12	2.4	5	1.7
7	15	3.0	3	1.0
8	18	3.6	13	4.4
9	56	11.3	28	9.5
10	336	67.8	205	69.5
Sum	496	100.0	295	100.0

Table 4. Number of laboratories responding to more than one trial in 2004

Item	No.	Item	No.	Item	No.
Sodium	369	Potassium	369	Chloride	358
BUN	465	Glucose	449	Calcium	329
Phosphorus	306	Uric Acid	429	Creatinine	455
Bilirubin	454	Protein	462	Albumin	462
Cholesterol	467	Triglyceride	440	AST	478
ALT	478	ALP	450	LD	404
GGT	452	Gas	269		

Table 5. Changes of analytical methods in Clinical Chemistry (%)

Analytical method	2003	2004	Analytical method	2003	2004
<i>Sodium/Potassium</i>			<i>T. protein</i>		
flame photometry	1.10	0.88	Biuret	97.75	98.04
ISE indirect	36.11	40.62	refractometry	0.00	0.00
ISE direct	61.75	56.76	others	1.34	1.44
Colorimetry	0.00	0.00	<i>Albumin</i>		
other	0.00	0.00	dye binding-BCG	92.44	92.96
<i>Chloride</i>			dye binding-BCP	5.14	4.83
Coul.-Amperometry	1.42	1.73	others	1.34	1.46
ISE indirect	36.28	40.68	<i>T. cholesterol</i>		
ISE direct	59.76	54.73	Enzymatic,color	98.31	98.41
Shales-Shales	0.31	0.30	Enzymatic, O2 comsum	0.07	0.18
Merc.Ferrithiocyanate	0.62	0.42	Lieberman Burchard	0.00	0.00
others	0.06	0.00	others	0.24	0.23

Analytical method	2003	2004	Analytical method	2003	2004
<i>BUN</i>			<i>Triglycerides</i>		
urease with GLD	88.26	89.07	Lp,GK,PK,LD-NADH	3.06	2.38
urease-indophenol	8.36	8.11	Lp,GK,GPD,Diaph-colo.	0.25	0.24
conductivity rate	0.71	0.60	Lp,GDH,Diaph,fluor.	0.00	0.00
o-phthaldehyde	0.24	0.18	Lp,GK,GPO,POD-glyc.	49.99	46.89
others	1.76	1.55	Lp,GK,GPO,POD+glyc.	43.38	47.37
<i>Glucose</i>			others	1.15	1.29
GOD,POD,colorimetry	37.41	31.51	<i>AST & ALT</i>		
GOD,POD,fluorometry	0.22	0.24	RT IFCC,-P5P-blank	0.00	0.00
GOD-O2 consumption	1.23	1.10	30°CIFCC,-P5P-blank	0.63	0.65
hexokinase,G6PD,UV	59.52	65.36	37°CIFCC,-P5P-blank	54.28	53.08
hexokinase,G6PD,color	0.69	0.84	30°CIFCC,+P5P-blank	0.00	0.00
glucose dehydrogenase	0.25	0.45	37°CIFCC,+P5P-blank	4.88	5.22
others	0.00	0.00	DNPH (RF)	0.00	0.00
<i>Calcium</i>			37°C IFCC,+P5P+blank	0.93	0.16
OCPC	92.68	93.58	RT IFCC,+P5P+blank	0.00	0.00
emission flame	0.67	0.65	37°C GSCC,Karmen,JSCC	36.96	38.64
ISE	3.70	3.45	30°C GSCC,Karmen,JSCC	0.00	0.00
others	0.00	0.00	others	1.48	1.44
<i>Phosphorus</i>			<i>ALP</i>		
phosphomolyb/redn	32.30	32.55	30°C P-NPP,DEA(GSCC)	0.00	0.00
phosphomolybdate-UV	64.20	64.47	37°C P-NPP,DEA(GSCC)	38.69	39.02
enzymatic method	0.36	0.31	RT P-NPP,DEA(GSCC)	0.00	0.00
others	0.00	0.00	30°C P-NPP,AMP(IFCC)	0.66	0.69
<i>Uric acid</i>			37°C P-NPP,AMP(IFCC)	43.46	43.88
phosphotungstate	0.26	0.25	37°C P-NPP,carbonate	0.05	1.74
uricase,colorimetry	94.38	94.59	37°C PP,carbonate(K-K)	0.00	0.00
uricase,diff. absor.	3.09	3.45	RT PP,carbonate(K-K)	0.00	0.00
others	0.00	0.00	others	0.00	0.00
<i>Creatinine</i>			<i>LD</i>		
Jaffe,endpoint,-abs	2.71	2.27	30°C LD, L-)P	0.43	0.45
Jaffe,endpoint,+abs	0.05	0.00	37°C LD, L-)P	30.65	34.59
Jaffe,kinetic	93.91	95.25	30°C LD, P-)L	0.00	0.00
DNBA derivatives	0.24	0.24	37°C LD, P-)L	30.94	27.52
others	2.32	1.61	Tetrazolium	0.05	0.05
<i>Bilirubin</i>			37°C Wroblewski(P-)L)	34.45	34.45
Evelyn-Malloy +blank	30.22	29.15	37°C Color,Dry Chem	1.47	1.47
Jendrassik-Grof+blank	3.34	3.40	DNPH	0.54	0.45
Evelyn-Malloy -blank	11.44	11.76	others	0.00	0.00
Jendrassik-Grof-blank	30.90	28.25	<i>GGT</i>		
bilirubin oxidase	19.15	21.92	RT Szasz (GGPNA)	0.00	0.00
spectral shift	1.80	1.58	30°C Szasz (GGPNA)	0.00	0.00
others	0.00	0.00	37°C Szasz(GGPNA)	29.99	27.52
			30°CIFCC(carb.GGPNA)	0.42	0.54
			37°CIFCC(carb.GGPNA)	62.50	64.74
			RT IFCC(carb.GGPNA)	0.00	0.00
			others	1.33	1.25

Table 6-1. Mean CV of each item in each trial (2004)

Item/Trial	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	Mean
Sodium	1.56	1.90	3.12	2.00	1.54	1.68	1.57	3.14	1.58	2.33	2.04
Potassium	3.36	3.81	7.24	3.04	2.65	3.21	2.78	4.39	2.28	4.61	3.74
Chloride	3.26	2.28	3.69	4.27	2.89	2.26	4.08	2.51	2.30	3.98	3.15
BUN	6.62	5.06	5.63	4.72	5.87	5.11	10.74	4.87	4.39	4.31	5.73
Glucose	4.51	3.47	3.25	3.78	4.42	3.47	4.73	3.53	3.36	3.42	3.79
T.calcium	4.64	3.53	3.47	4.21	3.58	3.34	4.17	3.68	3.30	3.69	3.76
Phosphorus	6.14	4.40	4.09	4.45	8.90	5.37	8.25	3.69	4.61	3.66	5.35
Uric Acid	4.10	3.70	4.03	3.96	5.04	3.47	5.02	3.40	4.06	3.49	4.02
Creatinine	13.93	8.09	7.36	7.06	10.83	6.37	15.40	6.05	6.84	6.71	8.85
T.bilirubin	14.04	8.49	13.12	7.96	14.12	10.69	16.20	8.07	8.16	7.36	10.81
T.protein	3.12	4.26	2.43	3.01	3.22	3.16	2.85	3.71	2.99	3.14	3.19
Albumin	3.71	4.33	3.68	4.70	3.84	3.88	3.64	4.49	3.93	4.72	4.09
T.cholest.	4.47	3.33	3.61	3.67	3.28	3.60	3.20	2.90	3.20	3.95	3.52
Triglyceride	5.47	61.08	48.08	6.94	5.71	17.78	5.48	64.64	5.59	6.30	22.01
AST	5.82	4.98	6.13	7.16	7.66	7.30	9.11	4.92	5.91	4.69	6.36
ALT	6.71	6.02	6.59	5.74	9.71	8.82	8.27	5.44	9.51	5.51	7.24
ALP	30.52	22.78	32.78	22.45	45.12	23.04	50.38	32.29	46.14	46.41	34.71
LD	31.94	32.84	31.02	33.93	34.22	32.42	33.58	33.08	34.84	34.05	33.17
GGT	13.87	11.39	10.88	12.11	12.14	11.28	13.90	9.77	11.34	13.13	11.98

Table 6-2. Mean CV of each item by peer group mean in each trial (2004)

Item/Trial	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	Mean
Sodium	1.62	1.74	2.12	1.92	1.52	1.50	1.52	2.04	1.60	2.15	1.77
Potassium	2.92	3.21	5.56	2.95	2.61	2.57	2.76	3.32	2.44	3.39	3.18
Chloride	3.21	2.10	3.35	3.83	2.43	2.14	3.56	2.39	2.19	3.26	2.86
BUN	5.59	4.42	4.93	3.93	5.39	4.34	7.88	4.46	3.97	3.59	4.92
Glucose	4.25	3.38	3.23	3.69	3.94	3.39	4.84	3.30	3.32	3.23	3.67
T.calcium	4.48	3.50	3.38	4.04	3.54	3.31	4.14	3.63	3.23	3.43	3.70
Phosphorus	6.15	4.09	4.08	4.29	8.71	5.16	7.92	3.66	4.48	3.64	5.23
Uric Acid	4.05	3.68	3.97	3.85	4.84	3.43	4.91	3.35	4.08	3.45	3.96
Creatinine	13.71	7.90	7.42	7.14	10.51	6.37	14.70	6.09	6.81	6.48	8.72
T.bilirubin	13.08	7.67	10.51	7.09	11.77	9.37	15.62	7.13	7.44	6.75	9.67
T.protein	2.86	4.25	2.43	2.66	3.13	3.17	2.74	3.64	2.88	3.14	3.10
Albumin	3.72	4.31	3.79	4.16	3.79	3.73	3.64	3.73	3.66	4.56	3.91
T.cholest.	4.37	3.30	3.58	3.66	3.29	3.62	3.29	2.86	3.06	4.02	3.51
Triglyceride	5.27	9.73	10.29	6.64	5.45	6.03	5.05	9.84	5.38	5.74	6.92
AST	5.40	4.86	5.59	5.76	7.09	6.77	6.99	4.98	5.60	4.52	5.77
ALT	6.53	6.08	6.33	5.67	8.85	8.11	6.68	5.18	8.99	5.40	6.87
ALP	10.64	10.54	10.76	10.03	11.39	9.87	10.91	10.78	9.67	9.29	10.41
LD	6.43	7.54	6.40	6.84	6.73	6.64	7.11	6.40	6.77	6.37	6.75
GGT	9.67	9.24	8.42	9.10	9.08	9.14	10.91	8.23	8.30	8.74	9.02

Table 6-3. Coefficient of variation in each items by test principle (% , 2004)

Test\Principle	*MCV	*PCV	Test\Principle	MCV	PCV
<i>Sodium</i>					
Flame photometry	2.07	1.64	ISE, diluted (indirect)	2.04	1.51
ISE, undiluted (direct)	2.04	1.94	Colorimetry, Enzymatic	2.06	2.74
<i>Potassium</i>					
Flame photometry	3.82	1.92	ISE, diluted (indirect)	3.72	2.09
ISE, undiluted (direct)	3.75	3.88	Colorimetry, Enzymatic	3.77	6.34
<i>Chloride</i>					
Coulometric-Amperometry	3.15	2.62	ISE, diluted (indirect)	3.15	2.53
ISE, undiluted (direct)	3.15	3.03	Mercuric nitrate	3.15	0.00
Mercuric/Ferric thiocyanate	3.29	2.83	Colorimetry, Enzymatic	3.15	5.47
<i>BUN</i>					
Urease with GLDH	5.72	4.78	Urease-Indophenol	5.75	6.80
Conductivity rate method	5.68	3.42	o-phthaldehyde	5.68	2.88
<i>Glucose</i>					
GOD,POD,dye(colorimetry)	3.79	3.83	GOD,POD(O2consumption)	3.79	0.00
HK, G6PD, UV	3.80	3.71	HK, G6PD, colorimetry	3.79	3.57
GDH	3.76	3.73			
<i>Total Calcium</i>					
Colorimetry (OCPC, etc.)	3.76	3.63	ISE	3.77	4.69
<i>Phosphorus</i>					
Phosphomolybdate,Reduction,Indirect	5.36	6.00	Phosphomolybdate,UV,Direct	5.34	4.90
<i>Uric acid</i>					
Phosphotungstate	4.07	1.28	Uricase,colorimetry(UV+)	4.02	3.94
Uricase, differential absorption	4.04	3.33			
<i>Creatinine</i>					
Jaffe, endpoint, - absorbant	8.99	9.80	Jaffe, endpoint, + absorbant	8.86	0.00
Jaffe, kinetic	8.87	5.23			
<i>Total Bilirubin</i>					
Evelyn-Malloy +serum blank(Azo)	10.80	10.80	Jendrassik-Grof+serum blank(Alk.Azo)	10.85	7.76
Evelyn-Malloy -serum blank(Azo)	10.79	10.37	Jendrassik-Grof-serum blank(Alk.Azo)	10.82	10.94
Bilirubin oxidase	10.78	6.75			
<i>Total Protein</i>					
Biuret method	3.19	3.08	Refractometry	0.00	0.00
<i>Albumin</i>					
Dye Binding-BCG	4.09	3.82	Dye Binding-BCP	4.09	5.53
<i>Total Cholesterol</i>					
Enzymatic, colorimetry	3.52	3.45	Enzymatic, O2 consumption	3.51	0.00
<i>Triglycerides</i>					
Lipase,GK,PK,LDH-NADH consump	22.28	5.22	Lipase,GK,GPD,Diaph-Formazan color.	22.83	7.11
Lipase,GK,GPO,POD - Glycerol blank	22.52	6.70	Lipase,GK,GPO,POD + Glycerol blank	23.61	3.92
<i>AST</i>					
IFCC,- P-5'-P,- serum blank	6.35	5.95	IFCC,+ P-5'-P,- serum blank	6.41	8.09
DNPH (Reitman and Frankel)	5.86	4.27	IFCC,+ P-5'-P,+ serum blank	6.37	5.34
GSCC (DGKC), Karmen, JSCC	6.30	2.78			
<i>ALT</i>					
IFCC,- P-5'-P,- serum blank	7.23	6.83	IFCC,+ P-5'-P,- serum blank	7.26	11.15
DNPH (Reitman and Frankel)	6.34	11.00	IFCC,+ P-5'-P,+ serum blank	7.24	6.15
GSCC (DGKC), Karmen, JSCC	7.10	4.85			

Test\Principle	*MCV	*PCV	Test\Principle	MCV	PCV
ALP					
P-NPP, DEA (GSCC, Bessey-Lowry)	35.20	8.39	P-NPP, AMP (IFCC, Bower-McComb)	35.16	11.67
P-NPP, carbonate	35.24	6.47	PP, carbonate (Kind-King)	34.61	6.54
LD					
LD, lactate to pyruvate	33.20	8.62	LD, pyruvate to lactate	33.20	6.52
Tetrazolium	33.15	11.37	Wroblewski - LaDue (LD P→L)	33.19	4.87
Colorimetry, Dry chemistry	33.14	2.44			
GGT					
Szas-z (GGPNA), incl. modified	11.98	12.68	IFCC (carboxylated-GGPNA)	11.98	7.96

*MCV : CV by mean, PCV : CV by peer group mean

Table 7. Annual changes of CV of each item (%)

Item	CCV	1986	1992	*2002	*2003	*2004
Sodium	1.6	2.3	2.1	1.93	1.90	1.77
Potassium	2.9	3.2	3.2	3.14	4.03	3.18
Chloride	2.2	3.7	3.9	2.83	2.58	2.86
BUN	5.7	6.8	8.6	6.32	5.30	4.92
Glucose	7.7	5.7	5.3	4.70	3.75	3.67
T. calcium	4.0	9.0	6.3	4.21	3.84	3.70
Phosphorus	7.8	8.8	7.2	5.26	4.43	5.23
Uric acid	7.7	8.0	9.1	5.64	4.20	3.96
Creatinine	8.9	9.3	11.1	11.14	8.07	8.72
T. bilirubin	19.2	16.5	14.8	10.86	9.41	9.67
T. protein	3.9	3.2	4.2	3.41	3.16	3.10
Albumin	7.5	6.3	6.8	4.31	3.95	3.91
T. cholesterol	17.6	7.5	6.4	4.07	3.72	3.51
Triglyceride	11.2	11.2	8.8	7.85	7.90	6.92
AST	12.5	16.0	15.0	6.73	6.31	5.77
ALT	12.5	21.7	16.0	7.44	7.10	6.87
ALP	17.5	-	29.7	13.05	12.08	10.41
LD	25.0	-	32.4	7.58	7.47	6.75
GGT	14.0	-	-	11.86	9.27	9.02

*Peer group CV

Table 8-1. Mean VIS of each item in each trial (2004)

Item/Trial	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	Mean
Sodium	79	94	165	97	77	81	74	160	78	95	106
Potassium	83	87	123	80	74	69	66	111	63	82	87
Chloride	122	84	136	149	108	83	140	93	83	132	120
BUN	87	66	76	62	75	69	108	66	59	57	84
Glucose	47	35	35	38	42	36	46	36	35	35	43
T.calcium	89	70	69	79	71	65	81	73	65	72	83
Phosphorus	62	44	41	42	87	54	78	38	46	37	62
Uric Acid	41	37	42	40	50	34	46	35	41	34	48
Creatinine	125	66	67	63	92	54	131	55	61	61	87
T.bilirubin	59	35	56	34	60	44	68	35	35	31	50
T.protein	62	73	48	56	62	62	57	62	61	64	67
Albumin	39	48	41	49	42	39	39	46	40	50	48
T.cholest.	42	35	37	39	34	37	32	30	33	40	42
Triglyceride	39	393	379	49	38	149	38	397	40	43	155
AST	37	31	38	36	43	46	53	31	38	30	44
ALT	43	38	41	35	60	55	46	34	61	34	51
ALP	138	100	159	93	221	108	233	157	232	235	174
LD	116	120	112	125	126	119	123	122	128	126	121
GGT	74	61	57	67	65	58	70	50	60	66	73
PCO ₂	66	75	73	61	78	87	61	71	73	53	76
PH	84	88	89	96	104	106	85	93	93	79	97
PO ₂	80	253	150	80	71	59	77	61	173	83	112

Table 8-2. Mean VIS of each item by Peer group mean in each trial (2004)

Item/Trial	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	Mean
Sodium	78	90	106	94	77	77	75	100	78	93	93
Potassium	82	87	99	80	73	69	66	88	65	81	82
Chloride	116	76	127	137	96	79	130	90	79	123	112
BUN	86	59	75	60	67	70	91	63	54	55	73
Glucose	45	35	34	37	42	36	45	36	35	35	42
T.calcium	86	70	68	81	71	65	80	74	66	73	81
Phosphorus	58	43	41	42	86	53	76	38	45	36	60
Uric Acid	40	37	42	39	49	34	45	34	41	35	48
Creatinine	126	65	66	63	91	54	127	56	61	60	84
T.bilirubin	57	32	46	29	52	37	62	31	32	28	45
T.protein	62	73	48	56	61	62	57	60	60	64	64
Albumin	40	47	42	49	41	40	39	45	39	49	46
T.cholest.	42	34	36	39	34	37	33	30	33	41	41
Triglyceride	38	72	62	48	38	48	36	74	40	41	53
AST	35	31	36	36	41	47	48	31	36	30	41
ALT	43	38	41	34	56	54	46	33	58	34	49
ALP	56	58	59	55	57	53	56	58	51	49	56
LD	24	28	25	27	28	25	25	24	28	26	25
GGT	59	57	54	56	52	56	60	50	49	52	58
PCO ₂	55	64	60	55	64	68	51	60	61	45	64
PH	57	64	58	67	83	60	63	67	65	55	68
PO ₂	61	207	125	60	52	45	57	48	148	66	90

Table 9. Annual changes of mean VIS

Item	1986	1992	*2002	*2003	*2004
Sodium	106	112	101	99	93
Potassium	88	96	86	86	82
Chloride	125	147	111	99	112
BUN	96	100	85	78	73
Glucose	57	60	50	42	42
T. calcium	138	121	91	76	81
Phosphorus	103	82	59	50	60
Uric acid	88	93	56	47	48
Creatinine	83	96	92	76	84
T.bilirubin	88	72	51	44	45
T. protein	74	97	70	66	64
Albumin	68	81	51	47	46
T.cholest.	80	75	47	41	41
Triglyceride	-	76	62	64	53
AST	-	103	47	44	41
ALT	-	108	52	49	49
ALP	-	131	67	64	56
LD	-	120	29	28	25
GGT	-	-	72	60	58

* Peer group VIS

Table 10. Distribution of laboratories(%) by mean VIS Score

VIS block	1992	2002	2003	2004
0 - 50	0.8	2.46(22.99)	4.10(34.56)	7.45(34.37)
51 - 100	57.0	70.31(62.95)	67.39(56.80)	73.91(59.83)
101 - 150	33.1	24.11(12.06)	26.78(8.21)	17.18(5.38)
151 - 200	7.2	2.68(1.56)	1.73(0.43)	1.45(0.41)
201 - 250	1.5	0.22(0.22)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
251 - 300	0.4	0.22(0.22)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
301 - 350	0.0	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
No. of Lab	198	448	463	483

() : Peer group mean VIS(2002,2003,2004)