

내과 중환자실 환자의 혈당조절 프로토콜 적용 및 효과

김은성¹ · 최스미² · 김영삼³

¹세브란스병원 간호부 파트장, ²서울대학교 간호대학 교수·서울대학교 간호과학연구소, ³연세대학교 의과대학 호흡기내과 교수

Application and Effects of a Blood Glucose Control Protocol for Medical Intensive Care Unit Patients

Kim, Eun Sung¹ · Choi-Kwon, Smi² · Kim, Young Sam³

¹Assistant Manager, Division of Nursing, Severance Hospital,

²Professor, College of Nursing, Seoul National University, The Research Institute of Nursing Science,

³Professor, Pulmonology, College of Medicine, Yonsei University

Purpose: The purpose of this study was to examine the effect of a blood glucose control protocol for medical intensive care unit (ICU) patients. **Methods:** The subjects were recruited from medical ICU adult patients whose blood glucose levels exceeded 200 mg/dL in two consecutive tests. The experimental group (n=62) received the modified Yale (MY) insulin protocol, whereas the control group (n=64) was treated with the conventional insulin therapy methods. **Results:** In the experimental group, the mean blood glucose levels ($p<.001$) and the time to reach the target range of glucose ($p<.001$) decreased significantly while the incidence rates of a target range of glucose of 100-140 mg/dL ($p<.001$) increased significantly as compared to the control group. However, no statistically significant differences were found in the incidence of hypoglycemia($p=.644$), or the number of glucose tests ($p=.236$) between the groups. The length of stays in the ICU ($p=.001$), ventilator care days ($p=.038$), and the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score ($p=.029$) in the experimental group were significantly lower than those of the control group. **Conclusion:** Application of the protocol was effective in improving the state of blood glucose control in medical ICU patients. Therefore, this protocol is expected to be used as a part of nursing intervention in critical care nursing.

Keywords: Critical care, Clinical protocol, Hyperglycemia, Insulin, Clinical markers

I. 서론

1. 연구의 필요성

첨단 의료장비의 도입과 새로운 약물의 개발 등 의학기

술의 발달로 생명 소생과 연장의 기회가 증가함에 따라 중환자실에 입원하는 환자 또한 증가하고 있다. 중환자실에 입원한 환자는 당뇨의 과거력이 없어도 손상으로 인한 스트레스, 고 영양 수액과 경관유동식의 투여, 스테로이드와 같은 약물 투여 등으로 인하여 고혈당증이 발생하기 쉽다

투고일: 2014. 12. 11 심사외퇴일: 2014. 12. 12 게재확정일: 2014. 12. 22

주요어: 중환자 간호, 임상 프로토콜, 고혈당증, 인슐린, 임상지표

* 이 논문은 제 1저자 김은성의 박사학위논문을 수정하여 작성한 것임.

Address reprint requests to : Choi-Kwon, Smi

College of Nursing, Seoul National University, 103 Daehak-ro, Chongro-gu, Seoul, 110-799, Korea

Tel: 82-2-740-8830, Fax: 02-765-4103, E-mail: smi@snu.ac.kr

(Lee et al., 2004). 뿐만 아니라 중환자는 호르몬 반응이 부적절하여 당신생과 인슐린 저항성이 증가함에 따라 고혈당증이 더욱 악화될 수 있으며(Lonergan et al., 2006), 중환자실에 입원한 환자 중 35-50%에게 고혈당증이 나타났다(Lee et al., 2004). 이러한 중환자의 고혈당증과 인슐린 저항성은 중환자의 사망률을 증가시키고, 다른 질병으로의 이환율을 높여 환자의 예후를 악화시키는 것으로 보고되었다(Gale, Sicoutris, Reilly, Schwab, & Gracias, 2007). 따라서 중환자실 재원기간 중 고혈당증의 정도가 중환자의 불량한 예후의 표지자로 인식되고 있으며, 중환자의 고혈당 조절의 중요성이 인식되어 인슐린 요법 및 혈당조절 프로토콜 적용 연구들이 다양하게 진행되었다(McMullin et al., 2004).

선행 연구에서 내과 중환자실에 입원한 환자의 약 60-70%가 고혈당증을 조절하기 위해 인슐린주입 치료를 받고 있는 것으로 나타났다(Van den Berghe et al., 2006). 고혈당의 조절은 엄격히 할수록 사망률과 이환율이 감소되는데 중환자의 목표혈당을 80-110 mg/dL으로 조절한 경우가 180-200 mg/dL으로 조절한 경우보다 중환자의 사망률과 이환율이 감소되는 것으로 보고되었다(Van den Berghe et al., 2001). 뿐만 아니라 중환자의 엄격한 혈당 조절은 중환자실 재원기간, 인공호흡기 치료시간을 단축시키고, 병원감염 발생률의 감소 및 신부전 발생의 감소를 나타냈다(Vanhorebeek et al., Langouche, & Van den Berghe, 2007; Van den Berghe et al., 2001; Wilson, Weinreb, & Hoo, 2007). 반면 엄격한 혈당조절은 저혈당과 같은 부작용이 발생할 수 있다(Krinsley & Grover, 2007; Van den Berghe et al., 2006). 특히 저혈당증은 중환자에게 뇌손상을 초래하고, 장기의 손상을 가속화 할 수 있다. 따라서 혈당을 조절하면서 저혈당의 위험을 최소화할 수 있는 효과적인 중환자의 혈당조절이 중요하므로(Vanhorebeek et al., 2007), 최근 연구들은 안정적으로 혈당을 조절하기 위하여 목표혈당을 100-140 mg/dL으로 정하는 것을 권장하고 있다(Goldberg et al., 2004; Krinsley, 2004; Scalea et al., 2007).

이미 국외에서는 다양한 혈당조절 프로토콜이 개발되어 사용되고 있으며(Goldberg et al., 2004; Krinsley, 2004; Van den Berghe et al., 2006), 간호사와 의사가 협조하여 프로토콜을 수행하는 것이 보다 안정되고 정확하

다는 연구보고가 있다(Alm-Kruse, Bull, & Laake, 2008; Fraser, Robley, Ballard, & Peno-Green, 2006). 그러나 우리나라 중환자는 질병유형과 중증도, 신체적 조건과 치료환경이 외국과 다를 수 있어 외국의 혈당조절 프로토콜을 그대로 적용하는 데는 어려움이 있다(Wilson et al., 2007). 지금까지 국내에서는 혈당 조절이 필요한 경우 혈당측정 결과를 간호사가 담당의사에게 보고하여 혈당을 조절하고 있는 실정으로 혈당조절의 방법과 기준이 통일되어 있지 않고, 혈당조절 치료가 지연되는 경우가 많았다. 그러나 최근 Kim과 Choi-Kwon (2009)은 Yale 대학병원의 혈당조절 프로토콜을 국내 중환자실 환자에 맞게 수정하여 100-140mg/dL을 목표로 한 내과 중환자 혈당조절 프로토콜을 개발하였다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 내과 중환자실 환자를 대상으로 내과 중환자 혈당조절 프로토콜을 적용하여 그 효과를 파악하고자 한다. 본 연구의 결과는 혈당조절 프로토콜 적용이 내과 중환자실 환자의 혈당조절 상태와 임상지표를 향상시키기 위한 간호중재임을 확인하는데 유용한 자료를 제공할 수 있을 것이다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 내과 중환자실 환자를 대상으로 혈당조절 프로토콜을 적용하여 그 효과를 파악하는 것이다. 이를 위한 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 내과 중환자실 환자의 혈당조절 프로토콜 적용이 대상자의 혈당조절상태에 미치는 영향을 파악한다.
 - (1) 내과 중환자 혈당조절 프로토콜을 적용한 실험군과 간호사가 혈당결과를 알리고 의사가 조절하는 기존 방법에 의하여 혈당을 조절하는 대조군의 목표혈당 비율의 차이를 비교한다.
 - (2) 실험군과 대조군의 저혈당 비율의 차이를 비교한다.
 - (3) 실험군과 대조군의 목표혈당 도달시간의 차이를 비교한다.
- 2) 내과 중환자실 환자의 혈당조절 프로토콜 적용이 임상지표인 중환자실 재원기간, 인공호흡기 치료시간, 사망률, 병원감염 발생률, 장기부전정도 및 신부전

발생률에 미치는 영향을 파악한다.

- (1) 내과 중환자 혈당조절 프로토콜을 적용한 실험군과 간호사가 혈당결과를 알리고 의사가 조절하는 기존 방법에 의하여 혈당을 조절하는 대조군의 중환자실 재원기간의 차이를 비교한다.
- (2) 실험군과 대조군의 인공호흡기 치료시간의 차이를 비교한다.
- (3) 실험군과 대조군의 사망률의 차이를 비교한다.
- (4) 실험군과 대조군의 병원감염 발생률의 차이를 비교한다.
- (5) 실험군과 대조군의 장기부전 정도의 차이를 비교한다.
- (6) 실험군과 대조군의 신부전 발생률의 차이를 비교한다.

3) 내과 중환자의 혈당 특성이 중환자실 재원기간 및 30일 사망률에 미치는 영향을 파악한다.

3. 용어의 정의

1) 내과 중환자 혈당조절 프로토콜

내과 중환자 혈당조절 프로토콜이란 내과 중환자실 환자를 대상으로 혈당을 조절하기 위하여 개발된 프로토콜을 말하며(Goldberg et al., 2004), 본 연구에서는 Yale 인슐린 프로토콜을 수정·보완한 내과 중환자 혈당조절 프로토콜을 말한다(Kim & Choi-Kwon, 2009).

내과 중환자 혈당조절 프로토콜은 내과 중환자실에 입원 후 안정상태에 도달한 만 18세 이상의 환자를 대상으로 중환자실 입실 후 연속 2회 측정혈당이 >200 mg/dL이면 인슐린 주입(Humulin-R 50 unit & N/S 50 CC)을 시작하며 전 후 혈당차이(이전혈당-현재혈당/측정시간)와 현재 주입중인 인슐린 용량을 기초로 하여 인슐린 주입량을 담당 간호사가 결정하는 프로토콜이다. 프로토콜 적용 중단 기준은 대상자의 상태 악화(폐혈성 쇼크의 발생 및 진행), 혈당조절이 안되는 경우(혈당 500 mg/dL이상 2회 발생), 심한 저혈당(<40 mg/dL)이 2회 이상 발생한 경우, 상태가 악화되어 Do Not Resuscitation (DNR) 동의서를 받는 경우로 간호사가 알려 담당의사가 프로토콜 중단을 결정한다(Kim & Choi-Kwon, 2009).

2) 혈당조절 상태

본 연구에서 혈당조절 상태는 목표혈당 비율, 목표혈당 도달시간 그리고 저혈당 비율을 말한다(Goldberg et al., 2004).

- (1) 목표혈당 비율은 중환자실 재원기간 동안의 총 혈당 측정 건수(incidence)중 목표혈당 100-140 mg/dL 범위에 도달한 혈당측정 건수를 비율로 표시한 것(%)을 말한다.
- (2) 목표혈당 도달시간은 혈당조절 프로토콜 시작 후 연속 2회 목표 혈당에 도달하는 데 걸린 시간(hours)을 말한다.
- (3) 저혈당 비율은 중환자실 재원기간 동안의 총 혈당 측정 건수 중 저혈당 60 mg/dL이하 범위에 포함된 혈당측정 건수를 비율로 표시한 것(%)을 말한다. 이때 본 연구의 혈당기준은 다음과 같이 정의한다(Goldberg et al., 2004).

가. 정상혈당: 80-110 mg/dL, 나. 목표혈당: 100-140 mg/dL, 다. 고혈당: 141-199 mg/dL, 라. 심한 고혈당: 200 mg/dL이상, 마. 저혈당: 60 mg/dL이하, 바. 심한 저혈당: 40 mg/dL이하

3) 임상지표

본 연구에서 임상지표는 중환자실 재원기간, 인공호흡기 치료시간, 사망률, 병원감염 발생률, 장기부전 정도, 신부전 발생률을 말한다(Van den Berghe et al., 2006).

- (1) 중환자실 재원기간
중환자실 재원기간은 대상자의 중환자실 입원에서부터 퇴원까지의 기간(days)을 말한다.
- (2) 인공호흡기 치료시간
인공호흡기 치료시간은 중환자실 재원기간 동안 인공호흡기 치료시작에서 치료종료까지의 시간(hours)을 말한다.
- (3) 사망률
사망률은 내과 중환자실에 입원하여 혈당조절을 위하여 인슐린 치료를 받은 만 18세 이상 환자에서 중환자실에 입원한 후 30일 이전에 발생한 30일 사망률과 병원 재원기간 동안 발생한 병원 사망률(%)을 말한다(Krinsley, 2004; Van den Berghe et al., 2006).

(4) 병원감염 발생률

본 연구에서 병원감염 발생률은 환자재원 일수당 감염 발생률 즉 1000일당 전체 감염 건수의 발생밀도를 말한다(Jeong, 2002; Presutti & Millo, 2006).

발생밀도는 (삽입기구관련 병원감염 총 발생건수/연구 대상자의 총 재원일수) × 1000으로 계산한다. 또한 본 연구에서 병원감염 발생률은 각 삽입기구별 병원감염인 인공호흡기 관련, 중심정맥관 관련, 유치도뇨관 관련 감염 발생 건수와 이들의 총합인 전체 삽입기구관련 감염 발생률을 말한다. 즉 병원감염 발생률은 본 연구 자료수집기간동안, 총 연구대상자의 발생밀도, 각 삽입기구별 감염 발생 건수와 전체 병원감염 발생률로 계산한다(Jeong, 2002; Presutti & Millo, 2006).

(5) 장기부전 정도

장기부전 정도는 Sequential Organ Failure Assessment (SOFA)로 측정한 점수를 말하며 SOFA score는 respiratory system, neurological system, cardiovascular system, liver, coagulation, renal system 에 대하여 각각 0-4점까지의 점수를 부여하며(정삼범위 0-24점), 점수가 높을수록 장기부전 정도가 심한 것을 의미한다(Vincent et al., 1996). 본 연구에서 장기부전 정도는 중환자실 퇴원시의 SOFA 점수를 말한다(Chase et al., 2008; Lonergan et al., 2006).

(6) 신부전 발생률

본 연구에서 신부전 발생률은 중환자실 재원기간 동안 발생하는 새로운 신부전 진단 건수를 말하며, 새로운 신부전 진단은 중환자실 입원기간동안 혈청 크리아티닌(serum creatinine) 수치가 2.5 mg/dL 이상 또는 중환자실 입원당시보다 2배 이상 상승한 경우로 정의한다(Van den Berghe et al., 2006).

II. 연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 내과 중환자 혈당조절 프로토콜을 적용하여 그 효과를 파악하는 유사실험연구로 연구설계는 비동등성 대조군 사후설계(nonequivalent control group post-test only design)이다.

실험군은 내과 중환자 혈당조절 프로토콜을 적용하여 혈당조절을 시행한 군이며, 대조군은 프로토콜을 적용하지 않고 측정된 혈당을 담당의에게 알려 혈당을 조절하는 기존방법 적용 군이다.

2. 연구대상

연구 대상자는 서울의 대학부속 3차 종합병원의 내과 중환자실에 3일 이상 입원하여 치료중인 만 18세 이상의 환자이다. 실험군의 구체적인 선정기준은 중환자실 입원 후 연속 2회 측정 혈당이 200 mg/dL 이상인 성인 환자로 본 연구목적을 이해하고 연구 참여에 동의하거나 대상자 본인의 참여의사가 불가능한 경우는 보호자가 동의한 경우이다. 대조군의 선정기준은 내과 중환자실에 입원하여 혈당 조절을 위하여 3일 이상의 인슐린 정맥 주입치료를 받은 경험이 있는 만 18세 이상의 환자로, 실험군의 자료수집기간 1년전 기간으로 동일하게 매칭하여 후향적인 방법으로 의 무기록을 조사하여 자료수집 하였다.

대상자 제외기준은 임신중인 환자, 패혈성 쇼크가 진행 중인 환자, 당뇨병성 케톤산증 환자, 고혈당 고삼투성 환자, DNR 동의서를 받은 환자, 중환자실 입원 후 3일 이내에 사망하거나 퇴원하게 되는 환자이다.

대상자의 수는 Cohen(1988)의 statistical power analysis에 근거하여 효과크기 0.5(중간수준), 유의수준 $\alpha = 0.05$, 분자의 자유도(그룹의 수 -1) $u=1$, 검정력 0.8을 기준으로 각 그룹 당 64명으로 총 128명이 도출되었다. 본 연구에서 대상자는 자료수집기간동안 중환자실에 입원한 312명중 내과 진료과 이외의 중환자 92명, 3일 이상 중환자 치료를 받지 않은 102명, 인슐린 치료를 받지 않은 44명, 당뇨병성 케톤산증 진단을 받은 1명, 외국인 2명, 재입

실 7명을 제외한 64명이 실험군으로 선정되었다. 실험군 64명중 혈당 500 mg/dL 이상이 3회 이상 측정되며 혈당 조절이 잘 안되는 것으로 판단된 2명은 프로토콜 중단 기준 (Kim & Choi-Kwon, 2009)에 의하여 중단되어 대상자에서 탈락되고 담당 전공의에게 혈당이 조절되었다. 대조군은 중환자실에 입원한 321명 중 내과 진료과 이외의 중환자 133명, 3일 이상 중환자 치료를 받지 않은 71명, 인슐린 치료를 받지 않은 48명, 당뇨병성 케톤산증 진단을 받은 1명, 외국인 2명, 재입실 2명을 제외한 64명이 선정되었다. 따라서 본 연구에 참여한 최종 대상자는 126명이었으며, 실험군의 탈락률은 1.59%였다.

3. 연구도구

1) 혈당 측정

혈당측정은 Accu-Chek inform 혈당측정기(Roche Diagnostics GmbH, Germany)로 측정하였으며 혈당 측정기는 3일마다 안정성 검사(Quality Control)를 수행하였다. 혈당 측정 시 소요되는 시간은 3-5분이었다.

2) 인슐린 주입

인슐린 주입은 Regular human insulin (Humulin-R: 휴물린 알, 100 unit/1cc, 한국릴리) 50 IU/0.9% NaCl 50 cc (1IU/1ml)로 50 mL syringe pump (Syringe pump TERUFUSION: Syringe Pump TE-331, TERUMO CORPORATION, TOKYO, made in JAPAN)를 이용하여 주입하였다.

4. 자료수집 방법 및 절차

1) 실험처치

본 연구에서의 실험처치는 목표 혈당을 100-140 mg/dL으로 하고 전·후 혈당의 차이와 현재 투여되는 인슐린 용량에 근거하여 인슐린을 조절하는 Yale 대학병원의 인슐린 프로토콜을 수정·보완한 내과 중환자 혈당조절 프로토콜(Kim & Choi-Kwon, 2009)을 적용하여 혈당을 조절하는 것이다.

2) 자료수집절차

(1) 실험군 자료수집

실험군의 자료 수집은 2008년 5월 27일부터 2008년 11월 5일까지 이루어졌다.

실험군은 대상자 선정기준에 포함되는 경우, 중환자실 내과 담당전공의와 상의한 후 혈당조절 프로토콜을 적용하였다. 대상자의 혈당조절 프로토콜 적용은 담당 간호사가 적용하였고, 연구자는 담당 간호사가 적용한 혈당조절 정도와 프로토콜 적용상태를 매일 파악하고 문제점이 발생된 경우 간호사와 직접 논의하여 해결하였다. 대상자의 동의서 작성은 대상자가 고혈당증이 나타난 경우 혈당을 즉각적으로 조절해야 하는 치료 원칙에 준하여, 먼저 혈당조절 프로토콜을 시작 한 후 24시간 이내에 대상자나 보호자에게 설명 후 서면동의를 얻어 이루어졌다. 대상자의 자료수집과 동의서 작성 절차는 측정 오차를 최소화하기 위하여 연구자 본인이 모두 시행하였다.

본 연구자는 프로토콜 수행전과 수행기간동안인 2008년 1월 10일부터 9월 8일까지 71명의 내과 중환자실 간호사를 대상으로 혈당조절 프로토콜 적용방법과 주의사항에 대한 교육을 1시간동안 총 12회 시행하였다. 교육받은 총 71명의 간호사중 38명의 간호사는 동일한 내용으로 2회 교육 받았다. 교육의 내용은 중환자의 혈당조절의 필요성, 혈당조절 프로토콜을 간호사가 수행하는 이유, 프로토콜 적용기준 및 중단기준을 포함하였고, 프로토콜 적용방법 및 적용 시 주의사항을 예로 들고, 퀴즈로 풀어 보도록 하여 실제적인 적용지침을 교육하였다.

(2) 대조군 자료수집

대조군의 자료수집은 계절과 기간에 따른 중환자실 입원환자의 특성과 병원 감염률의 차이 발생가능성을 최소화하기 위하여(Krinsley, 2004), 실험군의 자료수집기간 1년 전 기간으로 동일하게 매칭하여 2007년 5월 29일부터 11월 30일까지 의무기록을 조사하는 후향적인 방법으로 자료수집 하였다. 이와 같이 자료수집한 이유는 첫째, 이미 선행연구에서 혈당조절 프로토콜의 효과가 부분적으로 검증되어(Krinsley, 2004; Van den Berghe et al., 2006), 실험군에만 프로토콜을 적용하는 것은 윤리적 쟁점이 될 수 있고, 둘째 이 같은 방법은 국외 선행연구(Chase et al., 2008; Krinsley, 2004; Lonergan et al., 2006; Treg-

giari et al., 2008)에서 이미 시행되고 있기 때문이다. 또한 실험군과 대조군의 자료수집 기간 동안의 월별 중환자의 입, 퇴실 건수, 호흡기 사용률, 중환자실 재원일 통계와 병원 감염률을 비교, 분석한 결과 두 군의 중환자의 특성은 차이가 없는 것으로 나타나 두 군 대상자의 중증도 및 치료 환경은 동질한 것으로 사료된다.

5. 윤리적 고려

본 연구의 자료 수집은 관련부서의 Institutional Review Board (IRB) 승인(승인번호 2008-3호)후 이루어졌고, 자료 수집과 동의서 작성의 전 과정에서 무기명을 유지하고 모든 개인적인 자료는 외부에 노출되지 않도록 하였다.

6. 자료 분석 방법

대상자의 일반적 특성 및 연구변수는 평균, 표준편차, 빈도와 백분율 등 기술통계를 산출하였고, 두 군간의 동질성 분석과 프로토콜 적용효과를 파악하기 위하여 t-test와 Chi-square test를 시행하였다. 중환자실 재원기간에 영향을 미치는 변수를 규명하기 위해 다중회귀분석을 시행하였고, 30일 사망률에 영향을 미치는 변수를 규명하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 시행하였다.

통계학적 처리는 SPSS WIN 14.0 프로그램을 이용하였으며, p값이 .05미만을 통계학적으로 유의하다고 정의하였다.

III. 연구 결과

1. 실험군과 대조군의 동질성 검증

성별, 연령 등 일반적 특성과 중환자실에 입원한 주 진단명, body mass index (BMI), Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE II) 점수, 입원시의 SOFA 점수, 당뇨력, 스테로이드 사용률, 중환자실 입원시 신부전 진단 유무, 신대치 요법의 적용 유무, 경관유동식 투여 유무 등 중환자 특성은 유의한 차이가 없어 두 군은 동질한 것으로 나타났다<Table 1>.

2. 내과 중환자 혈당조절 프로토콜의 효과 비교

1) 혈당조절상태 비교

중환자실 입원 시 혈당은 실험군이 223.1 mg/dL, 대조군이 235.3 mg/dL로 두 군간의 유의한 차이가 없었으나 ($t=0.63, p=.531$), 중환자실 재원기간 동안의 평균혈당은 실험군(175.7 mg/dL)이 대조군(196.6 mg/dL)보다 유의하게 낮았다($t=3.89, p<.001$).

목표혈당 100-140 mg/dL비율은 실험군(25.7%)이 대조군(19.3%)보다 유의하게 높았고($\chi^2=-3.37, p<.001$), 목표혈당 도달시간은 실험군 17.6시간, 대조군 50.4시간으로 실험군이 대조군보다 유의하게 짧았다($t=6.92, p<.001$).

혈당 60 mg/dL이하의 저혈당 비율은 실험군 0.8%, 대조군 0.9%로 두 군간의 유의한 차이가 없었고($\chi^2=0.46, p=.644$), 40 mg/dL이하의 심한 저혈당 비율 또한 두 군간의 유의한 차이가 없어($\chi^2=0.51, p=.609$), 실험군에서 저혈당 비율이 증가하지 않았다. 그러므로 실험군은 대조군에 비해 저혈당 비율의 증가 없이 혈당조절이 더 잘된 것으로 나타났다<Table 2>.

정상혈당 비율(80-110 mg/dL)은 실험군(12.9%)이 대조군(7.9%)보다 유의하게 높았고($\chi^2=-4.73, p<.001$), 혈당 200 mg/dL이상인 심한 고혈당 비율은 실험군(30.4%)이 대조군(40.0%) 보다 유의하게 낮았다($\chi^2=3.09, p=.002$). 그러나 고혈당 비율(141-199 mg/dL)은 실험군과 대조군간의 유의한 차이가 없었다($\chi^2=0.30, p=.764$).

중환자실 재원기간 동안의 총 혈당 측정 건수는 실험군이 85.1건, 대조군은 99.2건으로 두 군간 유의한 차이가 ($t=1.19, p=.236$) 없었으나, 하루 평균 혈당 건수는 실험군 5.4건, 대조군 4.3건으로, 두 군간의 유의한 차이($t=-3.06, p=.001$)가 있었다<Table 2>.

2) 임상지표 비교

(1) 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 치료시간 비교

중환자실 재원기간은 실험군(17.3일)이 대조군(23.4일)에 비해 짧았고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($t=2.59, p=.001$). 인공호흡기 치료시간 또한 실험군(15.2일)이 대조군(20.3일) 보다 유의하게 짧았다($t=2.10, p=.038$). 그러므로 실험군이 대조군보다 중

Table 1, Demographics and Critical Care Characteristics of the Subjects (N=126)

Variables	Categories	Experimental Group (n=62)	Control Group (n=64)	x ² or t	p
		n (%) or mean (±SD)	n (%) or mean (±SD)		
Gender	M	40 (64.5)	39 (60.9)	0.17	.678
	F	22 (35.5)	25 (39.1)		
Age (yr)		62.8 (±14.3)	66.5 (±13.1)	1.54	.126
Diagnostic category				7.72	.363
	Respiratory	37 (59.7)	31 (48.4)		
	Cardiovascular	2 (3.2)	0 (0.0)		
	Gastrointestinal or Liver	5 (8.1)	14 (21.9)		
	Hematologic or Oncologic	10 (16.1)	8 (12.5)		
	Renal	2 (3.2)	3 (4.7)		
	Other sepsis	4 (6.5)	6 (9.4)		
	Endocrinal	2 (3.2)	2 (3.1)		
BMI		23.53 (±6.01)	23.16 (±4.42)	-0.39	.696
APACHE II score on admission in ICU		23.39 (±7.31)	24.17 (±6.25)	0.65	.518
SOFA score on admission in ICU		12.16 (±2.49)	12.73 (±2.76)	1.22	.224
History of diabetes		22 (35.5)	26 (40.6)	0.34	.552
History of steroid use in ICU		45 (72.6)	43 (67.2)	0.44	.510
ARF on admission in ICU		29 (46.8)	28 (43.8)	0.12	.733
History of RRT in ICU		17 (27.4)	15 (23.4)	0.26	.614
History of SLD feeding in ICU		44 (71.0)	42 (65.6)	0.42	.521

*BMI=Body Mass Index; † APACHE II=Acute Physiology and Chronic Health Evaluation; ‡ ICU=Intensive Care Unit; § SOFA=The Sequential Organ Failure Assessment Score; || ARF=Acute Renal Failure; ¶ RRT=Renal Replacement Therapy; #SLD=Special Liquid Diet.

Table 2, Comparison of the State of the Experimental and Control Group's Blood Glucose Control (N=126)

Variables	Experimental Group (n=62)	Control Group (n=64)	x ² or t	p
	n (%) or mean (±SD)	n (%) or mean (±SD)		
Blood glucose on admission (mg/dL)	223.1 (±108.6)	235.3 (±110.6)	0.63	.531
Mean glucose in ICU stay (mg/dL)	175.7 (±24.0)	196.6 (±35.7)	3.89	.000
No of glucose test in ICU stay	85.1 (±53.4)	99.2 (±78.1)	1.19	.236
No of glucose test in ICU per a day	5.4 (± 2.3)	4.3 (± 1.7)	-3.06	.003
Incidence of target range of glucose 100-140 (mg/dL)	22.9 (25.7)	19.0 (19.3)	-3.37	.001
Incidence of normal range of glucose 80-110 (mg/dL)	11.5 (12.9)	7.7 (7.9)	-4.73	.000
Incidence of hyperglycemia 141-199 (mg/dL)	29.7 (34.1)	34.7 (34.8)	0.30	.764
Incidence of severe hyperglycemia ≥200 (mg/dL)	23.9 (30.4)	39.8 (40.0)	3.09	.002
Incidence of hypoglycemia ≤60 (mg/dL)	0.7 (0.8)	0.7 (0.9)	0.46	.644
Incidence of severe hypoglycemia ≤40 (mg/dL)	0.2 (0.1)	0.2 (0.2)	0.51	.609
Time reaching to target range of glucose 100-140 mg/dL (hours)	17.6 (±13.9)	50.4 (±35.2)	6.92	.000

* ICU=Intensive Care Unit.

환자실 재원기간 및 인공호흡기 치료시간이 단축된 것으로 나타났다<Table 3>.

(2) 사망률 비교

병원 사망률은 실험군 48.4%, 대조군 65.6%로 실험군이 대조군에 비해 낮았지만, 두 군간의 유의한 차이가 없었다($\chi^2=3.82, p=.051$). 30일 사망률 또한 실험군(38.7%)이 대조군(39.1%)에 비해 낮았지만 통계적으로 유의하지 않았다($\chi^2=0.00, p=.968$). 그러므로 실험군과 대조군의 사망률 차이는 없는 것으로 나타났다<Table 3>.

(3) 병원감염 발생률 비교

전체 병원감염 발생률은 실험군(21.0%)이 대조군(31.3%)보다 낮았지만 통계적으로 유의하지 않았고($\chi^2=1.72, p=.192$), 각 삽입기구별 감염 발생 건수도 두 군간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 감염 발생 밀도 또한 실험군(11.6)이 대조군(13.8)보다 낮았지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($t=0.48, p=.628$). 그러므로 실험군과 대조군간의 병원감염 발생률의 차이는 없는 것으로 나타났다<Table 3>.

(4) 장기부전 정도 및 신부전 발생률 비교

중환자실 퇴원 시 사망환자를 제외한 장기부전 정도는 실험군(8.7점)이 대조군(10.7점)보다 유의하게 낮아($t=2.18, p=.029$), 실험군이 대조군보다 장기부전 정도가 더 악화되지 않은 것으로 나타났다<Table 3>. 신부전 발생률은 실험군이 14명(22.6%), 대조군이 14명(21.9%)으로 같았고, 통계적으로 유의하지 않아($\chi^2=0.01, p=.923$), 두 군간의 신부전 발생률의 차이는 없는 것으로 나타났다<Table 3>.

3. 중환자의 혈당 특성이 중환자실 재원기간에 미치는 영향

중환자의 혈당 특성이 중환자실 재원기간에 영향을 미치는 변수를 파악하기 위하여, 일반적 특성인 연령, 성별과, 중환자의 중증도 점수와 장기부전 정도를 독립변수로 하였다. 그리고 이변량 상관분석결과 통계적으로 유의한 상관관계를 나타낸 인슐린 치료기간, 목표혈당 도달시간, 목표혈당 비율을 독립변수로 하고 진입(Enter)방식을 이용하여

Table 3. Comparison of the Experimental and Control Group's Clinical Markers

(N=126)

Variables	Experimental Group (n=62)	Control Group (n=64)	χ^2 or t	p
	n (%) or mean (\pm SD)	n (%) or mean (\pm SD)		
Duration of insulin treatment use (days)	14.7 (\pm 9.8)	19.2 (\pm 14.1)	2.11	.037
Duration of hospital stay (days)	42.5 (\pm 31.7)	48.9 (\pm 33.7)	1.11	.270
Duration of ICU stay (days)	17.3 (\pm 11.3)	23.4 (\pm 15.0)	2.59	.001
Duration of ventilator care (days)	15.2 (\pm 11.2)	20.3 (\pm 14.8)	2.10	.038
Incidence density of infection in ICU	11.6 (\pm 25.9)	13.8 (\pm 26.3)	0.48	.628
Incidence of infection in ICU	13 (21.0)	20 (31.3)	1.72	.192
Incidence of VAP in ICU	1 (1.6)	2 (3.1)	0.31	.584
Incidence of BSI in ICU	4 (6.5)	4 (6.3)	0.00	.963
Incidence of UTI in ICU	9 (14.5)	15 (23.4)	1.63	.197
SOFA score on discharge from ICU	8.7 (\pm 3.2)	10.7 (\pm 4.8)	2.18	.029
Newly acquired kidney injury	14 (22.6)	14 (21.9)	0.01	.923
In hospital deaths	30 (48.4)	42 (65.6)	3.82	.051
30 days mortality	24 (38.7)	25 (39.1)	0.00	.968

*ICU=Intensive Care Unit; + VAP=Ventilator Associated Pneumonia; † BSI=Blood Stream Infection; § UTI=Urinary Tract Infection;

|| SOFA=The Sequential Organ Failure Assessment Score.

다중회귀 분석을 시행하였다.

중환자의 재원기간에 영향을 미치는 유의한 변수는 인슐린 치료기간($\beta=0.91$ $p<.001$)과 목표혈당 비율($\beta=0.18$, $p<.001$)로 위 변수들의 설명력은 총 83%였다<Table 4>.

다중 회귀분석 전에 독립변수간의 다중공선성(multi-collinearity) 검정 결과 공차(tolerance)가 0.637~0.972로 0.1보다 높고, 분산팽창계수(Variance Inflation Factor [VIF])가 1.029~1.571로 10이하로 나타나 다중공선성이 없는 것으로 검증되었다<Table 4>.

4. 중환자의 혈당 특성이 30일 사망률에 미치는 영향

중환자의 혈당특성이 30일 사망률에 영향을 미치는 변수

를 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과 로지스틱 회귀방정식 모델은 χ^2 value=91.729, DF=8, $p<.001$ 로 회귀모델의 적합성이 인정되었으며, 중환자실 입원 환자의 30일 사망률을 52% (Cox and Snell R^2)에서 70% (Nagelkerke R^2)를 설명하는 것으로 나타났다. 대상자의 30일 사망률에 영향을 미치는 변수는 퇴원시 장기부전 정도(Odds Ratio: OR=1.675, 95% Confidence Interval: CI=1.393~2.014, $p<.001$), 인슐린 치료기간(OR=0.873, 95% CI=0.811~0.940, $p<.001$), 중환자실 재원기간동안의 평균혈당(OR=1.039, 95% CI= 1.006~1.072, $p=.021$)이었다<Table 5>.

Table 4. Predictors of Duration of ICU Length of Stay

(N=126)

Variable	B	SE	β	t	p	Collinearity Statistics		R ²
						Tolerance	VIF	
Age	-0.02	0.04	-0.02	-0.58	.562	.92	1.09	.83
Sex	-1.02	1.09	-0.04	-0.93	.353	.97	1.03	
APACHE II score	-0.01	0.10	-0.08	-0.14	.891	.64	1.57	
SOFA score on admission in ICU	-0.10	0.25	-0.02	-0.39	.698	.65	1.54	
Duration of insulin treatment use (days)	1.00	0.04	0.91	22.49	.000	.91	1.10	
Time reaching to target range of glucose 100-140 mg/dL (hours)	0.01	0.02	0.03	0.60	.547	.81	1.24	
Rate of target range of glucose 100-140 mg/dL	0.22	0.05	0.18	4.22	.000	.86	1.17	

* APACHE II=Acute Physiology and Chronic Health Evaluation; + SOFA=The Sequential Organ Failure Assessment Score;

‡ ICU=intensive care unit.

Table 5. Mortality at 30 days by Critical Care and Blood Glucose Control Characteristics

(N=126)

Variable	B	SE	Wald	p	Odds Ratio	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Age	-0.02	0.02	0.60	.439	0.98	0.94	1.03
Sex	0.74	0.63	1.39	.238	2.10	0.61	7.25
APACHE II score	0.03	0.05	0.28	.597	1.03	0.93	1.13
SOFA score on admission	-0.22	0.14	2.67	.102	0.80	0.61	1.05
SOFA score on discharge	0.52	0.09	30.13	.000	1.68	1.39	2.01
Duration of insulin treatment use (days)	-0.14	0.04	13.09	.000	0.87	0.81	0.94
Mean blood glucose (mg/dL)	0.04	0.02	5.35	.021	1.04	1.01	1.07
Rate of target range of glucose 100-140 mg/dL	0.07	0.05	2.21	.137	1.07	0.98	1.18
Constant	-10.89	4.64	5.50	.019	0.00		

*APACHE II=Acute Physiology and Chronic Health Evaluation; + SOFA=The Sequential Organ Failure Assessment Score.

IV. 논의

본 연구는 중환자의 효과적인 혈당조절을 위하여 혈당조절 프로토콜을 적용함으로써 내과 중환자실 환자의 혈당조절상태 및 임상지표에 미치는 효과를 검증하였다. 그 결과 혈당조절 프로토콜의 적용이 내과 중환자실 환자의 혈당을 효과적으로 조절하는 것으로 나타났다. 이는 기존의 목표혈당 범위보다 엄격하지만 안정적인 혈당 범위를 정하고 이에 도달하기 위하여 혈당조절 프로토콜을 적용하여 저혈당 비율의 증가 없이 목표혈당 비율을 증가시킨 결과라 여겨진다.

중환자실 입원당시 실험군과 대조군의 혈당은 유의한 차이가 없었으나, 중환자실 재원기간 동안의 평균혈당은 실험군이 대조군보다 유의하게 낮았다. 목표혈당 비율 또한 실험군이 대조군보다 유의하게 높았다. 따라서 실험군이 대조군보다 혈당조절이 효과적으로 잘된 것으로 나타났다. 이 같은 결과는 동일한 혈당조절 프로토콜을 사용한 Goldberg 등(2004)의 연구결과와 동일한 목표혈당을 적용한 Krinsley (2004)의 연구결과와 일치하며 본 연구의 혈당조절 프로토콜의 효과를 지지한다.

또한 인슐린 주입 후 목표혈당까지 도달하는데 걸린 시간은 실험군이 17.6시간으로 대조군의 50.4시간보다 유의하게 짧아 인슐린 주입 후 초기의 혈당조절이 잘된 것으로 나타났다. 이는 동일한 목표혈당을 정하여 8-24시간의 목표혈당 도달시간을 보고한 선행연구결과(Kanji et al., 2004; Taylor et al., 2006; Wilson et al., 2007)와 일치하며, 이 같은 결과는 추후 중환자실 재원기간을 감소시키는데 영향을 미친 것으로 사료된다. 특히 중환자실 입실 초기의 혈당조절 상태는 사망유무를 결정하는 중요한 요인(Lee et al., 2004)임으로 목표혈당 도달시간이 단축된 것으로 나타난 본 연구 결과는 큰 의미가 있는 것으로 생각된다.

혈당조절 프로토콜 적용 시 가장 큰 부작용은 저혈당의 발생이다(Krinsley & Grover, 2007; Oeyen, Hoste, Roosens, Decruyenaere, & Blot, 2007). 본 연구결과 혈당 60 mg/dL이하의 저혈당 비율은 0.8%로 실험군과 대조군간의 유의한 차이가 없었다. 또한 혈당 40 mg/dL이하의 심각한 저혈당 비율도 0.1%로 매우 낮았고, 두 군간 유의한 차이가 없었다. 이 같은 결과는 목표혈당이 동일한 Goldberg 등(2004)의 연구와 일치하며, 적용된 혈당조절

프로토콜의 안정성을 지지한다. 이상적인 혈당조절 프로토콜의 기준은 낮은 저혈당 비율과 목표혈당 도달시간이 짧은 것임을 (Fraser et al., 2006; Furnary et al., 2003) 고려할 때, 본 연구에서 적용된 프로토콜은 효과가 크고 안정성이 높은 것으로 생각된다. 특히 프로토콜의 안정성은 목표혈당 범위를 어떻게 정하는지에 따라 많은 영향을 받기 때문에(Oeyen et al., 2007), 본 연구에서는 목표혈당 범위를 100-140 mg/dL으로 정하였다. 그 이유는 첫째, Surviving sepsis campaign guidelines (Dellinger et al., 2004)과 Goldberg 등(2004)은 혈당조절의 안정성을 최우선으로 고려하여 목표혈당 범위를 각각 150 mg/dL이하와 100-140 mg/dL로 정하는 것을 권고하였고 둘째, 보다 엄격한 혈당조절을 위하여 목표혈당 범위를 80-110 mg/dL로 정한 선행연구의 저혈당 비율은 1.8-25%로 매우 높았으며, 프로토콜 적용군의 저혈당 비율이 유의하게 증가하는 것으로 보고되었기 때문이다(Holzinger et al., 2008; Oeyen et al., 2007; Van den Berghe et al., 2006). 그러므로 본 연구에서 정한 목표혈당 범위는 혈당조절 프로토콜의 효과를 평가하기 위한 안정적인 범위이며, 프로토콜을 지속적으로 적용 가능하게 한 중요한 요인인 것으로 사료된다.

혈당조절 프로토콜을 적용함에 있어 또 다른 부작용은 혈당측정 건수의 증가로 이는 간호사의 업무량을 증가시킬 수 있으며 프로토콜 적용 실패의 원인중 하나이다(Fraser et al., 2006; Goldberg et al., 2004; Oeyen et al., 2007). 본 연구에서는 기존 프로토콜에서 1시간마다 수행하는 혈당측정을 2시간마다 측정하도록 변경하여 소요되는 간호시간을 최소화하였다. 이때 측정시간 간격이 연장되어 발생할 수 있는 문제를 예방하기 위하여 1시간마다 혈당측정이 필요한 경우에 대한 구체적인 지침을 제시하였다(Kim & Choi-Kwon, 2009). 그 결과 본 연구에서 총 혈당 측정건수는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 반면 하루 평균 혈당 건수는 실험군이 5.4건으로 대조군의 4.3건 보다 유의하게 많았다. 그러나 그 차이는 1.1건으로 1회 혈당측정시간이 3-5분 소요되는 것을 고려할 때 프로토콜은 간호업무량의 증가 없이 효율적으로 적용된 것으로 사료된다.

본 연구결과 혈당조절 프로토콜이 내과 중환자의 임상지표에 미치는 효과는 다양하게 나타났다.

중환자실 재원기간과 인공호흡기 치료시간은 실험군이

대조군에 비해 유의하게 짧았고, 이는 중환자실 재원기간과 인공호흡기 치료시간을 유의하게 감소시킨 선행연구 결과와 일치한다(Krinsley, 2004; Van den Berghe et al., 2006). 또한 중환자실 재원기간에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위하여 회귀분석한 결과 목표혈당 비율과 인슐린 치료 기간이 설명력이 있는 유의한 요인으로 나타났다. 이 같은 결과는 혈당조절 프로토콜이 중환자실 재원기간을 단축시킴으로서 대상자의 임상지표를 향상시키고 중환자실 비용 감소에도 효과가 있음을 지지하는 것이다.

그러나 혈당조절 프로토콜의 적용은 대상자의 사망률을 감소시키는 데는 효과적이지 못하였다. 30일 사망률은 실험군이 38.7%로 대조군보다 1.0% 감소하였고 병원 사망률 또한 실험군이 48.4%로 대조군보다 26.2% 감소하였지만 유의한 차이를 보이지 않았다. 이 같은 결과는 병원 사망률을 34-52% 까지 유의하게 감소시킨 선행연구의 결과(Krinsley, 2004; Van den Berghe et al., 2006)를 지지하지 못하였다. 이는 아마도 본 연구 대상자의 사망률이 선행연구(Krinsley, 2004; Van den Berghe et al., 2006)의 사망률 14-32%보다 높아 혈당조절이 효과적이었음에도 불구하고 사망률 감소효과를 나타내기 어려웠을 것으로 생각된다. 즉 사망률이 높다는 것은 대상자의 중증도가 높고, 장기부전 점수가 심하다는 것을 의미하여(Vincent et al., 1996), 혈당조절상태가 이미 손상이 심한 장기기능 회복에 직접적인 영향을 미치지 못한 것으로 생각된다. 또한 중환자의 사망률은 부적절한 혈당조절뿐 아니라 심각한 기저질환 및 환자의 중증도, 패혈증 여부 등 많은 변수의 영향을 받기 때문에(De La Rossa et al., 2008; Van den Berghe et al., 2006)인 것으로 생각된다. 이는 본 연구에서 30일 사망률에 영향을 미치는 변수를 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석한 결과 장기부전 정도, 중환자실 재원기간 동안의 평균혈당, 인슐린 치료기간이 유의하게 영향을 미치는 변수로 나타난 결과로 지지된다. 한편 최근 수행된 연구에서는 내과 중환자를 대상으로 한 엄격한 혈당조절이 사망률 감소와 유의하지 않았음을 보고하여(De La Rosa et al., 2008; Oeyen et al., 2007; Treggiari et al., 2008), 선행연구 결과 혈당조절이 사망률 감소에 미치는 효과가 상이한 것으로 나타났다.

본 연구에서 혈당조절상태와 감염률과의 관계를 살펴보면, 감염 발생빈도, 전체 병원감염 발생률, 유치도뇨관 관

련 감염 발생 건수는 실험군이 대조군보다 낮았지만 역시 유의한 차이를 보이지 않았다. 이 같은 결과는 본 연구의 대상자 특성 때문일 수 있다. 즉 혈당조절이 병원감염 발생률을 유의하게 감소시킨 선행연구들의 대상자는 주로 화상환자, 외상환자, 수술환자들이었으며(Bochiccio & Scalea, 2008; Furnary et al., 2003; Jang, 2004; Van den Berghe et al., 2001), 내과 중환자를 대상으로 한 병원 감염 발생률 감소효과는 아직 명확하지 않다.

따라서 이 같이 혈당조절의 임상지표 증진 효과가 명확하지 않은 이유는 혈당조절은 치료적인 방법이 아니라 고혈당증과 저혈당증을 조절하여 환자의 임상지표를 증진시키기 위한 예방적인 방법(Van den Berghe et al., 2006)으로 혈당조절은 빠른 시간 안에 감염률, 사망률 등의 임상지표에 직접적으로 영향을 미치지 어렵기 때문인 것으로 생각된다. 그러므로 추후 연구에서는 대상자 수를 증가시키고 대상자의 중증도와 패혈증 유무 등을 구분하여 장기간 동안의 혈당조절상태를 비교하여 임상지표의 효과를 파악하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

한편 장기부전 정도는 실험군이 대조군보다 유의하게 낮게 나타나 혈당조절이 장기부전 정도에 영향을 미친 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Lonergan 등(2006)의 연구결과와 일치하며, 본 연구 대상자의 장기부전 점수가 높았음에도 불구하고 유의한 차이를 보인 것은 매우 의미가 있는 것으로 생각된다. 반면 본 연구결과 실험군과 대조군간의 신부전 발생률의 차이는 나타나지 않았다. 이는 본 연구 대상자의 신부전 비율이 44.9%로 선행연구(Van den Berghe et al., 2006)보다 2배 이상 높아 이미 본 연구 대상자의 신장부전 정도가 심했기 때문인 것으로 생각된다.

따라서 이 같은 결과는 혈당조절 프로토콜 적용이 직접적으로 대상자의 사망률과 병원감염 발생률, 신부전 발생률을 감소시키지는 못했지만 사망률과 병원감염 발생률에 영향을 미치는 통합적인 장기부전의 진행을 지연시키는데 어느 정도 영향을 미친 것으로 사료된다.

이상으로 내과 중환자를 대상으로 한 혈당조절 프로토콜의 효과에 대하여 논의하였다. 본 연구는 혈당조절 프로토콜을 적용하여 내과 중환자실 환자의 혈당을 안전하고 효과적으로 조절시켰다는데 그 의의가 크다. 그러나 실험군에만 프로토콜을 적용하는 것이 윤리적 쟁점이 될 수 있는 점을 고려하여 대조군의 자료수집이 후향적으로 시행된 것

은 본 연구의 제한 점이 될 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 중환자의 효과적인 혈당조절을 위하여 126명의 내과 중환자실 환자를 대상으로 혈당조절 프로토콜을 적용함으로써 혈당조절상태 및 중환자의 임상지표에 미치는 효과를 규명하고자 시도되었다.

본 연구결과 내과 중환자 혈당조절 프로토콜을 적용한 실험군은 대조군보다 저혈당 비율의 증가 없이 혈당이 효과적으로 조절된 것으로 나타났다. 또한 혈당측정과 관련된 업무량의 큰 증가 없이 내과 중환자실 환자의 혈당조절상태를 유의하게 향상시켰다.

프로토콜을 적용한 혈당조절은 중환자의 목표혈당 비율을 증가시키고 중환자실 재원기간동안의 평균혈당과 목표혈당 도달시간을 감소시켰다. 또한 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 치료시간, 장기부전 정도를 감소시키는데 효과가 있음이 확인되었다. 프로토콜 적용 과정은 간호사와 의사의 협조 하에 큰 어려움 없이 수행되었고 이 같은 결과는 국내에서 처음 시도된 혈당조절 프로토콜 적용 연구라는데 그 의의가 더 크다고 할 수 있다. 그러므로 간호사가 수행한 내과 중환자 혈당조절 프로토콜의 적용은 중환자의 혈당조절을 위한 효과적인 간호중재임을 지지하는 것으로 사료된다.

이러한 결과를 토대로 외과 중환자에게도 혈당조절 프로토콜을 적용하여 내·외과 중환자를 대상으로 한 혈당조절 프로토콜의 효과를 비교하고, 프로토콜 적용 시 어려웠던 점으로 평가된 식이와 고 영양 수액의 변경에 따른 혈당조절 지침을 보완한 컴퓨터화된 혈당조절 프로토콜을 개발할 것을 제언한다. 이는 혈당조절 프로토콜을 보다 쉽게 적용하도록 돕고, 지속적인 프로토콜의 보완 및 개발은 프로토콜 적용효과를 높이는 전략이 될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

Alm-Kruse, K., Bull, E. M., & Laake, J. H. (2008). Nurse-led implementation of an insulin-infusion protocol in a gen-

eral intensive care unit: improved glycaemic control with increased costs and risk of hypoglycemia signals need for algorithm revision. *Bio Med Central Nursing*, 7(1), 1-10.

Bochicchio, G. V. & Scalea, T. M. (2008). Glycemic control in the ICU. *Advances in Surgery*, 42, 261-275.

Chase, J. G., Shaw, G., Le Compte, A., Lonergan, T., Willacy, M., Wong, X. W., et al. (2008). Implementation and evaluation of the SPRINT protocol for tight glycaemic control in critically ill patients : a clinical practice change. *Critical Care*, 12(2), 1-10.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Dellinger, R. P., Carlet, J. M., Masur, H., Gerlach, H., Calandra, T., Cohen, J., et al. (2004). Surviving sepsis campaign guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Intensive Care Medicine*, 30(4), 536-555.

De La Rosa, G. D. C., Donado, J. H., Restrepo, A. H., Quintero, A. M., Gonzalez, L. G., Saldarriaga, N. E., et al. (2008). Strict glycemic control in patients hospitalized in a mixed medical and surgical intensive care unit : a randomized clinical trial. *Critical Care*, 12(5), 1-9.

Fraser, D. D., Robley L. R., Ballard, N. M., & Peno-Green, L. A. (2006). Collaborative Development of an insulin nomogram for intensive insulin therapy. *Critical Care Nursing Quarterly*, 29(1), 96-105.

Furnary, A. P., Gao, G., Grunkemeier, G. L., Wu, Y., Zerr, K. J., Bookin, S. O., et al. (2003). Continuous insulin infusion reduces mortality in patients with diabetes undergoing coronary artery bypass grafting. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 125(5), 1007-1021.

Gale, S., Sicoutris, C., Reilly, P. M., Schwab, W., & Gracias, V. (2007). Poor glycemic control is associated with increased mortality in critically ill trauma patients. *The American Surgeon*, 73(5), 454-460.

Goldberg, P. A., Siegel, M. D., Sherwin, R. S., Halickman, J. L., Lee, M., Bailey, V. A., et al. (2004). Implementation of a safe and effective insulin infusion protocol in a medical intensive care unit. *Diabetes Care*, 27(2), 461-467.

Holzinger, U., Feldbacher, M., Bachlechner, A., Kitzberger, R., Fuhrmann, V., & Madl, C. (2008). Improvement of glucose

- control in the intensive care unit: An interdisciplinary collaboration study. *American Journal of Critical Care*, 17(2), 150-158.
- Jang, T. C. (2004). *Early hyperglycemia as a prognostic indicator in trauma patients*. Unpublished master's thesis, Kyungpook National University, Daegu.
- Jeong, J. S. (2002). *Effect of hand washing improving programs on the adherence of hand washing and nosocomial infections in a surgical intensive care unit*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Kanji, S., Singh, A., Tierney, M., Meggison, H., McIntyre, L., & Hebert, P. C. (2004). Standardization of intravenous insulin therapy improves the efficiency and safety of blood glucose control in critically ill adults. *Intensive Care Medicine*, 30(5), 804-810.
- Kim, E. S., & Choi-Kwon, S. (2009). Development of a blood glucose protocol for medical ICU patients. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 15(3), 27-38.
- Krinsley, J. S. (2004). Effect of an intensive glucose management protocol on the mortality of critically ill adult patients. *Mayo Clinical Proceedings*, 79(8), 992-1000.
- Krinsley, J. S., & Grover, A. (2007). Severe hypoglycemia in critically ill patients: risk factors and outcomes. *Critical Care Medicine*, 35(10), 2262-2267.
- Lee, J. S., Chang, C. H., Shim, Y. H., Han, D. W., Kim, C. S., & Shin, C. S. (2004). Admission hyperglycemia aggravates the prognosis of critically ill patients. *Korean Journal of Critical Care Medicine*, 19(2), 121-125.
- Loneragan, T., Compton, A. L., Willacy, M., Chase, J. G., Shaw, G. M., Hann, C. E., et al. (2006). A pilot study of the SPRINT protocol for tight glycemic control in critically ill patients. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 8(4), 449-462.
- McMullin, J., Brozek, J., Jaeschke, R., Hamielec, C., Dhingra, V., Rocker, G., et al. (2004). Glycemic control in the ICU: A multicenter survey. *Intensive Care Medicine*, 30(5), 798-803.
- Oeyen, S. G., Hoste, E. A., Roosens, C. D., Decruyenaere, J. M., & Blot, S. I. (2007). Adherence to and efficacy and safety of an insulin protocol in the critically ill: A prospective observational study. *American Journal of Critical Care*, 16(6), 599-608.
- Presutti, E., & Millo, J. (2006). Controlling blood glucose levels to reduce infection. *Critical Care Nursing Quarterly*, 29(2), 123-131.
- Scalea, T. M., Bochicchio, G. V., Bochicchio, K. M., Johnson, S. B., Joshi, M., & Pyle, A. (2007). Tight glycemic control in critically injured trauma patients. *Annals of Surgery*, 246(4), 605-612.
- Taylor, B. E., Schallom, M. E., Sona, C. S., Buchman, T. G., Boyle, W. A., Mazuski, J. E., et al. (2006). Efficacy and safety of an insulin infusion protocol in a surgical ICU. *Journal of the American College of Surgeons*, 202(1), 1-9.
- Treggiari, M. M., Karir, V., Yanez, N. D., Weiss, N. S., Daniel, S., & Deem, S. A. (2008). Intensive insulin therapy and mortality in critically ill patients. *Critical Care*, 12(1), 1-15.
- Vanhorebeek, I., Langouche, L., & Van den Berghe, G. (2007). Tight blood glucose control with insulin in the ICU : Facts and controversies. *Chest Journal*, 132(1), 268-278.
- Van den Berghe, G., Wouters, P., Weekers, F., Verwaest, C., Bruyninckx, F., Schetz, M., et al. (2001). Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *New England Journal of Medicine*, 345(19), 1359-1367.
- Van den Berghe, G., Wilmer, A., Hermnas, G., Meersseman, W., Wouters, P. J., Milants, I., et al. (2006). Intensive insulin therapy in the medical ICU. *New England Journal of Medicine*, 354(5), 449-461.
- Vincent, J. L., Moreno, R., Takala, J., Willatts, S., De Mendonca, A., Bruining, H., et al. (1996). The SOFA(Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction and failure. *Intensive Care Medicine*, 22(7), 707-710.
- Wilson, M., Weinreb, J., & Hoo, G. W. (2007). Intensive insulin therapy in critical care; a review of 12 protocols. *Diabetes Care*, 30(4), 1005-1011.