



중환자의 체중변화와 섭취량과 배설량 균형과의 관계*

김화순¹⁾ · 이영희¹⁾ · 이지수²⁾ · 이진영²⁾ · 추상순²⁾ · 이보경²⁾

서 론

연구의 필요성

인체 내 체액 균형은 건강을 유지하기 위한 필수 요건으로 수분균형에 대한 사정은 매우 중요하다. 특히, 중환자실에 입원해 있는 환자의 경우 이러한 체액균형이 깨질 경우 울혈성 심부전이나 폐부종, 심망 등의 심각한 합병증이 발생하여 돌이킬 수 없는 심각한 상태를 초래할 수 있다(Kim, 2011; Suhayda & Walton, 2002; Welch, 2010). 이러한 체액 균형 상태를 사정하는 방법은 크게 3가지가 있다. 즉, 혈청, 소변의 삼투질 농도, 혈청 나트륨 농축도 및 나트륨이뇨 펩티드(natriuretic peptide) 등의 임상검사, 그리고 체중, 섭취량과 배설량(intake & output, I&O), 배변 횟수 등의 객관적이고 비침습적인 사정 방법, 마지막으로 피부탄력이나 갈증, 점막 습도 등의 주관적인 관찰방법이 있다(Kim, 2011; Popowski et al., 2001; Shirreffs, 2003). 최근에는 더 정확도가 높은 비침습적 방법으로 생체 임피던스 분석(bioimpedance analysis) 검사가 이용되고 있다(Kim, 2011; Yamaguchi, Yamauchi, Hazama, & Hamamoto, 2000).

Gross 등(1992)은 노인환자들에서 38개 체액균형 관련 임상 지표들에 대해 평가한 결과 체액량 감소와 유의한 관련성을 보인 지표들로 설건조증, 세로균열혀, 구강점막건조, 상체근위 약감, 혼동, 언어장애 및 눈주위 함몰 등을 제시하였다. 하지만 뇌손상, 기계환기기 적용 및 진정·진통제 등의 사용으로

의식이 저하되어 있는 경우가 많고, 기관내삽관 등으로 구강과 혀 관찰이 용이하지 않으며, 24시간 이내의 단기간 체액 균형 평가를 통해 체액요법을 결정해야 하는 중환자들의 경우에는 이러한 변수들을 적용하기가 적합하지 않다. 따라서 상대적으로 적용이 용이한 I&O의 균형에 대한 평가가 환자들의 심혈관기능과 신장 기능의 감시수단으로 지난 수십 년 동안 광범위하게 임상에서 사용되고 있다(Daffurn et al., 1994). 특히 혈액학적으로 불안정하고 이뇨제 사용 빈도가 높으며, 수술 후 과도한 배액을 동반할 수 있는 중환자의 경우 이들의 적절한 수액관리를 위해 I&O에 대한 정보는 필수적이다(Daffurn et al., 1994; Eastwood, 2006; Roos, Westendorp, Frölich, & Meinders, 1993; Tang & Lee, 2010).

그러나 이와 같이 오랫동안 실무영역에서 광범위하게 사용되고 있으면서도 I&O의 체액감시 유용성과 효율성에 대해서는 의문을 제기하는 경우가 있었다(Chung, Chong, & French, 2002; Daffurn et al., 1994; Hoff, Dijk, Algra, Kalkman & Rinkel, 2008). Hoff 등(2008)의 연구에서 6시간 간격으로 계산한 체액균형(I&O) 자료에 기초하여 수액요법을 제공한 환자들에서 I&O 측정치는 환자들의 실제적인 순환혈액량을 적절히 반영하지 못한 것으로 나타났다. Daffurn 등(1994)의 연구에서 의사가 간호사가 계산한 I&O 기록을 종종 확인한다고 응답한 간호사는 전체 응답간호사 중 30.9%에 불과하였다.

의사들은 I&O만으로는 환자의 체액 균형 상태를 파악하기 어려우며, 단기간 내에 발생하는 체중의 급격한 변화는 체액의 상실이나 축적을 의미하는 것으로(Shirreffs, 2003; Yang,

주요어 : 중환자, 체액균형, 체액, 체중

* 이 논문은 2011년도 인하대학교 교내연구비 지원에 의해 연구되었음.

1) 인하대학교 간호학과 교수(교신저자 E-mail: khs0618@inha.ac.kr)

2) 인하대학교 간호학과 대학원생

접수일: 2011년 2월 15일 1차 수정일: 2011년 4월 12일 2차 수정일: 2011년 5월 3일 게재확정일: 2011년 5월 6일

Choi, Kim, & Sung, 1996) 체중변화의 확인을 통해 더 정확하게 체액균형을 알 수 있다고 판단하는 경우가 많다. 그래서 의사들은 중환자들의 적절한 수액관리를 위해 국내의 경우 때로는 8시간마다 대부분의 경우는 24시간 마다 I&O 측정과 동시에 체중 측정을 처방하는 경우가 많고 외국의 경우에도 매일 체중 측정과 I&O 측정을 동시에 처방하는 경우가 많다 (Wise, Mersch, Racioppi, Crosier, & Thompson, 2000). 그러나 이러한 처방에 대한 구체적인 근거는 충분히 제시되어 있지 않다. 즉 Roos 등(1993)은 피부나 호흡을 통해 배출되는 불감소실량을 교정한 I&O 균형 상태는 환자들의 단기 체중변화와 밀접한 관계가 있다고 보고 하였다. 하지만 대상자들의 체중변화와 I&O 측정치 사이에는 상당한 개별적인 차이가 있음을 보고하는 연구도 있어 일관되지 않은 결과를 나타냈다 (Eastwood, 2006; Roos et al., 1993; Wise et al., 2000).

중환자의 체액균형을 알기 위해 I&O 평가와 함께 체중을 측정하는 것은 간호사들의 일일 전체 업무량 중 상당한 비중을 차지하는 것으로 중환자실 간호사에게는 많은 부담이 되는 간호활동이 된다. 또한 의식이 저하되어 있거나 기계환기 기유법 등으로 스스로 기동이 어렵고 상태가 위중한 환자측면을 고려할 때 중환자실에서 체액감시를 위해 모든 환자에서 체중측정이 반드시 필요한가에 대해 확인해 볼 필요가 있다. 체중측정이 어려운 경우가 많은 중환자를 대상으로 I&O 균형 자료로 체중변화를 추정해 볼 수 있는지를 평가할 수 있는 선행연구는 별로 없었고 더욱이 국내에서는 이러한 연구가 전혀 진행된 바가 없다. 그러므로 이와 관련한 연구를 통해 그 결과를 기반으로 임상실무에 적용하려는 노력이 필요하다.

연구 목적

본 연구의 목적은 중환자실에서 I&O 균형과 체중변화의 차이 및 관계를 확인하고, 두 변수의 차이에 영향을 미치는 중환자 요인은 무엇인지 확인을 통해 체중과 I&O의 동시 측정이 중환자 모두에게 필수적인 활동인지에 대한 근거자료를 제공하기 위함이며 이를 위한 구체적인 연구의 목적은 다음과 같다.

- 중환자의 I&O 균형과 체중변화 상태를 확인한다.
- 중환자의 I&O 균형과 체중변화와의 관계를 확인한다.
- 중환자의 I&O 균형과 체중변화와의 차이 및 차이의 분포를 확인한다.
- 중환자의 I&O 균형과 체중변화와의 차이 정도에 관련 요인을 확인한다.

용어 정의

● I&O 균형

본 연구에서 I&O 균형은 48시간 동안 계산된 총 수분섭취량에서 총 배설량을 뺀 값을 말한다. 이때 총 배설량은 이틀 동안 예상되는 최소 불감소실량에 해당되는 800ml를 포함하여 계산한 값을 말한다. Guyton과 Hall (2000)에 따르면 정상 상황에서 피부와 호흡기를 통한 불감소실은 1일 각각 300-400ml이다. 피부를 통한 불감소실량을 400ml로 계산하였고, 호흡기를 통한 불감소실은 대상자의 반수 이상인 63.1%가 기계환기기를 적용하고 있어 Roos 등(1993)의 연구에서 적용한 바와 같이, 본 연구에서도 “0”으로 간주하여 계산하였다. Randerath, Meier, Genger, Domanski와 Rühle (2002)의 연구에서 가슴되지 않은 공기를 제공받은 지속적 양압환기 환자에서 흡기 공기의 상대적 습도는 24.0±9.1%로 나타난 것에 비해, 평균 35℃로 가온 가습된 공기를 제공받은 환자의 흡기 공기의 상대적 습도는 53.9±13.2%로 증가하였다. 또한 차가운 가슴에 비해서 가온 가습된 공기로 흡기한 환자들에서 수분 손실이 38%가량 감소한 것으로 나타났다. 자료가 수집된 병원 중환자실에서 사용하는 기계환기기는 100% 가슴이 가능하며 항상 가슴기의 가온 온도를 36℃이상 유지하고 있어서 수분 손실이 있다하더라도 극히 미미할 것으로 추정된다. 수식은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{I\&O 균형} = \text{총수분섭취량(ml)} - (\text{총수분배설량(ml)} + 800\text{ml})$$

● I&O와 체중변화 값의 차이

본 연구에서 I&O와 체중변화 값의 차이는 48시간 동안 대상자들의 I&O 균형 값에서 체중 변화를 gram 단위로 환산하여 얻은 값을 뺀 값을 말한다.

연구 방법

연구 설계

본 연구는 중환자실 입원환자의 I&O 균형 상태와 체중변화의 일치 정도와 두 변수 사이의 관계 및 영향 요인을 확인하기 위한 후향적·서술적 상관관계 연구이다.

연구 대상자

본 연구의 대상자는 일 대학병원의 내·외과 중환자실에 입원하여 매일 I&O 측정과 함께 최소한 이틀에 한번 체중을 측정하도록 처방된 만 15세에서 91세의 성인 환자로 입원기

간이 최소 3일 이상인 대상자 65명이다. 표본수는 동일한 분석이나 유사분석을 수행한 선행연구가 없어 효과크기에 대한 근거가 없고 연구내용이 가장 유사한 선행연구(Eastwood, 2006; Wise et al., 2000)의 표본 크기가 각각 32명과 33명으로 보고되어 효과크기를 large size로 추정하고 계산하였다. 따라서 Cohen의 계산 공식에 의하면 유의수준 .05, 검정력 .80, large size 효과크기 일 때 t-test를 위해 필요한 표본의 최소크기는 집단별로 26명이었다. 대상자 선정에 있어서는 대상자의 개별적 특성 들 예를 들면, 수술 여부, 수술 부위, 질환 등에 따라 결과에 차이가 있을 수 있지만 전반적인 중환자실 입실 환자에서 현황에 대한 확인이 우선순위가 높다고 판단되어 구체적인 대상자 선정기준을 두어 대상자를 동질화하지는 않았다.

자료 수집 절차

본 연구를 위한 환자기록지를 이용한 자료 수집에 대해서 해당 병원의 승인 절차를 거쳐 자료수집에 대한 승인을 받았다. 연구자는 매일 중환자실을 방문하여 체중측정과 동시에 I&O를 측정하고 있는 환자의 기록지 조사를 통해 대상자에 대한 일반적 정보, 의학적 기초 정보, I&O에 대한 정보 및 체중에 대한 자료를 수집하였다.

연구대상자들의 I&O 균형 평가는 환자에 따라 1일 1~3회 측정되었고, 체중은 1~2일마다 1회 측정되었다. 매일 체중 측정을 한 환자는 24시간마다 측정된 자료를 그리고 이틀에 한 번씩 체중을 측정한 경우에는 48시간 간격으로 2회 측정된 체중 자료를 수집하였다. I&O는 체중이 측정된 날들의 I&O 균형에 대한 자료를 수집하였다. 대상자들의 체중은 환자를 들어올려서 측정하는 장치인 Scale-Tronix bed scale를 이용하여 환의를 착용한 상태로 대상자를 들어 올려서 측정되었다. 체중계의 조정(calibration)은 주 1회 환자를 들어 올릴 때 몸 아래에 까는 stretcher를 제거한 상태에서 0.0kg으로 맞추어 시행되었고 환자의 체중은 전체 무게에서 stretcher 무게를 뺀 후 기록되었다.

중환자들의 피부와 호흡을 통한 불감소실의 증·감에 영향을 미칠 수 있는 변수인 발열, 환기방법, 호흡양상, 상처유무, 배변횟수와 부종정도에 대한 정보도 환자의 중환자실 기록지를 통해 수집하였다. 해당 병원의 중환자실에서는 모든 환자의 체온, 호흡수에 대해서는 매 시간마다 측정해서 기록하고 있었으며, 환기방식, 상처유무 및 부종에 대해서는 매 근무조마다 1회 이상 기록하였고, 배변은 할 때마다 횟수와 함께 대략적인 양을 소량, 중량 및 다량으로, 양상은 정상 대변, 무른 변, 설사 등으로 기록하였다.

자료 분석

자료 분석을 위해 대상자들의 진료과는 호흡기내과, 비뇨기내과, 일반외과를 포함한 외과중환자, 및 기타 내과 중환자로 범주화 하였다. 호흡기내과를 따로 분류한 것은 대부분의 환자들이 기계환기기를 사용하고 있어서 불감소실과 관련이 있을 수 있기 때문이었으며, 신장내과 환자들 중 체중을 정기적으로 측정하는 환자는 주기적으로 혈액투석이나 복막투석 등의 신투석을 하는 신부전환자가 많아 따로 범주화 하였다.

발열의 경우에는 일반적으로 37.5°C까지를 정상 체온으로 간주하는 경우가 많아(Sund-Levander, Forsberg, & Wahren, 2002), 2일 동안 매 시간 마다 측정된 체온이 1회 이상이라도 37.6°C이상인 경우를 발열 집단으로, 그렇지 않은 경우를 정상 체온 집단으로 분류하였다. 환기 방법에 있어서는 2일 동안 1일 이상 기계환기기를 이용한 호흡을 한 경우에는 기계환기기 집단으로 분류하였다. 호흡횟수는 매시간 측정된 측정치 중에서 한번이라도 20회 이상의 빈호흡 상태를 기록하고 있는 환자를 빈호흡 대상자로 분류하였다. 상처유무는 상처의 크기에 상관없이 상처가 있다고 기록된 경우를 상처가 있는 것으로 분류하였다. 마지막으로 부종은 간호사들의 기록을 크게 4범주로 분류하였는데: 1) 어느 곳에도 육안적으로 보이는 부종이 없는 경우는 '없음', 2) 사지보다 적은 범위에 +1 또는 +2 정도의 부종이 있었거나 사지에 약간의 부종이 만 하루 미만의 기간 동안 존재했었던 경우는 '약간(mild)', 3) 사지에 약간(mild), +1, 또는 +2 정도의 부종이 있는 것으로 기록되어 있는 경우를 '중간(moderate)', 및 4) 전신 또는 사지에 +3, +4의 부종이 있는 경우를 '심함(severe)'으로 분류하였다.

수집된 자료는 SPSS 17.0을 이용하여 통계처리 하였다. 대상자들의 일반적 특성에 대한 정보 및 의학적 정보, I&O와 체중, 두 측정치의 차이 및 차의 분포 등에 대해서는 평균과 표준편차의 기술 통계 방법을 적용하였고, 대상자 특성에 따른 체중변화와 I&O 균형의 차이는 카이제곱 검정, t-test 검정 및 ANOVA 검정을 시행하였다. 대상자들의 I&O 균형과 체중 변화 사이의 상관관계는 Pearson correlation coefficient를 산출하였다.

연구 결과

대상자들의 일반적 특성

대상자들의 일반적 특성 분포는 Table 1과 같다. 대상자들의 연령은 평균 63.80(±15.21)세였고, 성별은 남자가 55.4%로 더 많았다. 진료과는 감염, 혈액종양, 내분비 등의 기타 내과 환자들이 49.2%로 가장 많았고 단일 진료과로는 호흡기내과

Table 1. Characteristics of Patients

(N=65)

Characteristics		n (%)	Mean (SD)	Range
Age in years	≤49	9 (13.8)	63.80 (15.21)	15~91
	50-59	17 (26.2)		
	60-69	16 (24.6)		
	≥ 70	23(35.4)		
Gender	Male	36 (55.4)		
	Female	29 (44.6)		
Admission department	MICU*-respiratory system	18 (27.7)		
	MICU-urinary system	6 (9.3)		
	SICU [†] -general surgery, neurosurgery	9 (13.8)		
	MICU-others	32 (49.2)		
Body temperature (°C)	≤37.5°C	44 (67.7)		
	≥37.6°C	21 (32.3)		
Ventilation methods	Ventilator therapy	41 (63.1)		
	Self respiration	24 (36.9)		
Defecation (numbers) [‡]	0	35 (53.8)		
	1-2	10 (15.4)		
	≥3	19 (30.8)		
Respiration rate	Eupnea	20 (30.8)		
	Tachypnea	45 (69.2)		
Wound	None	48 (73.8)		
	Yes	17 (26.2)		
Edema	No	12 (18.4)		
	Mild	20 (30.8)		
	Moderate	26 (40.0)		
	Severe	7 (10.8)		

* MICU=Medical Intensive Care Unit; [†] SICU=Surgical Intensive Care Unit; [‡] N=64 for missing value.

환자가 27.7%로 가장 많았다. 대상자들의 32.3%에서 37.6°C 이상의 발열이 있었고, 기계환기기를 통해 호흡을 한 환자가 63.1%였다. 대상자들의 호흡양상은 2일 동안 매시간 마다 측정한 호흡수가 최소 한번 이상 20회 이상으로 나타난 환자를 빈호흡으로 분류할 때, 69.2%의 환자들이 최소 1회 이상 빈호흡 양상을 보였다. 평균적으로 2일 동안 3회 이상 배변을 한 환자는 30.8%였고, 이를 동안 전혀 배변을 하지 않은 환자도 53.8%였다. 또한 대상자들의 체액 정체를 의미하는 부종의 경우에는 80.5%에서 신체 일부 또는 사지에서 가벼운 정도에서 심한 정도의 부종이 있었던 것으로 나타났다. 상처의 크기와 상관없이 욕창을 포함하여 최소한 한 곳 이상에 상처가 있는 대상자는 모두 26.2%였다.

체중변화에 대한 섭취량과 배설량 균형의 차이 분포

대상자들의 만 이들 동안의 체중변화에 대해 I&O 값을 벤차의 절대값의 분포를 살펴보면 Table 2와 같다. 만 이들 동안의 체중변화를 기준으로 해서 살펴볼 때 불감소실을 감안하지 않고 I&O 균형과의 차이를 계산한 결과 300mL이하인 경우는 6명(9.2%)이었고 불감소실을 감안하여 계산하는 경우에는 8명(12.3%)으로 약간 증가하였다. 불감소실을 감안하지

않는 경우 두 값의 차이가 2,001mL이상 이었던 경우는 24.5%로 가장 높았고, 불감소실을 고려한 경우에는 두 값의 차이가 1,001에서 1500mL 사이에 속하는 대상자가 24.6%로 가장 많은 것으로 나타났다.

Table 2. Distribution of Differences in I&O Balance and Changes in Body Weight for 2 days (N=65)

Difference (ml)	Not adjusted for insensible loss	Adjusted for insensible loss
	n (%)	n (%)
0 ~ 300	6 (9.2)	8 (12.3)
301 ~ 500	7 (10.8)	7 (10.8)
501 ~ 1,000	14 (21.5)	12 (18.5)
1001 ~ 1,500	12 (18.5)	16 (24.6)
1501 ~ 2,000	10 (15.5)	9 (13.8)
≥2,001	16 (24.5)	13 (20.0)

체중변화, 섭취량과 배설량 균형, 체중변화와 섭취량과 배설량 균형과의 차이

대상자들의 체중변화와 I&O 균형 및 48시간 동안 체중변화에 대한 I&O 균형 정도와의 차이에 대한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Body Weight, Intake/Output Balance, Differences between Body Weight and I/O Balance (N=65)

Variables		Mean (SD)	Minimum	Maximum
Body weight (BW) in kg	1st measure	60.1 (10.52)	35.0	86.0
	2nd measure	60.5 (10.33)	35.7	87.4
Changes in BW (g)	2nd -1st measure	281.5 (2,210.48)	-6000.0	4900.0
Intake/Output balance (ml)	Balance for 1st day	750.2 (1,353.47)	-3620.0	4255.0
	Balance for 2nd day	426.8 (1,181.50)	-3445.0	3350.0
	Balance for 48 hours	1198.1 (2,355.86)	-7065.0	6960.0
	Adjusted I&O*	398.1 (2,355.86)	-7865.0	6160.0
Difference between change in body weight and I&O balance adjusted for insensible loss†		1550.1 (1,397.04)	45	7535.0
BW change ≤ I&O balance (n=32)		-1288.2 (919.72)	-4285.0	-30
BW change ≥ I&O balance (n=33)		1565.2 (1,471.59)	140	6730.0

* counted with insensible loss of 800ml; † absolute value.

1차로 측정된 대상자들의 체중 평균값은 60.10 (±10.52)kg 이었고 이를 뒤에 측정한 대상자들의 체중의 평균값은 60.54 (±10.33)kg 이었다. 개개별 대상자들의 48시간 동안의 체중 변화를 계산한 평균값은 281.54 (±2210.48)g 증가한 것으로 나타났다. 이를 동안의 평균 I&O균형은 398.1ml였다.

이를 동안의 체중 변화에 대한 I&O 균형과의 차이에 대한 계산에서는, 48시간 동안의 체중변화를 대상자들의 실제적인 체액변화에 대한 기준으로 하였을 때 I&O 균형이 체중과 얼마나 근사한 값인지 즉, 얼마나 차이가 나는지를 절대값으로 계산하였다(48시간 동안 체중변화 - [48시간동안 총섭취량 - (총배설량 + 800ml)]). 이를 동안의 불감소실을 800mL로 감안하여 계산하는 경우 체중변화를 기준으로 I&O 값이 체중변화보다 많았던 경우는 32명이었고 체중변화보다 적었던 경우는 33명으로 나타났다.

체중변화 값과 섭취량과 배설량 균형 값의 관계

이를 동안 섭취량과 배설량 균형과 체중변화와의 관계는

상관계수가 .66 (p<.001)으로 높게 나타났으며 통계적으로도 유의하였다.

체중 변화에 대한 섭취량과 배설량 균형의 차이에 관련 있는 대상자 특성

체중변화에 대한 I&O 균형과의 차이에 영향을 미치거나 차이의 정도와 관련이 있을 것으로 예상되는 대상자들의 특성 중 유의한 차이를 보인 변수에 대한 결과는 Table 4, 5와 같다.

근거가 되는 연구결과는 없으나 임상 실무에서 대체로 최대 1,000ml 까지의 차이는 수용하는 경향이 있어서 체중변화에 대한 I&O의 차이를 1,000mL를 기준으로 적은 집단과 많은 집단으로 나눈 그룹과 대상자들의 호흡방법(자발적호흡 vs 기계환기기호흡)과의 차이를 확인하기 위해 카이제곱 검정을 하였다. 그 결과 자발적 호흡 환자들의 경우에는 두 변수의 차가 1,000이하인 경우가 58.3% 였던 반면에 기계환기기 호흡 환자들의 경우에는 두 변수의 차가 1,001이상인 대상자들이 68.3%로 더 많게 나타났으며 이러한 차이는 통계적으로도

Table 4. Relationship between Difference of Body Weight and I&O Balance and Ventilation Methods

Difference	Spontaneous respiration n (%)	Mechanical ventilation n (%)	χ ²	p
≤1,000ml	14 (58.3)	13 (31.7)	4.420	.036
≥1,001ml	10 (41.7)	28 (68.3)		
Total	24 (100.0)	41 (100.0)		

Table 5. Difference in Subtraction Values between Body Weight Change and I&O Balance by Respiration Pattern and Edema Status

Group		n (%)	Mean (SD)	t/F	p
Respiration pattern	Normal respiration	20 (30.8)	2,039.2 (1549.99)	2.375	.025
	Tachypnea ^a	45 (69.2)	1,151.4 (940.14)		
Edema status	None ^a	12 (18.4)	960.0 (701.68)	3.680	.031
	Mild ^b	20 (30.8)	1,064.6 (792.36)		
	Moderate/Severe ^c	33 (50.8)	1,811.7 (1457.48)		

LSD post hoc test: c>a,b.

유의하였다($\chi^2=4.420, p=.036$)(Table 4).

호흡양상에 따른 대상자들의 두 측정값의 차이에 대한 분석 결과에서는 정상호흡을 한 대상자들의 평균 차이는 2,039.2mL로 빈호흡을 한 대상자들의 평균 차이인 1,151.4mL보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($t=2.375, p=.025$)(Table 5).

부중정도에 따른 대상자들의 두 측정값의 차이도 통계적으로 유의하였다. 사후 검증에서는 부중이 없는 대상자들의 평균 차이는 960.0mL였고, 약간 부중이 있는 경우 평균 차이는 1064.6mL, 중간/심한 정도의 부중이 있는 대상자들의 평균 차이는 1,811.7mL로 나타나 부중이 중간/심한 대상자들의 평균 차이가 다른 두 집단보다 유의하게 높게 나타났다($F=3.680, p=.031$)(Table 5).

논 의

본 연구는 적절한 수액요법을 통해 중환자들의 체액 균형을 유지하기 위한 참고자료로 매일 측정하는 I&O 균형이 대상자들의 체내 체액 균형 상태에 대한 지표로 고려되는 체중에 대해 얼마나 정확하고 유용한 근사치인지 그리고 두 값의 차이에 관련요인 및 영향요인을 확인하기 위해 수행되었다.

심장 수술 환자 병동과 내·외과 중환자실에 입원한 환자를 대상으로 조사한 선행 연구(Eastwood, 2006)에서 24시간 I&O 균형의 범위는 -4,860~5,939mL였다. 내·외과 중환자들을 대상으로 진행된 본 연구에서도 대상자들의 24시간 I&O 균형의 범위는 -3,680mL에서 4,255mL로 중환자들에서 일일 I&O 측정치의 변화 역시 매우 광범위하게 나타났다.

본 연구대상자들의 48시간 동안 체중 변화는 281.5g으로 이틀 동안의 보정된 평균 I&O 균형 값인 398.1mL와 근사한 값인 것으로 확인되었다. 즉, 체중 1g의 변화를 일반적으로 수분 1ml의 변화와 동일하다고 볼 때(Shirreffs, 2003), 평균적인 체중 변화량과 I&O 균형과는 임상적으로 수용 가능할 정도로 근사한 값을 나타냈다. Wise 등(2000)의 선행연구에서도 내·외과중환자실, CCU 및 심장감시병동에 입원한 73명의 대상자들에서 평균 I&O는 -210ml였고 같은 기간 동안 체중 변화는 평균 -286g으로 나타나 체중을 표준으로 볼 때 I&O 균형과는 상당히 유사한 근사치를 나타냈음을 보고하였다. Gil과 Mendoza (2003)의 연구에서도 발열, 발한, 구강식사, 배변 및 기계환기요법 등과 같은 특성과 무관하게 일일 체중변화에 대한 체액균형은 평균 250ml 이하로 보고하였다. 이와 같이 평균에 있어서는 대상자들의 I&O 균형은 같은 기간 동안의 체중 변화와는 상당히 일치하는 값으로 임상에서 체중 측정을 대신하여 대상자들의 정확한 I&O 측정만으로도 환자들의 체액 균형을 간접적으로 알 수 있을 것으로 보인다. 또한 본 연구에서는 두 변수 사이에 상관계수가 .66 ($p=.000$)으로 높게

나타났다. 즉, 체중변화 값이 클수록 I&O 균형 값도 큰 것으로 나타나 이러한 결론을 지지하고 있다. 그러나 Meguid, Lukaski, Tripp, Rosenberg와 Parker (1992)의 연구에서는 체액 구간 사이에 수분 이동이 복잡한 심장수술 환자의 체액균형과 체중 사이에 상관계수가 .48 ($p<.05$)로 본 연구의 결과보다는 낮게 나타났다.

하지만 각 개별 대상자들에서 체중에 대한 I&O 균형의 차이에 대한 정도와 그 분포를 살펴보면, 위와 같이 전체 대상자들의 평균 차이에 근거해서 체중의 정확한 추정치로 I&O 균형을 사용하는 것에 대한 유용성과 정확성에 의문이 제기될 수 있다. 본 연구결과에서 개별 대상자들에서 48시간 동안 체중 변화에 대한 I&O 균형 측정치의 정확성을 두 변수 사이에 차의 분포로 살펴보면, 불감소실로 보정이 된 경우 ± 300 mL 이하의 차이를 보인 경우는 단지 8명(12.3%) 이었고, 그 차이가 $\pm 1,000$ 이하 인 경우는 41.6%였고, $\pm 1,001$ mL 이상의 차이를 보인 경우도 58.4%로 나타났다. 체중을 체액의 체내 변화 상태에 대한 기준으로 삼고 볼 때, 33명의 환자들에서는 I&O가 체중을 과소평가하였고 평균적으로는 I&O가 체중보다 1,565mL 적은 값을 보였다. 하지만 환자에 따라서는 크게는 그 차이가 6,730mL 과소추정하는 것으로 나타났고 작게는 매우 근사한 값인 140mL 정도 과소추정하는 것으로 나타났다. I&O가 체중에 대해 과다 추정된 경우는 모두 32건이었고 평균적으로는 1,288mL 과다 추정하였고 그 범위는 많게는 4,285mL였고 작게는 30mL로 매우 근사하였다.

이와 같이 체중에 대한 추정치로서 I&O 균형의 정확성은 개별 대상자들의 값을 살펴볼 때, 선행연구에서도 체중변화에 대한 I&O 균형의 차이 값의 범위는 상당히 크게 나타났다(Roos et al., 1993; Eastwood, 2006). Eastwood (2006)의 연구에서는 체중을 기준으로 I&O의 차이가 ± 250 mL 이하인 경우를 체액균형 측정이 정확하다고 판정하였는데, 전체 대상자 30명 중 3명(10%)만이 이와 같은 정확성 기준을 충족하였다. 뿐만 아니라, 59.4%는 I&O가 체중 증가를 과소 추정하였고 31.2%의 대상자들의 I&O 값은 체중 증가를 과다 추정하였다. 또한 전체 환자들 중 78.12%가 1,000mL 이상의 차이를 보였고 그 차의 범위는 -6,572~5,860mL인 것으로 보고하였다. Wise 등(2000)의 연구에서도 심감시병동 환자와, CCU 환자 및 내·외과 중환자들에서 평균적인 체중변화에 대한 I&O의 차이는 ± 500 g을 넘지 않았으나, 최소값과 최대값의 범위는 8,490~14,985까지 대단히 크게 나타난 점 역시 본 연구결과와 비슷하였다.

일반 병동에 입원한 환자들과는 달리 본 연구대상자들의 경우 정확한 I&O 측정에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 특성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 특히, I&O의 측정에서 섭취량의 측정은 배설량에 비해 상대적으로 정확하고 쉬운 반

면 배설량의 측정에 있어서는 정확한 예측과 계산이 어려운 피부와 호흡을 통한 불감소실에 영향을 줄 수 있는 변수들에서 다양한 특성을 가지고 있었다. 즉, 평균 차이와는 달리 개별적인 개인 차이가 매우 다양하게 나타난 것은 중환자들의 특성 자체에 있어서 정확한 추정이 어려운 불감소실에 영향을 주는 요인들을 많이 가지고 있어서 배설량의 측정에서 정확한 측정을 어렵게 하기 때문으로 보인다. 본 연구결과에서도 불감소실에 영향을 미칠 수 있는 변인인 호흡방식, 호흡양상 및 부종을 중심으로 분석한 결과 통계적으로 유의한 결과를 보이고 있어 이들 변인이 I&O 균형 상태로 환자의 체액상태를 판단할 때 고려되어야 할 변인임을 알 수 있었다. 호흡방식에 있어서 기계환기기 호흡을 한 환자들에서 불감소실은 자발호흡을 한 환자보다 유의하게 적어서 두 변수 값의 차이가 더 크게 나타난 것으로 판단된다. 정상 호흡을 하는 환자에서 두 값의 차이가 빈호흡을 한 환자들보다 유의하게 적게 나타났다. 즉, 빈호흡 환자들의 경우 호흡기를 통한 불감소실 형태의 배설량이 더 많아지므로 총 배설량에서 객관적인 측정이 가능한 소변으로의 배설량은 줄어들 수 있고 결과적으로 섭취량에서 배설량을 뺀 I&O 값은 상대적으로 커지게 되어 체중에 대한 I&O 값과의 차이는 작아질 수 있다. 하지만 상처, 배변 횟수와 양상, 및 발열상태는 대상자들의 불감소실에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 상처의 경우에는 73.8%가 없었고 있다하더라도 그 크기가 매우 작았기 때문으로 보인다. 배변 횟수와 양상에 있어서도 이들 사이에 변화에 대한 자료이므로 개별 차이가 크지 않았기 때문으로 사료된다.

부종도 대상자들의 체중변화량에 대한 I&O 추정치의 정확성과 관련이 있는 요인으로 나타났다. 즉, 부종이 중간 이상으로 심하게 사지나 전신에 있는 경우 I&O는 부종이 없거나 미약한(mild) 환자들에서 보다 상대적으로 유의하게 큰 차이를 보였다.

선행연구(Daffurn et al., 1994)에서는 중환자들의 경우, 체중에 대해 I&O를 정확한 추정치로 사용함에 있어서 장애요인으로 섭취량과 배설량의 측정에 대한 간호사들의 부정확성도 문제가 됨을 보고하였다. 이 연구에서 간호사들에게 젖은 침상, 변기 내에 흑색변(melena), 결장루 배액량, 얼음량, 구토물의 양 및 용기에 들어 있는 수액량 등 모두 10가지 시나리오 상황에서 그 액체의 양을 예상하도록 하였는데, 간호사들의 응답 평균치는 실제량과 39-46% 정도 차이가 있었으며 간호사들은 대체로 실제 사용된 액체량보다 약간 씩 더 높게 추정하는 경향을 보였다. 따라서 I&O 균형자료의 정확도를 높이려면 실무에서 간호사들의 섭취량과 배설량의 측정에 대한 정확도를 높이는 노력이 선행되어야 할 것이다.

이상에서 보는 바와 같이, 선행연구 결과들은 중환자들에서

매 24시간 마다 측정하고 있는 I&O 측정치를 동일 기간 동안의 체중변화와 비교할 때 개별적인 차이는 상당히 커서 중환자들에서 체액 균형 상태를 평가함에 있어서 I&O 균형에 대한 평가만으로 환자들의 체액 균형 상태를 판단함에 있어서는 매우 신중해야 함을 보여준다. Eastwood (2006)는 기록된 I&O와 측정된 체중은 불감소실과 섭취량과 배설량의 측정에서 부정확성에 의해 영향을 받음에도 불구하고 두 방법이 임상에서 의사결정을 돕기 위해 임상실무에서 사용된다고 하였다. Meiner (2002)는 24시간 I&O 측정과 체중 측정이 의사들의 처방이 있음에도 불구하고 자주 생략되거나 불완전하게 측정된다고 지적하면서 간단 사례보고를 통해 체액균형 이상을 피하기 위해 이러한 기록의 유지가 중요함을 조명하였다. 즉 I&O의 유용성에 대해서 의문을 제기하면서도 여전히 I&O 측정을 실무에서 중단해야 하는지에 대해서는 매우 신중한 입장을 취하고 있다. 이는 I&O가 비침습적이면서도 측정이 용이하여 만약 측정의 정확도를 더 높일 수 있고 대상자들의 특성에 따른 불감소실에 대한 정확한 추정이 가능하다면 여전히 환자들의 체액 균형을 평가할 위한 좋은 자료로 활용될 수 있음을 고려하기 때문으로 사료된다.

따라서 I&O가 중환자들에서는 실무에서 가장 용이하게 평가 가능하고 모든 중환자들에서 적어도 매 24시간마다 평가되고 있는 자료임을 생각한다면 그 정확성을 높여 활용도를 높일 필요가 있다고 판단된다. 또한 중환자의 상태에 따라서 I&O 측정에서 정확도에 영향을 미칠 수 있는 조건을 가지고 있다면 I&O 측정에서 이러한 환자의 상태를 감안하여 환자의 체액상태를 판단해야 하며 동시에 체중을 측정하는 것이 필수적일 것이다. 아직 국내에서 중환자들을 대상으로 체중변화와 I&O 균형을 일치 정도에 대해 조사된 바가 없었고 또한 중환자들의 경우 상황 상황에 따라 불감소실량을 어느 정도로 추정하는 것이 적절할 지 등에 대한 결론을 위해서는 더 많은 반복연구가 필요할 것이다.

본 연구는 후향적 서술적 조사연구로 몇 가지 제한점을 가지고 있으며 추후 연구에서는 이러한 제한점을 보완한 반복연구가 필요함을 제안한다. 첫째, 본 연구의 표본 크기는 65명으로 다소 적어서 일반적으로 중환자실에 입원하는 문제를 가진 환자들이 고루 충분한 숫자가 포함되지 못하여 환자가 가진 질병군에 따른 차이를 충분히 반영하지 못하였다. 따라서 후속 연구에서는 좀 더 표본의 크기를 증가시킨 반복연구를 제안한다. 둘째, 본 연구에 포함된 일부 변수(부종, 배변양상 등)는 간호사들의 기록을 바탕으로 조사하였으며 직접 연구자가 측정한 자료가 아니므로 부종이나 배변양과 양상에 대한 간호사들의 주관적인 판단을 배제할 수 없는 제한점을 가지고 있다. 따라서 후속연구에서는 직접 이러한 변수들에 대한 측정을 통해 측정에서 정확도를 높인 반복연구를 제안

한다.

셋째, 오늘날 인구의 고령화와 의료기술의 혁신적인 발달 등으로 중환자실 입실 환자들이 연령이 점차 노령화되고 있는 등의 이유로 인해 중환자실에서 기계환기기 사용이 매우 보편화 되고 있는 상황이다. 따라서 이들 기계환기기 사용 환자들의 경우에 불감소실량을 어느 정도로 예측하는 것이 I&O의 정확성을 높일 수 있을 지에 대한 즉, 정확한 불감소실량 추정치 등에 대한 추후 연구를 제안한다. 넷째, 환자에서 체중에 대한 I&O 평가의 정확성에 대한 국내 연구가 한 편도 없었던 점을 감안할 때 표본의 크기를 증가시킨 후속 연구를 제안한다. 특히, 중환자들은 특성상 한 가지 변수가 아니라 정확한 I&O 측정에 영향을 주는 여러 가지 변수를 동시에 가지고 있는 경우가 더 많으므로 이와 같이 복합적인 특성을 가지고 있는 중환자에서 I&O 측정에서 정확성을 높일 수 있는 방안에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구의 강점은 I&O 측정이 일상적으로 가장 빈번하게 이루어지고 있고 그 중요도 또한 다른 어떤 집단보다도 높을 수 있는 중환자를 대상으로 시도한 첫 국내연구라는 점에 그 의의가 크다고 하겠다.

결론 및 제언

본 연구는 중환자들의 체중변화와 중환자실에서 정기적으로 측정하고 있는 I&O 균형과 얼마나 밀접한 관련이 있는지 그 차이는 어느 정도이며 그 차이에 대한 관련요인이 무엇인지를 규명하는 것을 목적으로 65명의 내·외과 중환자를 대상으로 환자기록지 검토를 통해 수집한 체중과 I&O 자료를 분석한 후향적 서술적 상관관계 연구이다.

본 연구 결과를 살펴보면, 대상자에서 평균적인 체중변화 값과 I&O 값은 매우 근사한 차이를 보여 임상에서 체중 측정이 어려운 경우 체중의 추정치로서 I&O를 측정하는 것이 체액 균형 상태를 쉽게 파악할 수 있는 유용한 방법인 것으로 보인다. 하지만 각 대상자에서 체중을 기준으로 할 때 I&O의 과소추정 정도나 과다추정 정도가 크게 나타나 I&O 균형만으로 대상자들의 체내 체액 균형 평가를 모든 환자들에게 보편적으로 적용함에 있어서 상당한 신중함이 요구된다.

실무적으로 중환자실에서 체중 측정이 쉽지만은 않음을 고려할 때 이에 대한 적절한 해결방안은 선행연구(Daffurn et al., 1994)에서 보고한 바와 같이 섭취량과 배설량의 측정에서 부정확성을 개선하는 노력이 필요하며, 불감소실에 영향을 미칠 수 있는 조건을 많이 가지고 있는 경우 환자들의 체액 균형을 알기위해 I&O의 측정과 더불어 영향요인을 고려할 필요가 있겠다. 또한 교육적으로도 국외 선행연구 결과에서 중환자에서 I&O의 체액균형에 대한 추정치로서의 정확성에 대

한 의문이 제기되고 있음을 감안하여 이러한 현실적인 문제점들이 충분히 교육될 필요가 있겠다.

REFERENCES

- Chung, L.H., Chong, S., & French, P. (2002). The efficiency of fluid balance charting: An evidence-based management project. *Journal of Nursing Management*, 10, 103-113.
- Daffurn, K., Hillman, K., Bauman, A., Lum, M., Crispin, C., & Ince, L. (1994). Fluid balance charts: do they measure up?. *British Journal of Nursing*, 3(16), 816-820.
- Eastwood, G. (2006). Evaluating the reliability of recorded fluid balance to approximate body weight change in patients undergoing cardiac surgery. *Heart & Lung*, 35(1), 27-33.
- Gil, C., & Mendoza, D. (2003). Accumulated fluid balance in patients admitted to the ICU: Is it really reliable?. *Enfermeria Intensiva*, 14(4), 148-155.
- Gross, C. R., Lindquist, R. D., Woolley, A. C., Granieri, R., Allard, K., & Webster, B. (1992). Clinical indicators of dehydration severity in elderly patients. *Journal of Emergency Medicine*, 10(3), 267-274.
- Guyton, A., & Hall, J. (2000). *Textbook of medical physiology* (10th ed.). Philadelphia: W. B. Saunders Co.
- Hoff, R. G., Dijk, G. W., Algra, A., Kalkman, G. J., & Rinkel, G. J. (2008). Fluid balance and blood volume measurement after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurocritical Care*, 8(3), 391-397.
- Kim, S. (2011). Evaluation and management of volume status: A practical view. *The Korean Journal Internal Medicine*, 80(10), 1-7.
- Meguid, M. M., Lukaski, H. C., Tripp, M. D., Rosenburg, J. M., & Parker, F. B. (1992). Rapid bedside method to assess changes in postoperative fluid status with bioelectrical impedance analysis. *Surgery*, 112(3), 502-508.
- Meiner, S. E. (2002). Fluid balance documentation: A case study of daily weight and intake/output omissions. *Geriatric Nursing*, 23(1), 46-47.
- Popowski, L., Oppliger, R., & Lambert, G. (2001). Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 747-753.
- Randerath, W. J., Meier, J., Genger, H., Domanski, U., & Rühle, K. H. (2002). Efficiency of cold passover and heated humidification under continuous positive airway pressure. *European Respiratory Journal*, 20(1), 183-186.
- Roos, A., Westendorp, R., Frölich, M., & Meinders, A. (1993). Weight changes in critically ill patients evaluated by fluid balances and impedance measurements. *Critical Care Medicine*, 21(6), 871-877.
- Shirreffs, S. M. (2003). Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(Suppl 2), 56-59.
- Suhayda, R., & Walton, J. (2002). Preventing and managing dehydration. *MEDSURG Nursing*, 11(6), 267-279.

- Sund-Levander, M., Forsberg, C., & Wahren, L. (2002). Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: A systematic literature review. *Scandinavian Journal of Caring Science, 16*, 122-128.
- Tang, V. & Lee E. (2010). Fluid balance chart: Do we understand it?. *Clinical Risk, 16*, 10-13.
- Welch, K. (2010). Fluid balance. *Learning Disability Practice, 13*(6), 33-38.
- Wise, L., Mersch, J., Racioppi, J., Crosier, J., & Thompson, C. (2000). Evaluating the reliability and utility of cumulative intake and output. *Journal of Nursing Care Quality, 14*(3), 37-42.
- Yamaguchi, H., Yamauchi, H., Hazama, S., & Hamamoto, H. (2000). Evaluation of body fluid status after cardiac surgery using bioelectrical impedance analysis. *The Journal of Cardiovascular Surgery, 41*(4), 559-566.
- Yang, Y. H., Choi, S., Kim, E. K., & Sung, I. S. (1996). A study of the fluid balance of the patients on soft diets. *Journal of Korean Academy Nursing, 26*(3), 688-696.

Relationship between Intake and Output Balance and Body Weight Changes in Intensive Care Unit Patients*

Kim, Hwasoon¹⁾ · Lee, Young Whee¹⁾ · Lee, Ji Soo²⁾
Lee, Jin Young²⁾ · Choo, Sang Soon²⁾ · Lee, Bo Gyeong²⁾

1) Professor, Department of Nursing, Inha University

2) Graduate Student, Department of Nursing, Inha University

Purpose: The purpose of this study was to identify differences between intake and output balance and body weight changes and to identify factors related to differences in critically ill patients. **Methods:** The participants for this descriptive correlational study were 65 medical surgical ICU patients. The data were collected from patient medical records. **Results:** Mean age of the patients was 63.80 years (± 15.21). Body weight changes for 48 hours averaged 281.54g (± 2210.48). I&O balance for 48 hours corrected for insensible loss averaged 398.1ml. Differences ranged from 45mL to 7,535mL. In the distribution of absolute difference between body weight change and intake and output balance, only 40% of the patients were within less than 1,000 mL. Factors relating to accurate measure of intake and output were ventilation methods, respiration patterns, and edema status. **Conclusion:** Although mean values of weight change and I&O balance for all patients were very close, the range of differences was very wide indicating that, for many patients, intake and output is not an appropriate indicator of body fluid balance. Therefore, because of the frequency fever and/or hyperventilation, nurses need to use caution when using intake and output balance only to estimate current body fluid status for critically ill patients.

Key words : Critically ill, Fluid balance, Body fluid, Body weight

* This work was supported by INHA UNIVERSITY Research Grant.

• Address reprint requests to : Kim, Hwasoon

Inha University, Department of Nursing,

#253 Younghyun-dong, Nam-gu, Incheon 402-751, Korea

Tel: 82-32-860-8208 C.P.: 82-10-4521-4345 Fax: 82-32-874-5880 E-mail: khs0618@inha.ac.kr