

통계 분석을 통한 효율적 혈액재고관리 체계 구축

부산대학교 산업공학과 김근순 박정혁

1. 연구배경

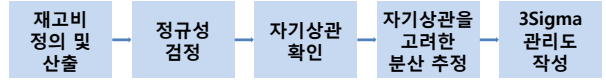
우리나라의 경우 수혈용 혈액은 오로지 헌혈에 의해 충족되고 있다. 하지만 안정적 혈액 공급이 어렵고, 혈액이 필요한 상황에 따른 수요 예측 또한 불가능하다. 이런 불확실성에 대비하기 위해 혈액원은 여분의 혈액 재고를 가지고 있어야 한다.

대한적십자사는 재고비(당일 재고량/전년도 일 평균 사용량)를 사용하여 1일분의 기준을 정하고, 2일분과 5일분을 최소재고수준과 적정재고수준으로 규정한다. 하지만 규격을 통한 관리는 사후관리로 작용하기 때문에, 이상상태를 조기 파악하여 사고에 대비하기에는 무리가 있다. 이에 공정품질관리에 사용되는 관리도의 6sigma 개념을 혈액 재고관리에 적용하고자 한다. 즉, 관리도를 통해 혈액 재고 수준의 변화를 통계적으로 접근하여 재고의 변화를 추적, 관리 한다.

2. 데이터 수집

- 대한적십자사 혈액관리본부에서 일 별로 수집한 2008년~2016년 기간의 데이터 사용 (해당 데이터에서 정보가 불충분한 2007년과 2017년은 제외)
- 혈액제제 중 적혈구제제로 한정하여 분석
- 본 포스터의 경우 가장 최근 년도인 2016년 데이터를 활용

3. Method



4. 통계 분석

4.1. 재고비 정의

- 대한적십자사는 혈액 재고비를 재고관리의 기준으로 하고 있다.
- 혈액 재고비를 구하는 공식은 다음과 같다.

시점 t에서 혈액형 i=(A, B, AB, O)에 대한 혈액 재고비

$$BIR_{it} = \frac{Y_{it}}{c_i} \quad (\text{시점 } t \text{는 당일 혈액 데이터})$$

- Y_{it} 는 시점 t에서 혈액형 i에 대한 혈액 재고량
- c_i 는 혈액형 i의 전년도 일 평균 혈액 사용량

4.2. 정규성 검정

- 혈액 재고량의 요일 합 Q-Q plot (Figure 2. a)의 경우 p-value는 0.005보다 작다. 반면 월요일 Q-Q plot (Figure 2. b)의 경우 p-value 0.311으로 계산되어, 재고량에서 또한 요일 별 구분의 필요성을 확인하였다.

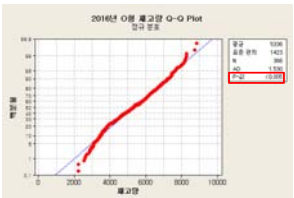


Figure 2. a 요일 합 Q-Q plot

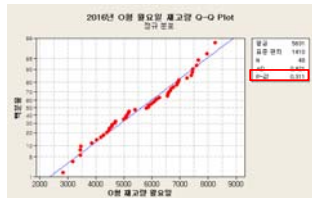


Figure 2. b 월요일 Q-Q plot

- 재고량과 재고비의 정규성은 같다. (일 평균 사용량은 상수)
- 재고비의 경우 요일 각 각의 정규성을 확인 할 수 있다.

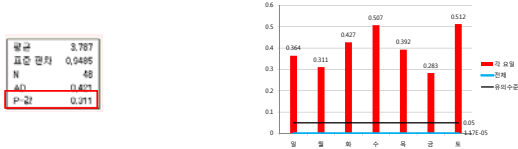


Figure 2. c 2016년 월요일 재고비 p-value

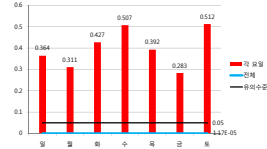


Figure 2. d 2016년 재고비 p-value

5. 결과

5.1. 관리도 읍선



Figure 5. a 관리도 읍선

- 관리한계선 이탈 및 추세(Trend)와 경향(Run)을 특수 원인으로 간주하고 검정을 수행한다.

6. 결론 및 제언

6.1. 결론

- 혈액재고 관리의 이상이상상태를 관리도를 통해 발견했다.
- 2016년도 O형 혈액형의 경우 월,화,목,금,토요일에 이상상태를 확인할 수 있었고 수,일요일에 안정적이었다. 요일에 따른 관리상태가 다름을 확인했다.
- 관리도 작성을 위해 데이터의 정규성이 확보돼야 한다. 데이터를 요일별로 나누었을 때, 정규성을 확인할 수 있었다.
- 요일별 관리도를 작성해 이상상태를 확인했을 때, 요일에 따라 이상상태가 다름을 확인했다. '요일'을 이상원인 중 하나의 요인으로 조사해볼 필요 있다.
- 혈액재고량과 출납기록을 지속적으로 업데이트 하여 관리도 작성에 이용할 수 있다. - 재고량과 출납기록이 바뀔때 따라 관리 한계 또한 바뀜

4.3. 분산 추정

- 관리도를 그리기 위해서는 분산추정이 필수적이다. 하지만 혈액 재고비가 시점 t에 대해 자기상관(Auto correlation)이 있어 모평균의 분산 추정에 문제가 발생하게 된다.
- ACF Graph (Figure 4)확인 결과, 오차항이 3주 간격일 경우 상관성이 존재하지 않는다. 이 결과는 Durbin-Watson test 를 통해 확인 할 수 있다.(p-value 0.54)

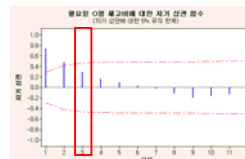


Figure 3. a 시점 t에 대한 ACF



Figure 3. b Durbin-Watson test

4.3. 분산 추정

- 자기상관이 없는 표본을 추출하기 위해 정규성 분석에서 나온 요일 별 데이터의 각 요일을 3주 간격으로 나누어 각 요일 별 3개의 표본으로 설정하였다. 즉 1개의 표본으로 설정하였다.
- 예를 들어 2016년의 경우 첫 번째 월요일과 네 번째 월요일인 1/4, 1/25은 하나의 표본에 속한다. 추출한 표본을 통해 분산을 추정하면 아래와 같다.

월요일의 경우 1주차~3주차의 월요일로 구성된 3개의 표본 U1, U2, U3을 얻었다.

$$U1 = \{MON1, MON4 \dots MON52\}$$

$$U2 = \{MON2, MON5 \dots MON53\}$$

$$U3 = \{MON3, MON6 \dots MON54\} \quad (\text{MON1은 첫번째 월요일})$$

각 표본에서 산정한 표본분산을 S_k^2 로 나타낼 때 혈액 재고량의 분산은

$$\text{Var}(Y) = \sum_{k=1}^3 S_k^2 / 3 \quad \text{으로 추정한다.}$$

따라서 혈액 재고비의 분산은 $\text{Var}(BIR_{it}) = (c_i)^{-2} \text{Var}(Y_{it})$ 이 된다.

Figure 4. a 분산추정

5. 결과

5.2. 관리도 작성 및 평가



Figure 6. a O형 월요일 관리도



Figure 6. a O형 수요일 관리도

- 월요일 관리도의 경우 관리한계를 벗어나 타점되는 데이터와 경향(Run)이 관찰된다.
 - 경정 1. 1개의 점이 중심선으로부터 3.00 표준 편차 범위 밖에 있음. 경정 실패 지점: 1, 7, 15, 21, 36, 45
 - 경정 2. 9개의 연속된 점이 중심선으로부터 같은 쪽에 있음. 경정 실패 지점: 14, 15, 24, 46, 47, 48
- 수요일 관리도의 경우 재고의 상태가 안정적이다.

6. 결론 및 제언

본 포스터는 전국 혈액재고의 단순 합을 이용했지만, 실제로는 전국 13개 혈액원이 독자적으로 관리한다. 각 혈액원의 관리도를 통해 얻은 정보를 공유해 유기적인 혈액교환으로 안정적인 재고수준을 유지 한다.

