

小型血液ガス分析装置の比較使用経験

小松泰典 吉田健司 富田 修
福島雅啓 八木下 健 赤沼龍一
鈴木史彦 川合宏仁 山崎信也

A Comparison of Compact Blood Gas Analyzers

Yasunori KOMATSU, Kenji YOSHIDA, Shu TOMITA
Masahiro FUKUSHIMA, Ken YAGISHITA, Ryuichi AKANUMA
Fumihiko SUZUKI, Hiroyoshi KAWAII and Shinya YAMAZAKI

Blood gas analysis is one of the important homeostatic examinations of the living body. Recently, blood gas analyzers have become smaller, more rapid, easier to maintain, and less expensive. Reports from manufacturers suggest that the accuracy of each blood gas analyzer is sufficiently reliable. However, it is necessary to reconfirm the accuracy, operability, maintainability, and economic efficiency, in terms of clinical use.

In this study, pH, PaCO₂, PaO₂, SaO₂, HCO₃⁻, Hb, Na⁺, K⁺, Ca²⁺ were measured and statistically compared between three blood gas analyzers (ABL510, ABL77, i-stat 300). Data from ABL510 was used as a baseline for accuracy comparisons between two other two compact blood gas analyzers.

The results showed that i-stat 300 was superior in portability, analysis speed, and simplicity. However, the cost of analysis with i-stat 300 was approximately 2.6 times as high as that with ABL510. The measurement accuracy of the two small blood gas analyzers was sufficient. ABL510 is preferable in facilities that conduct a large number of analyses because of its superior cost performance. However, i-stat 300 is more suitable for fewer analyses. It is important to choose a blood gas analyzer suitable for the given measurement condition.

Key words : compact blood gas analyzer, comparison, analysis accuracy

緒 言

パルスオキシメーターや呼気二酸化炭素モニターなどの非侵襲生体モニターは目覚ましい進歩を遂げているが、急性期における血液の酸塩基平衡や酸素・二酸化炭素分圧を正確に測定するまでには至っていない。現在でも、血液ガス分析装置

は生体のホメオスタシスを確認する上で重要な位置づけのモニターである。近年の血液ガス分析装置は、小型化、測定時間短縮化、保守簡略化、および低コスト化が進んでいる。個々のメーカーが提示している精度に関する報告では特に問題ないとされているが、実際の臨床的使用において、他社と比較し、その精度、操作性、メンテナンス性、

および経済性等を再検証する必要がある¹⁻⁵⁾。今回、従来の血液ガス分析装置による測定値を参考にして、2台の小型血液ガス分析装置を同時に使用する機会を得たので、その概要を報告する。

材料および方法

検体は当院で全身麻酔を実施した患者8名から、術中に必要があり採取した45検体の動脈血とした。採取した動脈血は3機種の血液ガス分析装置 (Fig. 1) で同時に使用し、血液ガス分析を行った。すなわち、従来の据え置き型の血液ガス分析装置である ABL510 (ラジオメーター社, デンマーク) を参考データとし、小型血液ガス分析装置である ABL77 (ラジオメーター社, デンマーク) と i-stat 300 (扶桑薬品工業, 東京) とを用いた。今回用いた小型血液ガス分析装置のそれぞれの特徴を Table 1 に示す。検体は pH, PaCO₂, PaO₂, SaO₂, HCO₃⁻, Hb, Na⁺, K⁺, および Ca²⁺ について分析した。操作の熟練度が測定値に影響する可能性があるため、測定者は経験年数20年の熟練者1名のみとした。その後、系列ごとの全データから標準誤差を求め、その標準誤差を個々のデータに当てはめ、標準誤差の範囲から逸脱した値を逸脱データとして抽出し、全検体に対する逸脱データの率を逸脱率として%表示した。また、3群間での差異は、Kruskal-Wallis 検定を用い、多重比較は Scheffe の方法に従った。有意水準を5%とした。

結 果

総合的なデータの逸脱率は、ABL510は4%、ABL77は1%、i-stat 300は0.3%であった (Fig. 2~7)。なお、Na⁺, K⁺, Ca²⁺ の項目は、新型2機種でのみ計測可能なため、逸脱率の比較はできず、平均値の差の比較のみとした (Fig. 8~10)。旧型の ABL510 のデータ逸脱率は4%であったのに対し、新型の ABL77 のデータ逸脱率は1%まで低下しており、改善がみられた。しかしながら、i-stat 300 では Hb の検査において2.2%の逸脱が見られたのみで、酸塩基平衡や血液ガス分析での逸脱データは全くなく、更に優れていた。また各項目別の計測結果の詳細については、以下の通り

である。

1. pH

pH の分析結果を Fig. 2 に示す。逸脱率は、ABL510 が4.4% で、ABL77 と i-stat 300 は0% であった。平均値は、ABL510 が7.41, ABL77 が7.38, i-stat 300 が7.40 であった。ABL510 と比較し、ABL77 は統計学的に有意な低値を示した ($p < 0.01$)。

2. PaCO₂

PaCO₂ の分析結果を Fig. 3 に示す。逸脱率は、ABL510 が4.4% で、ABL77 と i-stat 300 は0% であった。平均値は ABL510 が39.7 mmHg, ABL77 が42.5 mmHg, i-stat 300 が43.2 mmHg であった。ABL510 と比較し、i-stat 300 は統計学的に有意な高値を示した ($p < 0.01$)。

3. PaO₂

PaO₂ の分析結果を Fig. 4 に示す。逸脱率は、ABL510 と ABL77 が2.2% で、i-stat 300 は0% であった。平均値は ABL510 が245.5 mmHg, ABL77 が283.6 mmHg, i-stat 300 が261.1 mmHg であった。3群間に統計学的有意差は見られなかった。

4. SaO₂

SaO₂ の分析結果を Fig. 5 に示す。逸脱率は、ABL510 が6.6% で、ABL77 と i-stat 300 は0% であった。平均値は ABL510 が98.1%, ABL77 が99.6%, i-stat 300 が99.6% であった。ABL510 と比較し、ABL77 と i-stat 300 は統計学的に有意な高値を示した ($p < 0.01$)。

5. HCO₃⁻

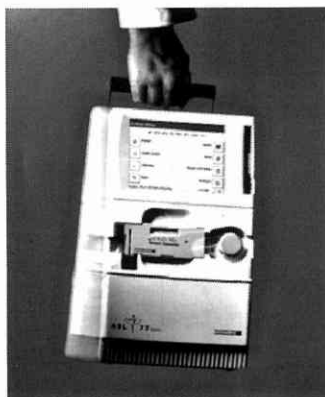
HCO₃⁻ の分析結果を Fig. 6 に示す。逸脱率は、ABL510 が2.2% で、ABL77 と i-stat 300 は0% であった。平均値は ABL510 が24.4 mmol/L, ABL77 が24.4 mmol/L, i-stat 300 が26.5 mmol/L であった。ABL510 および ABL77 と比較し、i-stat 300 は統計学的に有意な高値を示した ($p < 0.01$)。

6. Hb

Hb の分析結果を Fig. 7 に示す。逸脱率は、ABL510 と ABL77 が4.4% で、i-stat 300 は2.2% であった。平均値は ABL510 が10.8 g/dL, ABL77 が11.7 g/dL, i-stat 300 が11.7 g/dL であった。ABL510 と比較し、ABL77 ($p < 0.05$) と i-stat 300 ($p < 0.01$) は統計学的に有意な高値を示した。



ABL510
(定価1,190万円)
(ラジオメーター社)



ABL77
(定価380万円)
(ラジオメーター社)



i-stat 300
(定価150万円)
(扶桑薬品工業)

Fig.1 使用した血液ガス分析装置

Table 1 小型血液ガス分析装置の特徴

| | ABL510 | ABL77 | i-stat 300 |
|--------------------------|--|--|---|
| 発売年 (西暦年) | 1989 | 2000 | 2001 |
| 重量 (kg) | 38 | 7.2 | 0.6 |
| 検体量 (μL) | 85 | 85 | 50~100 |
| スタートアップ時間 (分) | 11 | 2~5 | 0 |
| 検査時間 (分) (検体挿入から結果表示) | 1.5 | 1 | 2 (毎回校正あり) |
| ランニングコスト | リンス液、校正液、橋液、 CO_2 ガスなど (50検体分4.5万円) をその都度交換する。1検あたり約900円。ただし、使用しなくてもこれらの消耗品は消費する。 | カセット (50検体分4.2万円) 使用の有無にかかわらず2週間で交換が必要である。1検体あたり約1,600円。ただし、使用しなくてもこれらの消耗品は消費する。 | CG8+ (25検体分5.9万円) 2~8°C保存で約6か月間使用できる。1検体あたり約2,360円。 |
| 測定方法 | フラップを開け、血液を注入しノズルを拭き取りフラップを閉める。 | フラップを開け、血液を吸引してノズルを拭き取りフラップを閉める。 | 注射器でカートリッジ内に血液を満たし、そのカートリッジを本体に差し込む。 |
| 操作上の注意点 | 血液注入量が適量になるとランプが点灯する。校正液やリンス液や CO_2 ガスなどの交換が頻繁に必要となる。 | 自動で適量の血液を吸い上げるため失敗は少ない。 | 血液をカートリッジに挿入する際、検体量が適量でないとエラーになることがある。 |

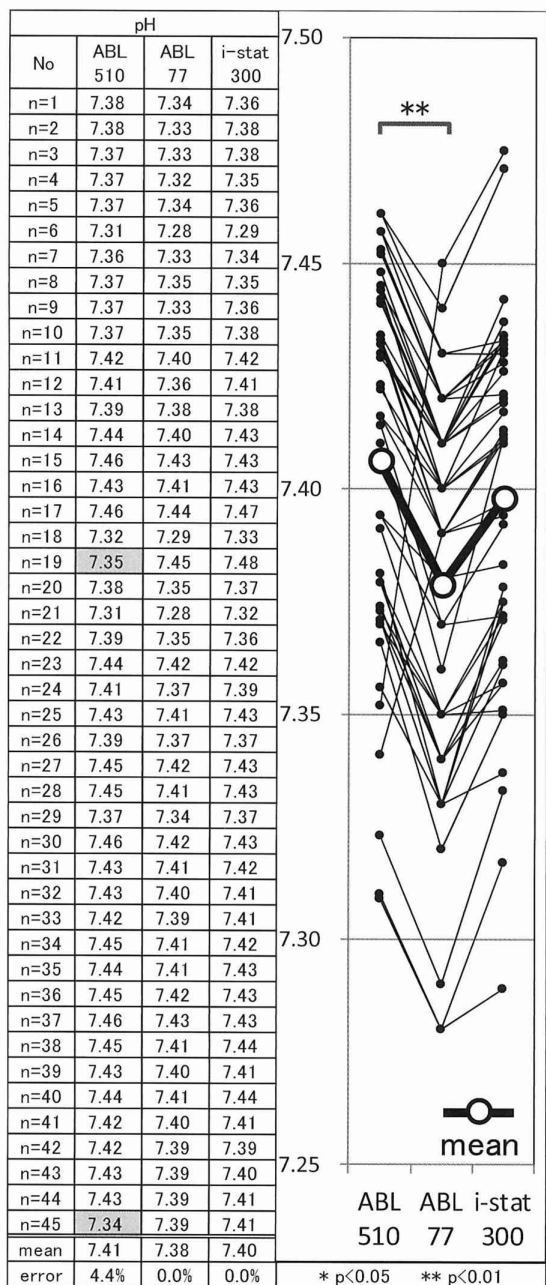


Fig. 2 動脈血pHの測定結果

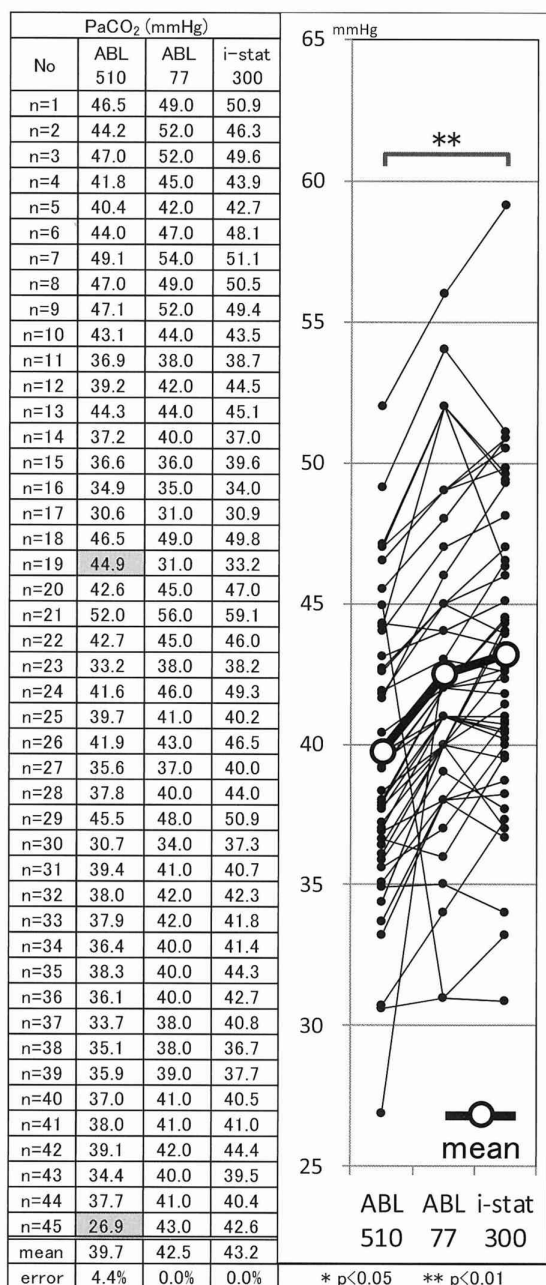


Fig. 3 動脈血PaCO₂の測定結果

7. Na⁺

Na⁺ の分析結果を Fig. 8に示す。平均値は ABL77が139mmol/L, i-stat 300が137 mmol/L であった。ABL77と i-stat 300の間に統計学的有意差が見られた (p<0.01)。

8. K⁺

K⁺ の分析結果を Fig. 9に示す。平均値は ABL77が3.5mmol/L, i-stat 300が3.6 mmol/L であった。2 群間に統計学的有意差は見られなかった。

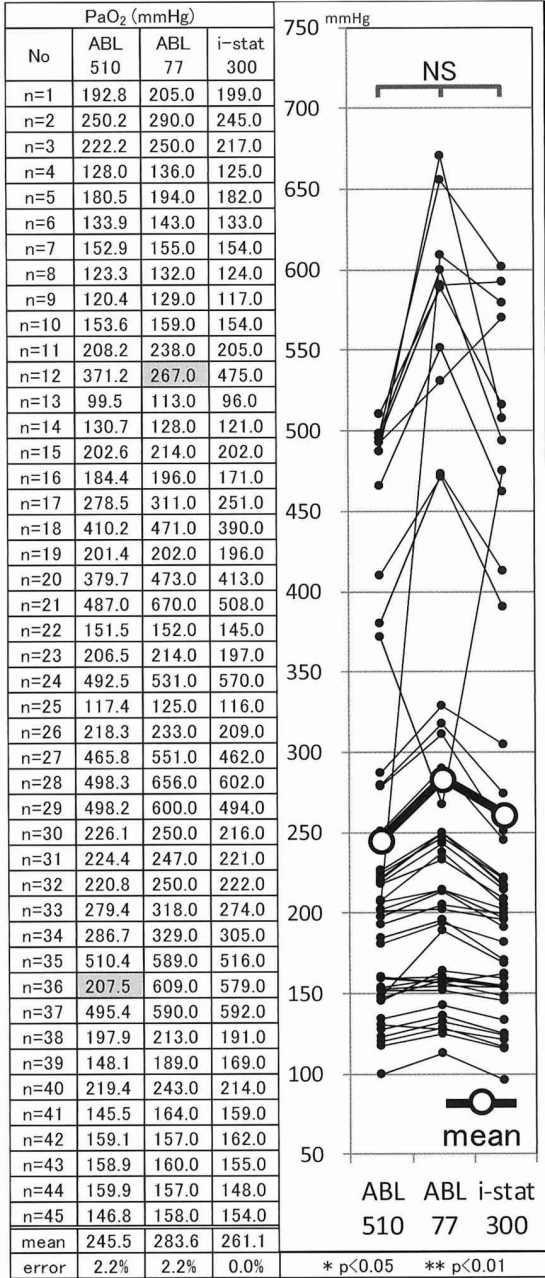


Fig. 4 動脈血PaO₂の測定結果

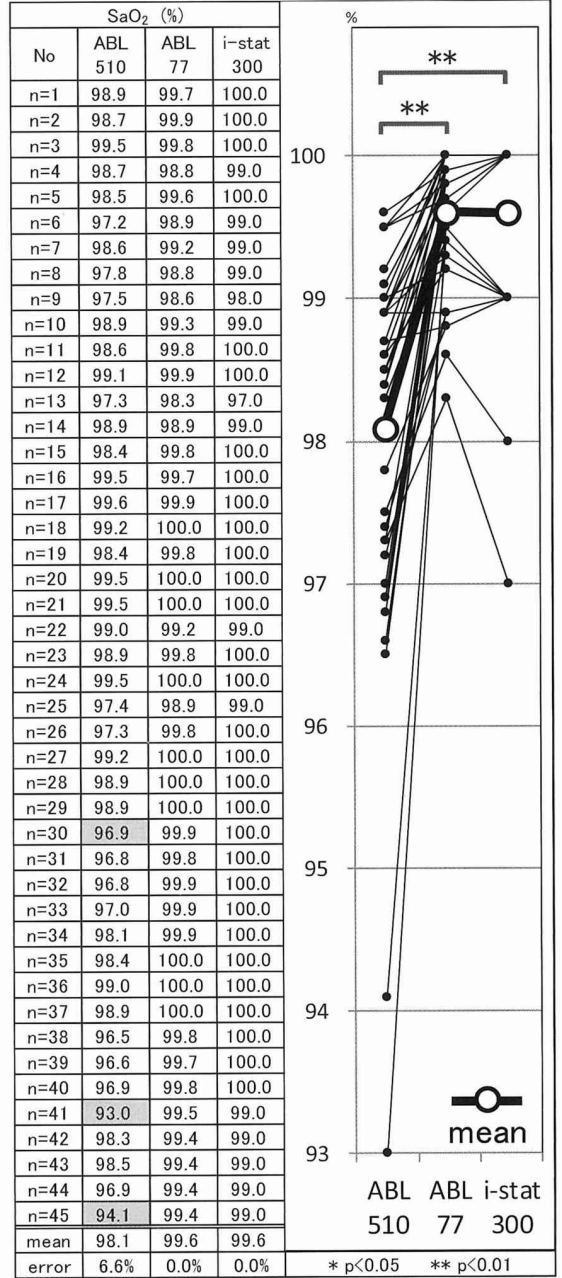


Fig. 5 動脈血SaO₂の測定結果

9. Ca²⁺

Ca²⁺ の分析結果を Fig. 10に示す。平均値は ABL77が1.08 mmol/L, i-stat 300が1.02 mmol/Lであった。ABL77と i-stat 300の間に統計学的有意差が見られた (p<0.01)。

考 察

ABL510²⁾, ABL77³⁾, および i-stat 300^{4,5)} は、測定結果について、いくつかの項目で統計学的有意差が見られた。しかしながら、データ逸脱率は、

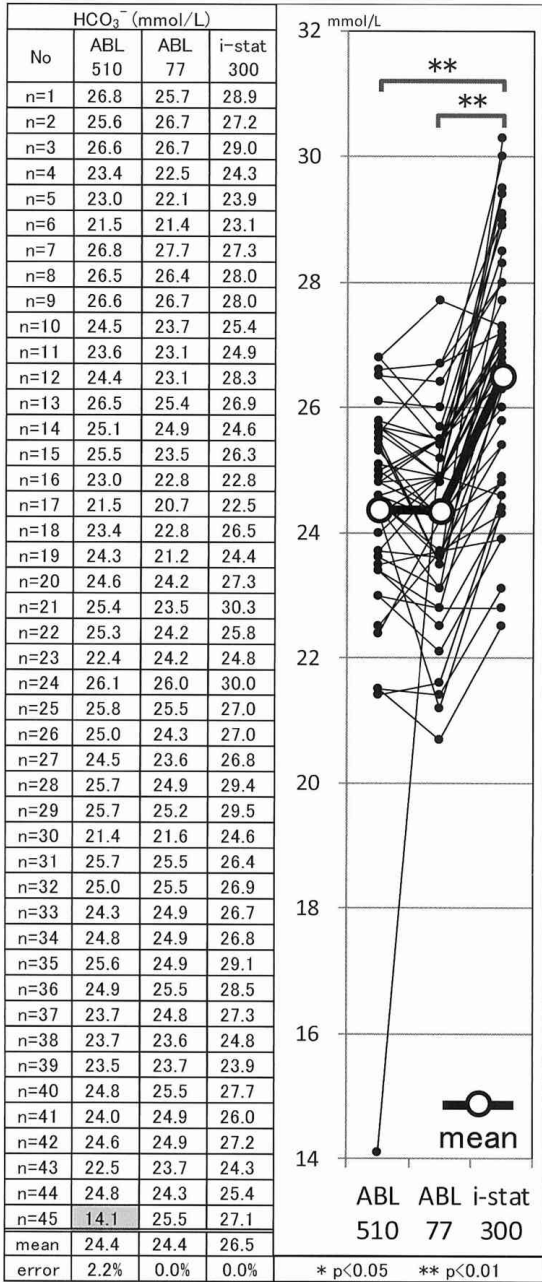


Fig. 6 動脈血HCO₃⁻の測定結果

ABL510は4%であったが、ABL77は1%、i-stat 300は0.3%と極めて低く、測定精度は臨床的に許容範囲にあると考えられる。また、小型血液ガス分析装置の2機種間ではスタートアップ時間と検査時間に大きな差がみられた。i-stat 300の方が

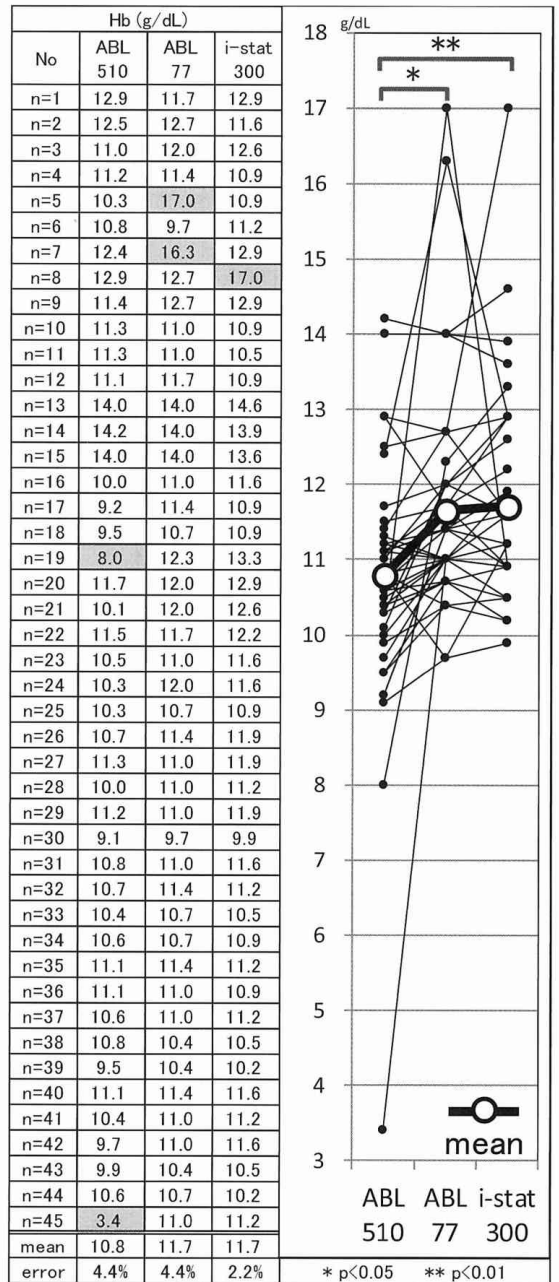


Fig. 7 動脈血Hbの測定結果

スタートアップ時間と検査時間を合わせると短かった。

参考データとして用いた ABL510 のデータ逸脱率が 4% と最も高かった理由として、20 年前のモデルであり、経年の劣化と、旧測定システムを

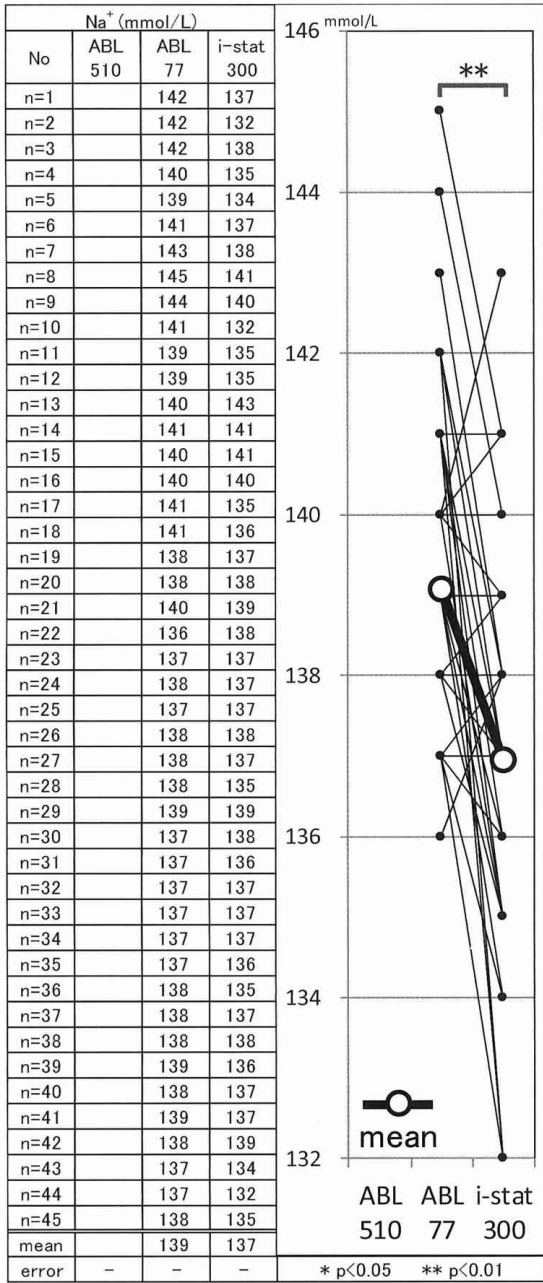


Fig. 8 動脈血Na⁺の測定結果

採用しているためと推察された⁶⁾。また Na⁺, K⁺, および Ca²⁺ の測定項目もないことや、据え置き型であるため、重量が重く、簡易的でない点が欠点である。

小型血液ガス分析装置である ABL77と i-stat

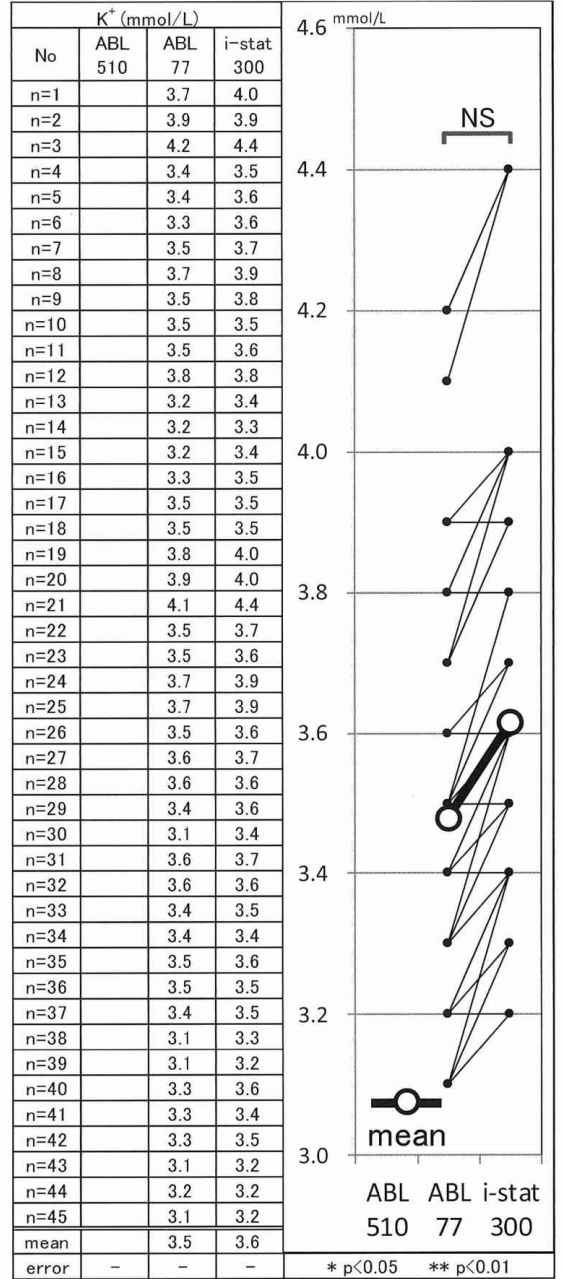


Fig. 9 動脈血K⁺の測定結果

300は、従来の装置に比べ非常に小型で携帯性に優れているが、それよりも優れた機能を備えていた。また i-stat 300は検体量も極めて微量 (50 ~ 100 μL) で済むために、人体に与える負担が少なく、同一の個体から経時的な変化を観察する

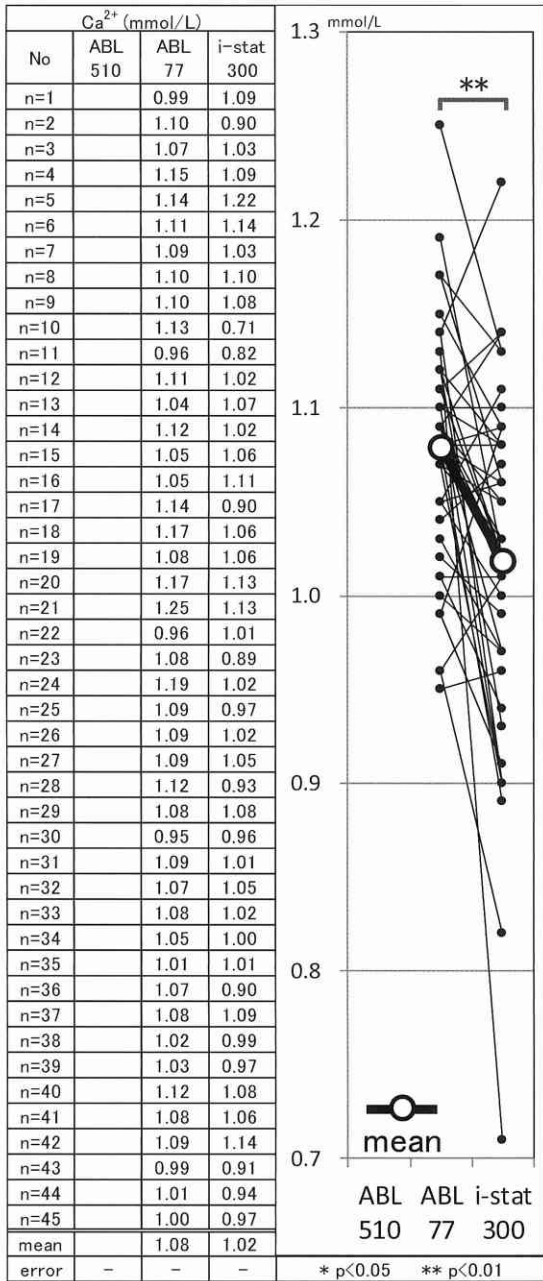


Fig. 10 動脈血Ca²⁺の測定結果

ことも容易にしている。また、操作方法も簡便である²⁾。しかしながら、i-stat 300は携帯性、迅速性、および簡易性に優れているものの、1検体を測定するための費用が ABL77の1.5倍程高く、コストがかかることが欠点と言える。

測定頻度が高い場合、Table 1に示す如く、従来型の ABL510はランニングコストが低い点で有用であるが、今回の結果ではデータ逸脱率が4%と最も高かった。一方、ABL77のデータ逸脱率は1%であり、ABL510の4倍も低い上に、ランニングコストも1検体あたり約1,600円に抑えられている。しかしながら、ABL77のカセットは測定の有無にかかわらず2週間で交換となるために、測定頻度が低い場合には不利となる。その点、i-stat300は、データ逸脱率が0.3%と最も低かった。また、測定頻度が低い場合、経済性、携帯性、迅速性、簡易性にバランス良く優れている i-stat 300が有用と思われる⁷⁾。

結 論

小型血液ガス分析装置を試用したところ、従来のもより測定精度は進歩しており、また装置間で統計学的有意差が見られたものの、測定精度については許容範囲内であった。また、i-stat 300はデータの逸脱率が最も低く、携帯性、迅速性、簡易性に優れる点が有用と考える。しかしながら、実際は測定コスト等も考慮して、その環境に適した血液ガス分析装置を選ぶことが賢明であろう。

文 献

- 1) 真茅孝志, 山下大輔, 杉原 学, 馬乗園伸一, 戸畑裕志, 加納龍彦: ポータブル血液ガス・電解質分析装置の基礎的検討. 医科器械学 **72**; 509-510 2002.
- 2) 新井征夫, 千葉常浩, 関口桂子, 小林良乃, 角田洋子: 血液ガス分析装置 ABL510 (ラジオメータレーディング) の基礎的検討. 日本臨床検査自動化学会会誌 **17**; 334-334 1992.
- 3) 高橋牧子, 立原敬一, 笠間晃彦, 川村幸平, 徳弘圭一, 佐藤泰雄, 田上 恵: ポータブル血液ガス電解質分析装置 ABL77の臨床使用経験. 体外循環技術 **29**; 292-297 2002.
- 4) 福永壽晴, 東 由佳, 中村まり子, 中村正人, 山本博之, 氣屋村 恵: ポータブル血液分析装置 i-stat の基礎的検討—その1. 正確さについて—. 日本臨床検査自動化学会会誌 **25**; 362-362 2000.
- 5) 東 由佳, 中村まり子, 中村正人, 山本博之, 氣屋村 恵, 福永壽晴: ポータブル血液分析装置 i-stat の基礎的検討—その2. 再現性および他機種との相関について—. 日本臨床検査自動化学会会誌 **25**; 363-363 2000.

- 6) 松浦 健, 佐藤大三, 最首俊夫, 橋本保彦：血液ガス分析装置の突発的故障の経験. 日本手術医学会誌 **16** ; 202-204 1995.
- 7) 氏原良和, 池辺晴美, 岩坂日出男, 谷口一男, 本多夏生：小型血液ガス分析装置の有用性について. 日本手術医学会誌 **16** ; 195-197 1995.

著者への連絡先：小松泰典, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部口腔外科学講座歯科麻酔学分野

Reprint requests : Yasunori KOMATSU, Department of Dental Anesthesiology, Oyu University School of Dentistry

31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan