

# 적외선센서를 이용한 중력 드립방식 수액주입기의 수액 주입속도 측정

## Measuring Fluid Flow Rate of Gravity-based Intravenous Infusion Device using Infrared Sensor

#노병국<sup>1</sup>, 김기대<sup>2</sup>, 박재현<sup>1</sup>

#B. G. Loh(bgloh@hansung.ac.kr)<sup>1</sup>, G. D. Kim<sup>2</sup>, J.H. Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한성대학교 기계시스템공학과, <sup>2</sup>대구가톨릭대학교 기계자동차공학부

Key words : flow rate, IV infusion, IR sensor, gravity-based infusion

### 1. 서론

수액치료(fluid therapy)는 입원 환자의 90-95 %가 받게 되는 가장 기본적인 임상치료이다.<sup>1</sup> 수액백을 1.8-2 meters 길이의 스탠드에 매단 채로 중력에 의해 수액을 환자에 주입하는 중력방식의 수액주입기가 가장 광범위하게 사용되는 수액주입기이다. 수액주입량을 자동으로 조절할 수 있는 전자식 수액주입기가 있으나 고가의 비용과 전원공급 및 무게 때문에 정밀한 수액주입 속도가 필요한 환자에게만 제한적으로 사용되고 있다. 중력방식의 수액주입기의 수액 주입속도는 낙하되는 수액 방울 간의 시간 차를 계산하여 통상 20 방울을 1 ml 로 계산하여 주입속도를 측정한다.<sup>2,3</sup> 시간 간격은 간호사를 포함한 의료진의 눈대중 혹은 시계를 활용하여 측정하고 있다.

본 연구에서는 적외선센서와 마이크로프로세서를 사용하여 수액 방울 간의 낙하시간을 측정하는 장치를 제작하였고 이를 활용하여 수액 주입속도 측정 시 적외선센서의 특성에 관해 고찰하였다.

### 2. 적외선 수액 주입속도 측정센서

적외선 수액 주입속도 센서는 점적챔버(drip chamber)에 고정되는 형태로 점적챔버의 벽면을 따라 수광 및 발광 적외선센서가 일직선 대향구조로 장착되어있다 (Fig.1). 센서의 후면부에는 센서전원 및

신호처리회로가 부착되어 있으며 증폭된 적외선 센서신호는 마이크로프로세서로 입력되어 수액방울 간의 낙하시간 측정 데이터로 활용된다 (Fig.2).

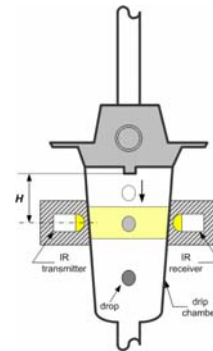
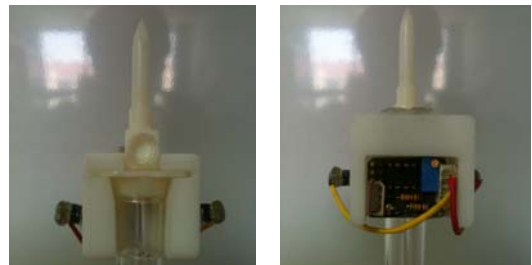


Fig.1 Schematic drawing of IR flow rate sensor



(a) Front side (b) Back side

Fig.2 photograph of IR flow rate sensor

수액 주입속도 측정을 위해 점적챔버의 둘레에 한 쌍의 발광센서와 수광센서를 부착하여 수액방울 낙하방향에 대해 직각방향으로 적외선을 조사한다.

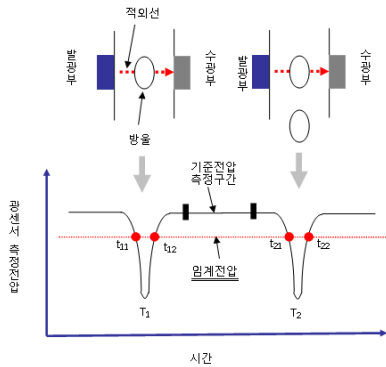


Fig.3 Illustration of measuring drop time interval

수액방울이 점적챔버의 상단에서 낙하하여 조사된 적외선을 통과하게 되면 수액 내의 수분에 의해 조사된 적외선이 일부 흡수되므로 수광 적외선 센서에서 측정되는 적외선의 양은 수액 방울의 통과 유무에 따라 Fig.3 에서와 같이 변화한다. 따라서 마이크로프로세서를 이용하여 측정된 신호를 처리하여 수광 적외선센서의 측정값이 임계전압 이하로 감소되는 시간과 점적챔버를 통과한 수액방울 수를 기록한 후, 기록된 시간차( $t_{21}-t_{11}$  or  $t_{22}-t_{12}$ )와 단위 수액방울 당 수액질량을 이용하여 수액주입속도를 추정할 수 있다.

### 3. 실험 및 결과

Fig.4 는 수액방울 통과 시 수광 적외선 센서의 측정전압의 변화를 나타낸다. 측정전압은 수액방울이 센서 사이로 진입함에 따라 감소하기 시작한다. 이후 센서 측정 전압은 최소값에 도달하고 수액방울이 센서 측정영역에 있음에도 불구하고 증가하기 시작한다. 증가한 센서값은 정점에 이른 후 감소, 증가의 패턴을 다시 나타낸다. 센서 측정값이 일시적으로 증가하는 이유는 수액방울의 렌즈효과에 기인한다. 투명한 구 형상을 가지는 수액 방울은 볼록렌즈 효과를 발생하여 수액방울이 센서의 중심에 위치하였을 경우 발광센서에서 발생하는 적외선을 수광센서로 최대로 집광하는 역할을 하여 최대의 렌즈효과를 나타내며 이는 수광센서에서 측정되는 전압을 증가시키는 역할을 한다. 렌즈효과를 검증하기 위해

수액을 검정색의 잉크로 염색하여 시험한 경우 전압이 일시적으로 증가하는 현상은 사라짐을 관찰할 수 있었다. Fig.4 에서 관찰되듯이 수액의 주입속도에 따라 렌즈효과에 따른 피크(peak)의 값은 변화함을 알 수 있다. 이는 수액방울의 주입속도에 따른 크기 변화에 따른 것으로 보다 심도있는 연구가 현재 진행 중이다.

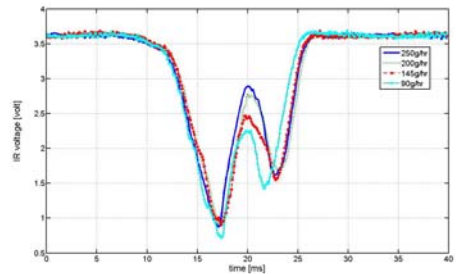


Fig. 4 Measured voltage of receiving IR sensor when a fluid drop passes (DI water)

### 4. 결론

수광/발광 한 쌍의 적외선센서를 활용하여 증력방식 수액주입기의 수액주입속도를 측정하였다. 적외선센서를 활용하면 기존의 육안 측정방법과 비교하여 편리하고 정확하게 수액주입속도를 예측할 수 있다. 수액 방울의 렌즈효과 때문에 측정된 전압의 일시적 상승, 즉 피크(peak)가 관찰되었다. 임계전압 설정 시 렌즈효과에 의한 측정전압 상승을 고려함으로써 수액 방울 낙하 측정 오류를 최소화할 수 있다.

### 참고문헌

1. Panni, M et. Al, "A Novel Ambulatory intravenous Holder: Preliminary Findings", *Anesth Analg*, **95**, 635-638, 2002
2. Flack,F., and Whyte, D., "Variations of drop size in disposable administration sets used for intravenous infusion", *J.clin.,Path.*,**28**,510-512, 2011.
3. Hilman, M, "The Prediction of drop size from intravenous infusion controllers", *J. of Medical Engineering & Technology*, **13**, 166-176, 1989