

이동형 혈액가스분석기의 데이터 전송시스템

강성철, 김기련*, 정동근**, 정도운, 전계록,

부산대학교 의과대학 의공학교실, *(주)피지오랩, **동아대학교 의과대학 의공학교실

Mobile-type blood gas analysis system for data transmission system

Sung-Chul Kang, Gi-Ryon Kim*, Gye-Rok Jeon, Dong-Keun Jung

**Dept. of Medical Engineering, College of Medicine, Dong-A University

E-mail : digitalup@korea.com 휴대폰 : 011-585-8580

발표분야 : 의료정보

요 약

이동차량이나 선박 등 육, 해상에서 응급환자를 모니터링 할 때 이동이 가능한 혈액상태를 즉각 알 수 있는 이동이 가능한 소형 분석시스템이 요구되고 있다. 기존의 방식은 환자의 혈액을 채취하여 수 시간 경과 후 예야 그 결과를 알 수 있기에 촉각을 다투는 환자에게는 매우 위험한 상황까지 올 수가 있다.

본 연구에서는 수 시간 걸리는 분석시간을 1~ 5분 이내로 단축하여 빠른 응급조치를 할 수 있도록 하였으며 수집된 정보를 블루투스기반을 통하여 근거리의 PC로 모니터링이 가능하도록 구현하였다. 기존제품의 워밍업시간이 25분 정도 소요되는 것을 약 7분 정도로 개선되어 보다 빠른 초기측정이 가능하였으며 DUAL 히팅 방식을 채택하여 주변의 미세한 온도까지도 오차 없이 시스템이 가동될 수 있도록 하였으며, 수집된 정보를 자체시스템에서도 볼 수 있으며 근거리의 PC와 무선통신이 가능하도록 하여 실시간 또는 필요시에 데이터를 전송하여 기존정보와 비교 분석하여 보다 빠른 치료를 할 수 있도록 하여 병원의 환자 관리 전산화에 크게 기여 할 것으로 사료된다.

ABSTRACT

Recently, mobile-type analysis system when emergency patient can check his blood condition in the transportation or vessel has being required.

Under the present system, it takes lots off-time to know the blood analysis result of patient, so, it may lead to a dangerous situation.

But, in this study, analysis time makes to fall down to 1~min. to emergency treatment patient more quickly, and you can check the information by wireless PC through Bluetooth base.

It is able to measure in about 7minutes from 25minutes of warming-up time in existing facilities by testing temperature peculiarity curve, to operate system without error even minute temperature change by adoption DUAL heating.

And Bluetooth base was adopted to reduce power consumption and be able to hospital networking by keeping and sending analyzed data when it needs

Key word : data transmitter, Mobile blood analysis system, bluetooth hospital networksystem

1. 서 론

혈액가스 분석기는 중환자실 과 수술실 및 응급검사실에 설치되어 응급 환자의 치료에 없어서는 안될 필수 의료기기로 인식되고 있다. 혈중 pH, pCO₂, pO₂를 분석함으로써 산-염기 평형 상태 즉, 대사성 알칼리증 및 산증, 급성 알칼리증 및 산증, 만성 알칼리증 및 산증을 구분하고, 환자의 유병 경로를 역 추적하여 효과적인 치료를 할 수 있기 때문이다. 그러나 대부분의 병원에서는 대형의 혈액가스 분석기를 응급검사실에 설치하여 운영하고 있다. 따라서 위급한 환자의 혈액가스를 분석하기 위해서는 약 20분-30분 정도가 소요된다. 이러한 경우에는 혈액을 채취한 시점의 환자 상태만 파악할 수 있으며, 검사 시간이 경과된 시점의 환자 상태는 정확하게 알 수가 없다. 왜냐 하면 인체는 수백 가지 biofeedback 시스템과 보상 기전을 지니기 때문에 혈중 산-염기 평형 상태가 시간이 경과함에 따라 변화하기 때문이다. 따라서 환자가 위치하고 있는 현장에서 혈액을 채취하여 즉시 혈액가스를 분석할 수 있는 휴대형 혈액가스 분석기의 개발이 요구되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 응급검사실을 경유하지 않고 환자가 위치한 지점 즉, 환자 침대 또는 중환자실 및 수술실 등에서 환자의 혈액가스를 분석할 수 있는 휴대형 혈액가스 분석기를 개발하기 위하여 우선적으로 혈액가스 분석기의 메카니즘을 개발하고자 하였다.^[1-5] 이를 위하여 센서 측정부 및 액류흐름계통 메카니즘개발과 수집된 환자 생체 데이터를 무선 전송하여 현재까지의 데이터와 실시간적으로 일어나는 데이터를 통합 분석할 수 있도록 하였다. 센서 측정부는 전극부와 온도 제어부로 구분하였다. 온도 제어부 메카니즘은 혈액가스 분석시 혈액이 항상 인체와 같은 온도를 유지할 수 있도록 예열부와 적정온도 유지부로 구분하여 설계하고 제작하였다. 그리고 액류흐름계통 메카니즘은 혈액흐름계통, 시약흐름계통, 세척흐름계통 메카니즘으로 구분하여 설계하고 제작하였다. 그리고 본 연구에 의해 개발된 혈액가스 분석기의 메카니즘을 검증하기 위하여 혈액가스 분석기의 하드웨어부와 소프트웨어부를 설계·제작하였다. 제작된 혈액가스 분석기의 시제품으로 pH를 측정할 결과 pH 농도에 따른 전위의 변화가 선형적으로 변화됨을 관측할 수 있었으며 소형의 분석기에 대용량 데이터 보관이 어려워 실시간 또는 적정시간에 무선으로 근거리에서 있는 컴퓨터로 수집된 데이터를 전송시키고자 혈액분석시스템에 무선전송시스템을 부가하여 기존측정값과 동일한 값을 얻을 있도록 의료 정보 네트워크 시스템을 구현하였다.^[6-8]

II. 본 론

1. 전체적인 혈액가스분석기의 전송시스템 구성도

본 연구에서 구현한 혈액가스 분석기의 전반적인 구성도는 그림 1과 같다. 크게 액류흐름의 메카니즘과

이를 제어하는 제어기와 무선 송, 수신 모듈로 구성되어 있다. 이들 중에 액류흐름 메카니즘의 구성은 multi valve chanel(6 to 1)와 시린저펌프, injection guide, check valve, flowcell, 예열부, 적정온도 유지부, drain pump, wast tank 등으로 구성하였다. 메카니즘을 제어하는 제어기는 ATMEGA128칩을 사용하였다. 전반적인 동작은 다음과 같다. 그림 2의 다중위치밸브에서 교정용액(cal1, cal2, cal3)과 물 중에서 선택하여 시린저 펌프에서 Flowcell로 교정용액이나 물을 투입한다. Flowcell에 내장된 전극으로 측정된 값은 2점 교정방식으로 보정한 후에 혈액 주입기로부터 혈액이 공급되면 센서에서 혈액가스를 측정하고, 분석 처리한 정보를 블루투스를 이용하여 근거리 통신으로 의료정보를 전송한다.

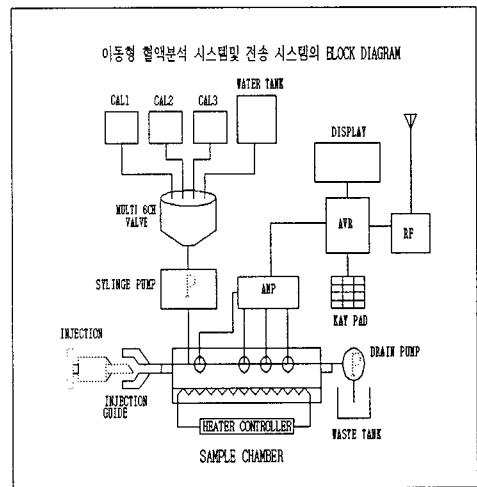


그림 4. 혈액가스 분석시스템의 전체 구성도

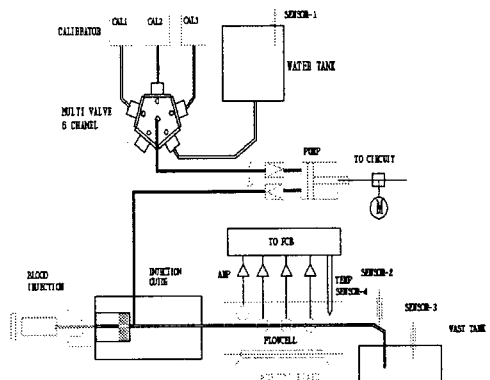


그림 5. 혈액가스 분석시스템의 메카니즘 구성도.

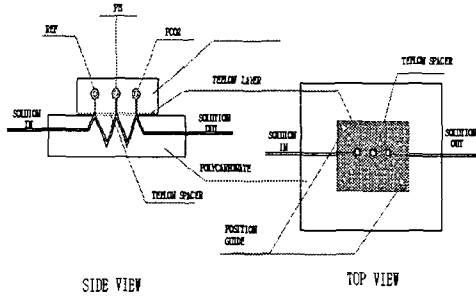


그림 6. FLOWCELL의 외관 및 내부구조

2. 플로우셀

혈액가스의 농도를 측정할 수 있는 센서가 내장된 플로우셀의 구조는 그림 3과 같이 구성하였으며, 플로우셀 뒷면에 기준전극, pH전극, 혈액가스전극 등을 삽입할 수 있는 홈으로 구성되어 있으며 혈액 투입시 셀 내부에서 혈액압력이 발생될 경우 소용돌이 현상이 일어나지 않도록 코너링 부분을 완만하게 가공을 하였으며, 플로우셀의 재질은 온도나 혈액에 오염이 적은 폴리카보나이트 재료로서 가공을 하였다

을 투입하고 측정에 들어간다. 측정한 후에 세척 프로그램이 실행되고 시스템의 체크는 각각의 프로그램을 초기화를 수행한다. 그리고 완료된 데이터는 무선 방식으로 근거리의 pc로 전송 된다

4. 혈액가스분석기의 외형

본 연구의 목적과 같이 외형은 휴대형이 간편하게 설계했다. 위쪽은 교정용 시료와 물을 쉽게 보충할 수 있도록 하고, 플로우셀은 고장시에 교체가 용이하게 하고, 동시에 주사기를 직접 플로우셀에 투입할 수 있게 했다. 아래쪽은 배수통을 배치했다.

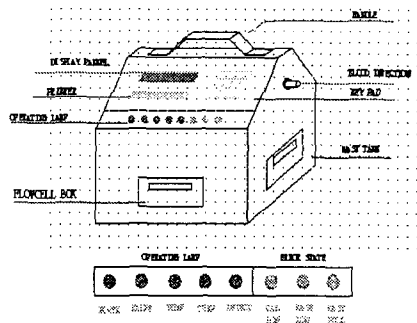


그림 8. 혈액가스분석기의 외형.

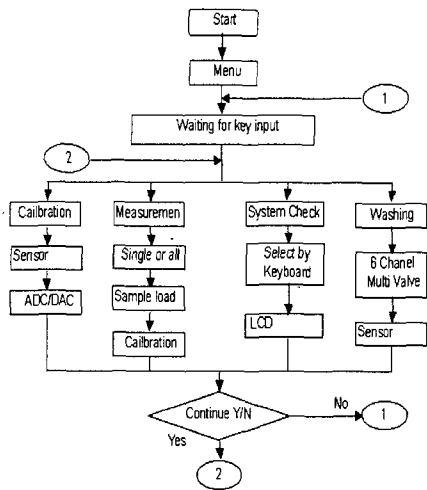


그림 7. 운영 프로그램.

3. 운영프로그램의 구성

메카니즘의 운영 프로그램은 교정, 측정, 시스템 체크와 세척의 프로그램으로 구성되어있다. 교정 프로그램은 2점 교정방식으로 교정한 후에 혈액

III. 전송된 실험 데이터 및 실험모듈

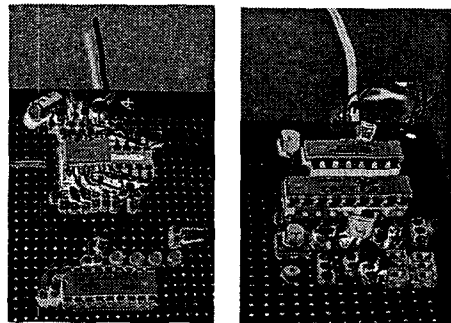


그림 6. 분석기의 무선 송,수신 실험모듈

1. 송, 수신 데이터전송 모듈의 기능

그림6의 우측그림은 혈액분석기의 데이터 전송부에 적용된 송신부이며, 좌측그림은 수신부이다, 311MHZ 주파수를 사용하며, 수신부의 수신 판별능력은 53만대가 동시에 분석 작업을 하여도 주파수 혼선과 에러 없이 구동이 가능하며 본 연구에서는 2,800억 이상의 어드레스를 가지도록 설계를 하여 동일한 어드레스를 가져서 오는 오동작을 최소화 하였다.

V. 실험 및 결과

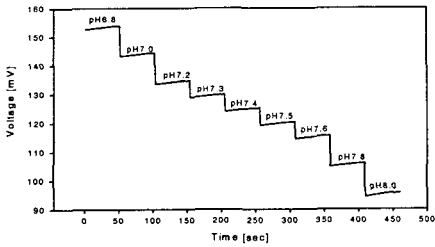


그림 7. pH 전극의 응답특성

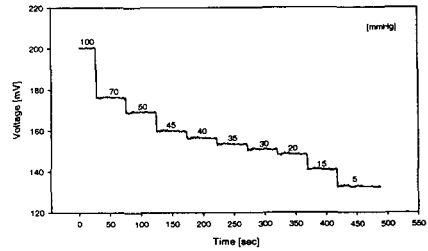


그림 11. pCO₂ 전극의 응답특성

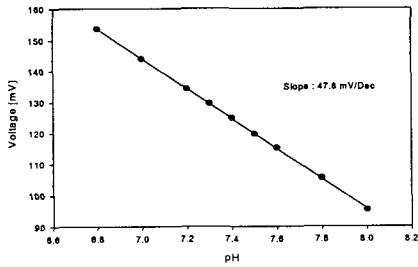


그림 8. pH 전극의 보정곡선

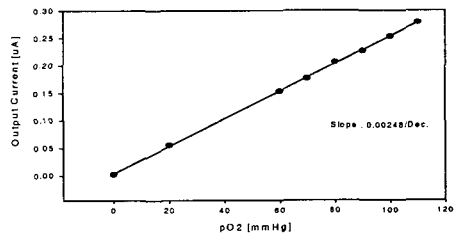


그림 12. pO₂ 전극의 보정곡선

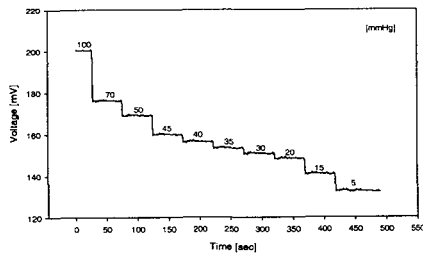


그림 9. pCO₂ 전극의 응답특성

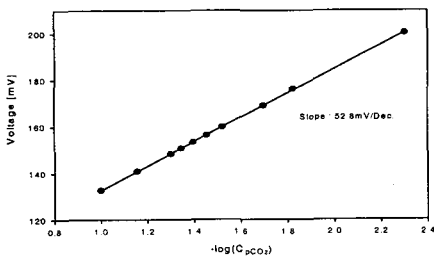


그림 10. pCO₂ pH 전극의 보정곡선

1. 전송된 전극 감응 특성실험

휴대형 ABGA에 사용한 전극들의 감응 특성을 측정하기 위한 실험을 수행하였다. 즉 각각의 전극별로 분석 가능한 범위내의 여러 가지 표준용액을 선정하고, 선정된 표준용액에 대한 전극의 감응 특성을 측정하기 위해 다음과 같은 실험을 수행하였다. 먼저 pH는 6.8, 7.0, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.8, 그리고 8.0 등 9 가지의 표준용액에 대한 pH 전극의 감응 특성을 1 초 간격으로 각각 50 회씩 측정하였으며, pCO₂는 5, 15, 20, 30, 35, 40, 45, 50, 70, 100 등 10 가지의 표준용액을, pO₂는 0, 20, 60, 70, 80, 90, 100, 110 등 8 가지 표준용액을 이용하여 pH와 동일한 방법으로 실험을 수행하여 그 결과를 그림 7, 9, 11에 나타내었으며, 측정된 값을 이용하여 보정곡선을 구한 결과를 그림 8, 10, 12에 나타내었다.

2. 전송된 유량, PH, 온도의 특성곡선

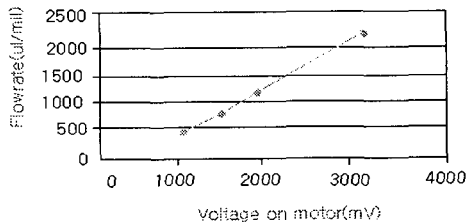


그림 13. 전송된 펌프의 유량에 대한 전압관계

그림13은 시린지펌프에 공급된 전압에 따른 유량 값을 나타내고 있으며, 1000mV일때, 400(ul/mil)을 나타내고 있으며 전압공급에 따라 비교적 비례하는 관계를 나타내고 있다.

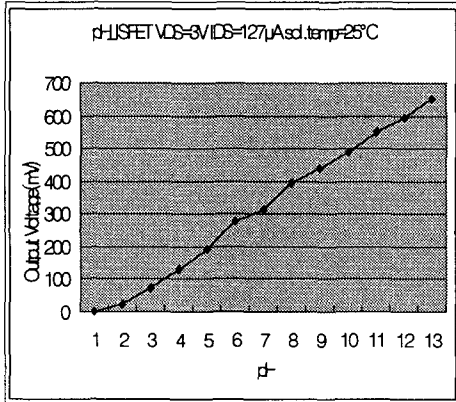


그림 14. 전송된 PH-전압 출력 곡선

그림14의 실험에서 얻어진 전압은 25도의 온도에서 PH7을 기준으로 PH1의 값이 변할 때 마다 대략 59mv 의 전압이 검출되고 있다. 이러한 검출 자료에 의하여 인체의 혈액 전해질과 혈액가스 성분을 분석한다.

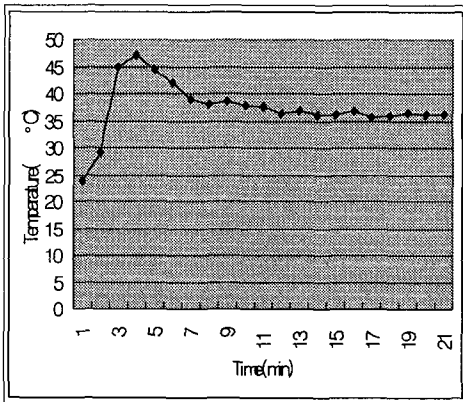


그림15. 전송된 분석기 챔버 온도의 곡선그래프

그림15는 전원투입 후 안정화까지의 온도특성곡선을 나타내고 있다. 온도 특성에서 샘플챔버의 온도제어 장치는 혈액을 대상으로 측정하므로 오차가 작은 시스템을 만들기 위해서는 샘플챔버의 온도를 최대한 인체온도와 동일하게 설계되어야 한다.

히터는 15W와 5W 2종류의 판히터를 사용하여 샘플챔버 하단에 취부하였으며 온도 검출 센서는

샘플 챔버 내부에 흡을 가공후 삽입하여 온도측정의 오차를 줄였다. 그리고 샘플챔버의 온도 특성곡선을 조사한 결과 약 7분이 걸린다.

기존제품에서 걸리는 시간이 대략 25분이 소요되는 것에 비교하면 상당히 빠른 시간이며 이 워밍업 시간을 줄여 보다 빠르게 혈액성분을 분석할 수 있을 것이다. 그리고 DUAL 히팅 방식을 채택하여 미세한 온도 변화까지도 컨트롤이 가능하다

V. 결 론

이동형 혈액가스 분석기 시스템 및 데이터 전송 시스템을 개발하기 위하여 우선적으로 액류 메카니즘과 데이터 전송시스템을 구현 하였다. 구현된 데이터 전송시스템으로 그림7~15에 제시된 전송 데이터를 분석해본결과 전송전의 데이터와 동일하며, 기존의 혈액가스 분석기의 문제점을 보완하면서 환자의 보존되어 있는 데이터와 실시간 분석되어 들어오는 데이터를 즉각적으로 분석하여 빠른 응급처치와 병원 환자 관리 전산화에 크게 이바지 할 것으로 사료 된다.

참고 문헌

- [1] 전자공학회지 제17회 제4호 1996
- [2] Floyd and BuchIA, "Basic Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits", Prentice Hall, Second Edition, 1999.
- [3] 심윤보 외 3 "PVC-SR막을 사용한 수소이온 선택성 막 전극
- [4] 김성진, 권대혁, 이종현, 손병기, ISFFT 및 Pt 기준 전극과 차동증폭법을 이용
- [5] 한국과학 기술 연구원, 센서기능 및 공정고도화 기초연구, 과학기술처 연구 보고서, 1989
- [6] 손병기, 이홍락, 김의락, 박이순, 이광만, 윤종훈, 서화일, 권대혁, FET 형 반도체바이오/ 이온 센서 개발(III), 센서기술연구센터,
- [7] J. W. Gardner, E. L. Hines and H. C. Tang, "Detection of Vapours and Odours from a Multisensor Array using Pattern-recognition Techniques", Sensors and Actuators B, vol. 9, pp. 9-15, 1992
- [8] T. Nakamoto, A. Fukuda and T. Moriizumi, "Perfume and Flavour Identification by Odour-sensing System using Quartz-resonator Sensor-array and Neural-network Pattern Recognition", sensor and Actuators B, vol. 10, pp. 85-90, 1993.