



내과 중환자실 환자의 혈당조절 프로토콜 개발

김은성¹⁾ · 최스미²⁾

I. 서 론

1. 연구의 필요성

첨단 의료장비의 도입과 새로운 약물의 개발 등 의학기술의 발달로 생명 소생과 연장의 기회가 증가함에 따라 중환자실에 입원하는 환자 또한 점점 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(이종석 등, 2004). 뿐만 아니라 중환자는 호르몬 반응이 부적절하여 당신생과 인슐린 저항성이 증가함에 따라 고혈당증이 더욱 악화될 수 있다(Lonergan 등, 2006).

중환자실에 입원한 환자 중 35~50%가 고혈당증을 보였고(이종석 등, 2004), 특히 내과 중환자실에 입원한 환자의 경우 약 60~70%가 고혈당증을 조절하기 위해 인슐린주입 치료를 받고 있는 것으로 나타났다(Van den Berghe 등, 2006). 이러한 중환자의 고혈당증과 인슐린 저항성은 중환자의 사망률을 증가시키고, 다른 질병으로의 이환율을 높여 환자의 예후를 악화시키는 것으로 보고되었다(Gale, Sicoutris, Reilly, Schwab, & Gracias, 2007).

선행 연구에서는 중환자의 목표혈당을 80~110 mg/dL로 조절한 경우가 180~200 mg/dL로 조절한 경우보다 중환자의 사망률과 이환율이 감소되는 것으로 보고되었다(Van den Berghe 등, 2001).

또한 중환자의 엄격한 혈당조절은 중환자실 재원기간, 인공

호흡기 치료시간을 단축시키고, 병원감염 발생률의 감소 및 신부전 발생 감소를 나타냈다(Van den Berghe 등, 2006; Vanhorebeek, Langouche, & Van den Berghe, 2007; Wilson, Weinreb, & Soo Hoo, 2007).

반면 엄격한 혈당조절은 저혈당과 같은 부작용이 발생할 수 있다(Van den Berghe 등, 2006; Krinsley, & Grover, 2007). 특히 저혈당증은 중환자에게 뇌손상을 초래하고, 장기의 손상을 가속화 할 수 있다.

그러므로 혈당을 조절하면서 저혈당의 위험을 최소화할 수 있는 효과적인 중환자의 혈당조절이 필요하다(Vanhorebeek 등, 2007). 따라서 최근 연구들은 안정적으로 혈당을 조절하기 위하여 목표혈당을 100~140 mg/dL로 정하는 것을 권장하고 있다(Krinsley, 2004; Goldberg 등, 2004; Scalea 등, 2007).

이미 국외에서는 다양한 혈당조절 프로토콜이 개발되어 사용되고 있으며(Goldberg 등, 2004; Krinsley, 2004; Van den Berghe 등, 2006), 간호사와 의사가 협조하여 수행하는 것이 보다 안정되고 정확하다는 연구 보고가 있다(Fraser, Robley, Ballard, & Peno-Green, 2006).

그러나 지금까지 국내에서는 중환자를 대상으로 한 혈당조절 표준지침이 마련되어 있지 않고, 프로토콜을 적용한 혈당조절 연구는 보고되지 않았다. 또한 우리나라 중환자는 질병유형과 중증도, 신체적 조건과 치료 환경이 외국과 다를 수 있어 외국의 혈당조절 프로토콜을 그대로 적용하는 데는 어려움이 있다(Wilson 등, 2007).

그러므로 본 연구에서는 내과 중환자실 환자를 대상으로 혈

주요어: 중환자 간호, 혈당조절 프로토콜, 고혈당증, 인슐린

1) 제1저자: 세브란스병원 내과중환자실 책임간호사, 2) 서울대학교 간호대학 교수

* 서울시간호사회 학술대회(2009.9.24) 구두발표 및 일부수록

* 본 논문은 2009년 서울대학교 박사학위논문의 일부를 발췌·수정한 논문임

투고일: 2009년 9월 30일 심사완료일: 2009년 10월 5일 게재확정일: 2009년 10월 23일

당조절 프로토콜을 개발하여 이를 적용함으로써 중환자 간호의 질을 향상 시키고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 중환자 치료 표준지침의 한 영역인 혈당조절의 질 관리를 위하여 내과 중환자실 환자를 대상으로 혈당조절 프로토콜을 개발하는 것이다.

구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 예비 혈당조절 프로토콜을 적용하여 혈당조절 상태를 비교한다.
- 2) 내과 중환자실 혈당조절 프로토콜을 개발한다.

3. 용어의 정의

1) 혈당조절 프로토콜

프로토콜은 비효율적인 진료지침에 대하여 자세하게 진술된 임상실무지침으로(Courtney, 2007), 혈당조절 프로토콜은 혈당을 조절하기 위하여 개발된 프로토콜을 말한다(Goldberg 등, 2004).

본 연구에서 내과 중환자실 혈당조절 프로토콜이란 내과 중환자실 환자를 대상으로 개발한 혈당조절 프로토콜을 의미한다.

2) 혈당조절 상태

본 연구에서 혈당조절 상태는 목표혈당 비율, 목표혈당 도달 시간 그리고 저혈당 비율을 말한다(Goldberg 등, 2004).

- (1) 목표혈당 비율은 중환자실 재원기간 동안의 총 혈당측정 건수(incidence)중 목표혈당 100~140 mg/dL범위에 도달한 혈당측정 건수를 비율로 표시한 것을 말한다.
- (2) 목표혈당 도달시간은 혈당조절 프로토콜을 시작한 후 연속 2회 목표 혈당에 도달하는 데 걸린 시간을 말한다.
- (3) 저혈당 비율은 중환자실 재원기간 동안의 총 혈당측정 건수 중 저혈당 60 mg/dL이하 범위에 포함된 혈당측정 건수를 비율로 표시한 것을 말한다.

II. 문헌고찰

1. 중환자실의 혈당조절

중환자실에 입원한 환자는 당뇨의 과거력이 없다 하더라도 통증, 조직의 저산소증, 발열, 수액과 전해질의 불균형, 염증과

감염 등으로 인한 스트레스로 대사 작용이 저하되고, 호르몬의 변화 및 인슐린 저항 호르몬이 증가하여 고혈당증이 쉽게 발생한다(Van den Berghe 등, 2001; Lonergan 등, 2006).

중환자의 스트레스성 고혈당증은 세포독성 물질 증가, 전해질 불균형, 면역기능의 약화로 감염성 질환의 합병증을 증가시키고, 심혈관계 기능, 혈관내피의 기능부전을 초래하며, 신장의 허혈성 손상 등 장기부전 합병증을 일으켜 사망률 증가에 기여하는 것으로 보고되고 있다(Hovorka 등, 2007).

고혈당과 사망률과의 상관성을 밝힌 연구로 Van den Berghe 등(2001)은 수술 후 중환자의 경우 80~110 mg/dL 목표혈당 조절군이 180~200 mg/dL 조절군에 비해 병원사망률을 34% 감소시켰음을 보고하였다.

또한 Van den Berghe 등(2006)은 3일 이상 내과 중환자실에 입원한 환자 1,200명을 대상으로 병원사망률을 52.5% 감소시켰음을 보고하였고, 사후조사결과 사망률을 통계적으로 유의하게 감소시키는 혈당수준은 110 mg/dL임을 밝혔다(Van den Berghe 등, 2006).

국내에서는 장태창(2004)이 응급실에 내원한 외상환자 309명을 대상으로 대한 당뇨병학회 진단기준에 의하여 혈당을 110, 140, 200 mg/dL로 분류하여 조사한 결과 고혈당군의 감염률, 병원재원 기간, 사망률이 유의하게 더 높게 나타났음을 보고하였다.

또한 회귀분석 결과 140 mg/dL이상의 혈당수준이 사망률의 독립적 예측인자로 의미가 있음을 보고하였다. 고혈당과 감염률과의 관계를 밝힌 연구를 살펴보면, Furnary 등(2003)은 당뇨의 과거력이 있는 관상동맥 우회수술(coronary artery bypass graft: CABG)환자를 대상으로 혈당을 150~200 mg/dL로 유지한 결과 흉골 창상 감염률을 58% 감소시켰음을 보고하였다.

또한 장태창(2004)과 Bochicchio 등(2007)은 외상환자를 대상으로 한 연구에서 혈당 200 mg/dL이상이 감염의 독립적 예측인자로 의미가 있으며, 입원 초기의 고혈당증은 입원 첫 주의 사망률을 17배 증가시키고, 감염률을 1.5배 증가시키는 것으로 보고하였다. 이승운(2004)의 연구에서는 고혈당 군이 혈당 조절군에 비해 중심정맥관 관련 감염률이 1.8배 높게 나타났음을 보고하였다. 또한 Van den Berghe 등(2001)은 수술 후 중환자에서 목표혈당 80~110 mg/dL로의 조절 군이 180~200 mg/dL로의 혈당조절 군에 비해 40~50%의 장기부전을(새롭게 발생한 신부전으로 야기된 투석치료 요구량, 적혈구 수혈 요구량 등)이 감소되었음을 보고하였고, Van den Berghe 등(2006)은 내과 중환자실 환자의 엄격한 혈당조절이 인공호흡기 치료시간, 중환자실 재원기간을 감소시켰음을 보고하여 혈당조절의 중요성을 강조하였다.

2. 혈당조절 프로토콜

1) 혈당조절 프로토콜의 적용실태

중환자실에 입원한 환자들은 흔히 고혈당증을 동반하므로 중환자의 혈당을 조절하기 위하여 지금까지 다양한 혈당조절 프로토콜 관련 연구들이 보고되고 있다(McMullin 등, 2004; Hovorka 등, 2007). Van den Berghe 등(2001)은 심혈관계 수술 후 중환자를 대상으로 목표혈당을 80~110 mg/dL로 정하여 혈당조절을 시행한 전향적 설계, 무작위 대상자 선정방법의 실험연구를 통하여 엄격한 혈당조절이 사망률과 장기부전율을 감소시켰음을 처음으로 보고하였다. 그 이후 내과 및 외과 중환자실 환자를 대상으로 엄격한 혈당조절을 시행하여 사망률, 이환율, 중환자실 재원기간을 감소시켰음을 보고하였다(Van den Berghe 등, 2006).

한편 대부분의 선행연구에서 이른 아침시간에 저혈당의 빈도가 증가함을 보고하였는데, 저혈당의 기준은 일반적으로 60 mg/dL이하를 말하며, 심한 저혈당 수준은 40 mg/dL이하로 정의한다(Van den Berghe 등, 2001). Van den Berghe 등(2001)의 연구에서는 외과 중환자실 환자를 대상으로 목표혈당을 80~110 mg/dL로 적용하였을 때 저혈당 비율은 5%로 보고하였지만, 내과 중환자실 환자를 대상으로 연구한 결과 25%로 증가하였다(Van den Berghe 등, 2006). 높은 저혈당비율은 오히려 사망률 증가를 초래할 수 있으며(Van den Berghe 등, 2006), Krinsley(2004)는 엄격한 혈당조절군의 심한 저혈당 비율이 대조군보다 4배 이상 많게 발생할 경우 혈당조절의 위험과 이익 관계를 따질 필요가 있음을 제시하였다. 따라서 최근에 수행된 연구는 140 mg/dL이하의 목표혈당 수준이 저혈당 비율의 증가 없이 유의하게 감염률, 병원재원기간, 사망률을 감소시켰음을 보고하였다(Krinsley, 2004; Scalea 등, 2007).

최근 무작위 자료수집 방법의 전향적 설계의 대규모 연구가 진행되었으나 1,109명의 대상자가 참여한 GUCONTROL 연구는 심한 저혈당(40 mg/dL이하)을 적어도 한번이상 경험한 대상자가 9.8%로 대조군 2.7%에 비하여 높게 나타나 현재 연구가 중단된 상태이고, NICE-SUGAR (Normoglycaemia in Intensive Care Evaluation and Survival Using Glucose Algorithm Regulation) 연구는 현재에도 진행 중에 있다(Bochicchio, & Scalea, 2008).

2) 혈당조절 프로토콜의 성공적인 적용전략

내과 중환자실 환자는 스트레스 호르몬 순환의 잦은 변화와 당뇨 등 다양한 기저질환으로 외과 수술 후 중환자와 같은 혈당상태를 유지하기 어렵다. 따라서 하나의 권장할만한 프로토

콜의 도출이 필요하지만 현실적으로는 실현하기 어렵다(Wilson 등, 2007). 또한 혈당조절에 있어서 인슐린에 민감하기보다 인슐린 저항성을 나타내는 환자, 경관유동식, 정맥주사요법, 질환의 중증도에 따른 적절한 인슐린 용량의 변화 등 고려할 것이 많다(Bochicchio, & Scalea, 2008).

혈당조절 프로토콜을 성공적으로 수행하기 위한 요인 중 하나는 프로토콜을 수행하는 간호사의 경험과 기술이며(Aragon, 2006), 혈당조절을 위한 의료팀에서 중환자실의 간호사는 집중적인 코디네이터로서의 역할을 수행하게 된다(Fraser 등, 2006). 따라서 충분한 교육을 통하여 간호사가 혈당조절의 중요성을 인식하도록 하는 것이 무엇보다 중요하다고 하였다(Kanji 등, 2004; Tayler 등, 2006; Fraser 등, 2006). 또한 Oeyen, Hoste, Roosens, Decruyenaere와 Blot(2007)은 간호사의 올바른 프로토콜 이행을 상수를 위하여 교육의 중요성을 강조하였다.

혈당조절 프로토콜의 성공을 위하여 고려할 또 다른 점은 간호사의 잦은 혈당 측정과 관련된 부담감을 줄이는 것이다(Goldberg 등, 2004; Aragon, 2006; Fraser 등, 2006). 특히 환자의 상태가 위중한 중환자를 대상으로 한 혈당조절 프로토콜의 효율적인 수행을 위해서는 의사와 간호사의 협조가 무엇보다 중요하다고 하였다(Wilson 등, 2007; Holzinger 등, 2008).

한편 국내에서는 당뇨병 표준 진료지침에 관한 연구(정혜원, 2002)와 당뇨병환자의 치료이행을 위한 중재 프로그램 적용 후 그 효과를 파악하는 연구들은 많이 이루어졌으나(김희승 등, 2002) 중환자에 대해서는 중환자의 고혈당이 임상예후에 미치는 효과에 관한 조사연구(이종석 등, 2004)만이 이루어져 중환자를 대상으로 한 혈당조절연구는 많이 미흡하며, 아직까지 인슐린 프로토콜을 적용한 혈당조절 연구는 보고되지 않았다.

지금까지 선진국에서는 혈당조절 프로토콜이 개발·적용되어 중환자의 혈당조절이 체계적으로 이루어지고 있지만 각 병원, 기관마다 목표혈당이 조금씩 다르고, 그에 따라 프로토콜 지침도 달라 선진국의 프로토콜을 그대로 국내 환자에게 적용하는 것은 무리가 있다. 또한 많은 연구와 병원에서 중환자의 혈당조절을 위한 프로토콜을 개발·적용하여 중환자의 임상지표를 향상시켰음이 보고되었으나 아직까지는 권장될 만한 하나의 프로토콜이 선택되지 않았다(Wilson 등, 2007). 이는 각 병원의 중환자의 특성에 따라 목표혈당을 다르게 정하고 있고, 중환자의 특성상 다양하고 위중한 임상학적 상태에서 일률적인 혈당조절이 어려움을 시사한다(Holzinger 등, 2008).

그러므로 이미 국외에서 개발되어진 중환자의 혈당조절 프로토콜을 비교, 분석함으로써 우리나라 실정에 맞는 프로토콜의 개발과 적용이 필요하겠다.

III. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 내과 중환자실 환자를 대상으로 혈당조절 프로토콜을 개발하는 방법론적 연구이다.

2. 연구대상

예비 프로토콜의 혈당조절상태를 비교하기 위한 연구 대상자는 2007년 11월부터 2008년 2월까지 서울시 소재 Y 대학병원의 내과 중환자실에 3일 이상 입원하여, 연속 2회 측정혈당이 200 mg/dL 이상인 만 18세 이상의 환자로 인슐린 치료를 필요로 하는 17명을 대상으로 하였다.

대상자의 수는 Cohen(1988)의 statistical power analysis에 근거하여 효과크기 0.7(Van den Berghe 등(2006)에 의하면 입원당시와 프로토콜 적용 후 혈당 차이가 50 mg/dL 이상 나타남에 근거), 유의수준 $\alpha=0.05$, 분자의 자유도(그룹의 수 -1) $u=2$, 검정력 0.7을 기준으로 각 그룹 당 6명으로 총 18명이 도출되었으나 Mayo 프로토콜 적용군 중 1명이 심한 저혈당 기준인 40 mg/dL을 경험하여 탈락됨으로써 총 17명을 대상으로 프로토콜의 적용효과를 평가하였다.

3. 연구진행단계

1) 문헌고찰을 통한 예비 혈당조절 프로토콜 선정

중환자의 혈당조절 프로토콜의 선정 기준은 6가지로 첫째, 도구의 안전성(safety), 둘째, 낮은 저혈당 비율(low hypoglycemia incidence), 셋째, 많은 대상자에게 적용한 프로토콜, 넷째, 짧은 목표혈당 도달시간, 다섯째, 담당 간호사가 쉽게 적용 가능한 프로토콜(efficacy), 여섯째, 수행 정확도가 높은 프로토콜(accuracy)이다(Furnary 등, 2003; Fraser 등, 2006). 또한 선행연구들은 중환자의 혈당을 적극적으로 조절하면서 동시에 저혈당 발생을 최소화하기 위하여 목표혈당을 100~140 mg/dL로 정하는 것을 권장하고 있다(Krinsley, 2004; Goldberg 등, 2004; Scaea 등, 2007).

따라서 문헌고찰 결과 위의 프로토콜 선정기준에 적합하고 목표혈당을 140 mg/dL이하로 정한 프로토콜 중 현재 혈당에 따라 정해진 인슐린 용량을 변경하는 비교적 간단한 방법인 Mayo 프로토콜과 전·후 혈당의 차이와 현재 투여되는 인슐린 용량에 근거하여 정교한 방법으로 인슐린을 조절하는 Yale 프로토콜을 선택하여 비교함으로써 국내 중환자에 맞는 혈당조절

프로토콜로 개발하고자 하였다. 중환자의 혈당조절을 위하여 선정된 두 프로토콜은 전문가 집단의 승인을 받았다.

2) 혈당조절 프로토콜의 적용방법 교육

프로토콜 적용 전 본 연구자는 2007년 11월 1일부터 3일까지 내과 중환자실 경력 6개월 이상인 간호사 20명에게 Yale 프로토콜과 Mayo 프로토콜 적용 방법 및 중환자의 혈당조절의 중요성, 필요성 및 혈당조절 프로토콜의 효과에 대하여 교육하였다. 교육은 교대근무인 간호사들이 모두 받을 수 있도록 같은 내용으로 3회 시행되었고, 교육시간은 1시간이었다.

3) 예비 혈당조절 프로토콜의 임상타당도 검증

연구는 3군 즉 Yale 프로토콜 적용군, Mayo 프로토콜 적용군, 대조군(측정된 혈당을 보고 받아 담당 전공의가 혈당을 조절하는 현재 중환자실의 혈당조절 방식인 conventional 군)을 대상으로 3가지 혈당조절 방법의 효과를 검증·비교하였다.

수집된 자료는 SPSS WIN 14.0 프로그램을 이용하여 프로토콜 적용 효과를 파악하기 위하여 one-way ANOVA를 시행하였고, p 값이 .05 미만을 통계학적으로 유의하다고 정의하였다.

대상자 17명중 실험군 11명은 A 내과 중환자실 입원순서에 따라 순차적으로 교차하여 Yale 프로토콜과 Mayo 프로토콜을 선택하여 시행하였다. 대조군 6명은 담당 전공의와 중환자실 환경(간호사 인력과 침상 수)은 같지만, 행정상 바로 옆 구역의 B 내과 중환자실 환자 중 동일한 시기에 3일 이상의 인슐린 치료경험이 있는 내과 성인 환자를 선택하여 의무기록을 통하여 자료수집 하였다.

대상자 선정 후, 본 연구자가 직접 담당 전공의에게 혈당조절 프로토콜 수행에 대하여 상의한 후 예비 프로토콜을 적용하였다. 대상자의 인슐린 프로토콜 적용 시작부터 적용 후 6시간 까지 연구자 본인이 직접 프로토콜에 근거하여 혈당을 조절하였고, 적용한 지 6시간이 지난 후부터는 연구자가 담당간호사를 대상으로 프로토콜 적용방법과 혈당 측정시간에 대하여 재교육한 후 담당 간호사가 프로토콜을 적용하도록 하였다. 본 연구자는 연구대상자의 혈당조절 상태와 간호사의 프로토콜 적용상태를 매일 파악하고 문제점이 발견 된 경우 간호사와 직접 논의하여 해결하며 혈당조절 코디네이터로서의 역할을 수행하였다. 대상자의 동의서 작성은 대상자가 고혈당증이 나타난 경우 혈당을 즉각적으로 조절해야 하는 치료 원칙에 준하여, 먼저 혈당조절 프로토콜을 시작 한 후 24시간 이내에 본 연구자가 대상자나 보호자에게 설명 후 동의를 얻어 이루어졌다. 대상자의 자료수집과 동의서 작성은 측정 오차를 최소화하기 위하여 연구자 본인에 의하여 모두 시행되었다.

본 연구는 연구대상 병원에서 IRB(Institutional Review Board) 승인을 받아 이루어졌다.

4) 개발할 프로토콜 선정

예비 혈당조절 프로토콜의 임상 타당도 검증을 통하여 개발할 프로토콜을 최종 선택하였다.

5) 개발한 혈당조절 프로토콜의 타당도 검증 및 수정·보완

중환자 전문의 내과 교수 1인, 중환자실 내과 전공의 2년차 2인, 중환자실 근무경력 10년 이상인 책임 간호사 2인, 중환자실 파트장(수간호사) 1인의 총 6인으로 전문가 집단을 구성하였다.

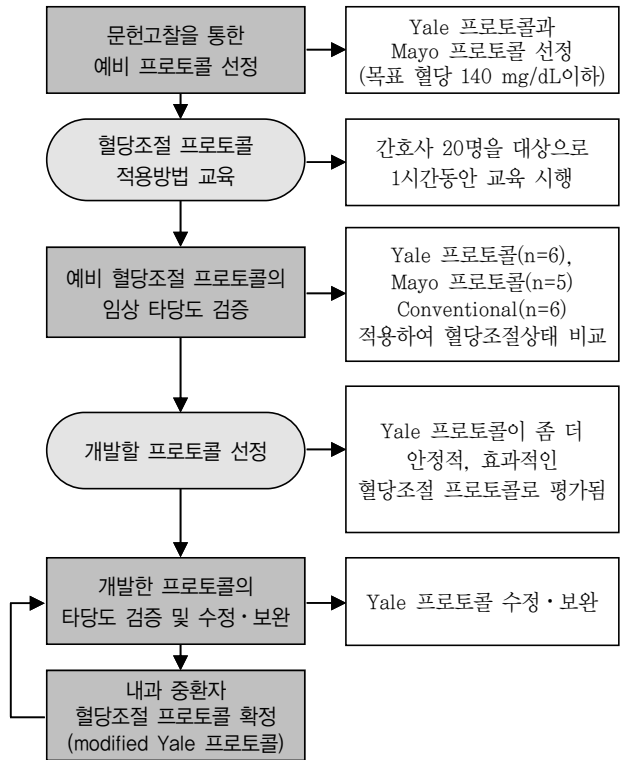
전문가 집단은 2007년 11월부터 2008년 1월까지 2주에 1회씩 총 5회의 정기적인 모임을 가졌고, 적용된 예비 연구 적용 결과를 중점적으로 논의하고 프로토콜을 수정·보완하여 최종적으로 프로토콜을 개발하는 과정을 거쳤다.

전문가 집단의 타당도 검증결과 Yale 프로토콜의 수정·보완된 내용은 <표 1>과 같다.

6) 혈당조절 프로토콜 확정

Yale 프로토콜을 수정·보완하여 최종 내과 중환자 혈당조절 프로토콜(modified Yale 프로토콜)을 개발하였다. 본 연구의

혈당조절 프로토콜 개발과정은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] Process of Development of Blood Glucose Control Protocol

<표 1> Contents of Modified Yale Blood Glucose Control Protocol

프로토콜 지침	내 용	
	수정 전	수정 후
경관유동식과 고 영양 수액요법의 변화에 따른 지침	지침 없음	· 경관유동식 중단시 인슐린 용량을 1/2로 줄이고, 재시작시 2배로 용량 증가시키도록 지침 마련함 · 고 영양 수액요법의 변화에 따른 인슐린 용량 변경지침 마련함(임상 타당도 검증 결과에 근거)
프로토콜 적용동안 의사에게 알리고 상의해야 하는 지침	지침 없음	· 저혈당(<60 mg/dL), 고혈당(>400 mg/dL), 인슐린 고용량 주입(≥9 cc/hr), 혈당변화상태 등 담당의사에게 알리고 상의해야 하는 지침 마련함(전문가 집단의 논의결과에 근거)
인슐린 주입 프로토콜	인슐린 주입량 변화표가 2개로 되어있음	· 1개의 표로 좀 더 간결하게 정리. 도식화하고 적용방법을 예로 제시함
저혈당 발생시 관리방법	저혈당 발생시 포도당 주입 후 혈당 ≥100 mg/dL까지 혈당 15분마다 측정	· 간호사의 인력과 업무과다를 고려하여, 저혈당 발생시 포도당 주입, 1시간 후 측정된 혈당이 ≥100 mg/dL이면 다시 인슐린 주입 시작 하고, 목표혈당에 도달할 때까지 1시간마다 측정하는 것으로 변경함(예비연구의 저혈당 조절상태, Van den Berghe(2001) 프로토콜에 근거함)
혈당 측정시간	1시간마다 측정, 목표혈당에 연속 2회 도달하면 4시간마다 측정	· 2시간마다 측정. 목표혈당에 연속 2회 도달하면 4시간마다 측정(간호사의 업무부담 감소위하여 전문가 집단의 논의결과에 근거). · 1시간마다 혈당 측정하는 기준 마련함
인슐린 조절시 주의사항	특별한 지침 없음	· 저혈당 발생의 위험을 감소시키기 위한 주의사항 지침 마련함(전문가 집단의 논의 결과에 근거)

IV. 연구결과

내과 중환자 혈당조절 프로토콜은 2007년 11월부터 2008년 2월까지 Thomas(1999)의 프로토콜 개발 4단계 과정에 따라 개발되었다.

1. 예비 혈당조절 프로토콜의 임상 타당도 검증

대상자의 일반적 특성과 혈당조절에 영향을 미칠 수 있는 중환자 특성은 <표 2>와 같다.

<표 2> Demographic and Critical Care Characteristics of the Subjects (n=17)

Variables	Mean or n(%)		
	Yale (n=6)	Mayo (n=5)	Conventional (n=6)
Sex male	6(100.0)	3(60.0)	4(66.7)
Age (years)	66.50	63.20	71.83
BMI* (kg/m ²)	22.55	24.80	25.76
APACHE II [†] score	20.00	26.00	24.17
Underlying disease			
Gastrointestinal or liver	1(16.7)	-	-
Respiratory	4(66.7)	2(40.0)	2(33.3)
Neurologic	-	1(20.0)	-
Sepsis on ICU [‡] admission	1(16.7)	-	2(33.3)
Hematologic or Oncologic	-	2(40.0)	1(16.7)
Renal	-	-	1(16.7)
History of diabetes	4(66.7)	1(20.0)	3(50.0)
Use of steroids	4(66.7)	1(20.0)	4(66.7)
Renal failure	2(33.3)	4(80.0)	4(66.7)

* BMI: body mass index,

[†] APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation

[‡] ICU: intensive care Unit,

본 연구 대상자의 일반적 특성 중, 당뇨력은 47.1%로 선행연구(Krinsley, 2004; Van den Berghe 등, 2006)의 15.3~17.3%보다 높은 반면 BMI는 24.4 kg/m²로 정상이었으며, 국외의 선행연구(Goldberg 등, 2004; Van den Berghe 등, 2006) 결과보다 낮았다. 즉 본 연구 대상자는 BMI와 무관하게 당뇨력이 높았고, APACHE II점수는 23.4점으로 선행연구의 24점(Goldberg 등, 2004; Van den Berghe 등, 2006)과 유사하였다.

세 군간의 연령(F=0.800, p=.469), BMI(F=0.803, p=.467), APACHE II점수(F=3.398, p=.063)는 유의한 차이가 없어 세 그룹의 일반적 특성과 환자 중증도는 동질한 것으로 나타났다.

예비 혈당조절 프로토콜의 적용결과는 <표 3>과 같다.

중환자실 입원시 혈당은 세 군간 통계적으로 유의한 차이가 없었다(F=0.298, p=.747). 그러나 평균혈당은 Yale 프로토콜 군이(143.81 mg/dL) 가장 낮았고, 목표혈당 100~140 mg/dL 비율은 Yale 프로토콜군(36.0%)이 가장 높았으며, 정상혈당 80~110 mg/dL비율은 Yale 프로토콜군(21.2%)이 가장 높고, 세 군간의 유의한 차이를 보였다(F=4.059, p=.041). 심한 고혈당 비율은 Yale 프로토콜군(13.1%)이 유의하게(F=4.593, p=.029) 낮았다.

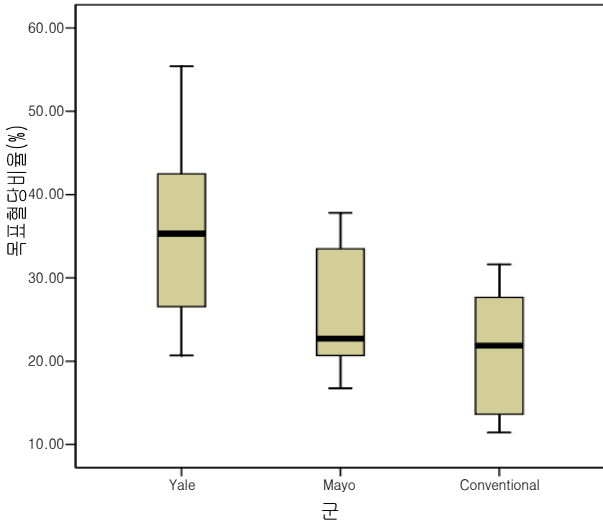
인슐린 정맥 주입시작 후 목표혈당 도달시간은 Yale 프로토콜군이 7.7시간으로 유의하게 짧았다(F=5.021, p=.023). 혈당 60 mg/dL이하의 저혈당 비율은 세 군간의 유의한 차이가 없었고(F=0.418, p=.666), 1일 혈당측정 건수는 혈당조절 프로토콜 적용군이 기존 혈당조절군보다 높았고, 세 군간의 유의한 차이가 있었다(F=9.342, p=.003).

<표 3> Comparison of the State of Blood Glucose Control between Groups (n=17)

Variables	Mean(±SD) or n(%)			F	p
	Yale (n=6)	Mayo (n=5)	Conventional (n=6)		
Blood glucose on admission (mg/dL)	212.83(±50.17)	237.40(±69.64)	222.20(±37.66)	0.298	.747
Mean glucose in ICU* stay (mg/dL)	143.81(±23.53)	162.73(±14.74)	187.08(±37.33)	3.725	.050
No of glucose test in ICU stay	148.33(±68.33)	130.80(±78.37)	90.83(±50.80)	1.193	.332
No of glucose test in ICU per a day	10.67(±3.55)	10.13(±2.13)	5.12(±0.49)	9.342	.003
Incidence of target range of glucose 100~140 (mg/dL)	57.0(36.0)	35.2(26.3)	17.7(21.4)	3.280	.068
Incidence of normal range of glucose 80~110 (mg/dL)	34.2(21.2)	15.6(9.2)	6.3(7.6)	4.059	.041
Incidence of hyperglycemia 141~200 (mg/dL)	43.7(31.3)	57.8(48.6)	32.0(34.3)	2.871	.090
Incidence of severe hyperglycemia ≥ 200 (mg/dL)	16.5(13.1)	26.6(17.9)	35.3(37.9)	4.593	.029
Incidence of hypoglycemia ≤ 60 (mg/dL)	1.0(0.6)	0.4(0.3)	1.2(0.7)	0.418	.666
Incidence of severe hypoglycemia ≤ 40 (mg/dL)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.2(0.1)	0.906	.427
Time to target range of glucose 100~140mg/dL (hours)	7.67(±6.41)	26.20(±32.69)	46.50(±19.14)	5.021	.023
Duration of protocol use (days)	14.67(±8.26)	12.60(±7.50)	18.00(±10.84)	0.500	.617

* ICU: intensive care Unit,

본 연구결과 세 혈당조절군의 목표혈당 비율을 그래프로 나타낸 결과는 다음과 같고[그림 2], 프로토콜 적용 후 첫 72시간 동안 측정된 세 군간의 평균혈당을 비교한 결과는 [그림 3]과 같다.

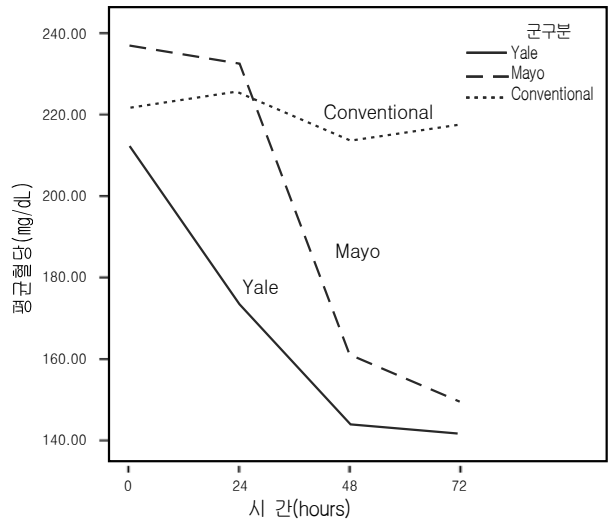


[그림 2] Comparison Incidence of Target Range of Blood Glucose between Three Groups

두 그래프에서 보여지는 바와 같이 Yale 프로토콜 적용군이 다른 두 군보다 목표혈당 비율이 높고, 목표혈당에 빨리 도달하는 것으로 나타났다.

따라서 Yale 프로토콜은 혈당조절이 안정적이며 효과적으로 잘 되는 것으로 평가되어 전문가 집단의 승인을 받아 내과 중환자실

환자를 대상으로 개발할 혈당조절 프로토콜로 선정되었다.



[그림 3] Comparison of Mean Blood Glucose State between Three Groups During the First 72Hours of Insulin Infusion

2. 내과 중환자 혈당조절 프로토콜 개발

본 연구의 프로토콜 개발과정을 통하여 내과 중환자 혈당조절 프로토콜이 최종적으로 개발되었다(표 4). 본 Yale 프로토콜을 하나의 표로 정리하였고, 임상 타당도 및 전문가 그룹의 타당도 과정을 거쳐 수정·보완하였다.

<표 4> 개발된 내과 중환자 혈당조절 프로토콜(Modified Yale)

** 내과 중환자 혈당 조절 프로토콜 **

1. 내과 중환자실에 입원 후 안정상태에 도달한 만 18세 이상의 환자를 대상으로 중환자실 입원 후 **연속 2회 측정혈당이 >200 mg/dL** 이면 인슐린 주입(Humulin-R 50unit & N/S 50cc)을 시작한다.

*** 대상자 제외기준**

- ① 임신중인 환자 ② 패혈성 쇼크가 진행중인 환자 ③ 당뇨병성 케톤산증 환자 ④ 고혈당 고삼투성 환자 ⑤ DNR permission을 받은 환자 ⑥ 보호자가 상기기술에 동의하지 않는 환자 ⑦ 중환자실 입원 후 3일 이내에 사망하거나, 퇴원하게 되는 환자

2. 목표혈당: **100~140 mg/dL**

3. 초기의 인슐린 주입 용량 (bolus & 초기 주입용량)

초기 혈당 ÷ 100 한 후 0.5U 단위로 근사치에 가깝게 초기 값 설정한다.

예) ① 초기혈당 = 325 mg/dL --> 325÷100=3.25 면 3.5U iv bolus + 3.5 U/hr 주입시작

② 초기혈당 = 274 mg/dL --> 274÷100=2.74 면 2.5U iv bolus + 2.5 U/hr 주입시작

4. 혈당 관찰(Monitoring)

① 혈당측정은 프로토콜 시작 후 q2 hours 측정한다.

② 연속 2회 목표혈당범위에 도달하면 정기적으로 혈당측정한다. (4회/1일: 4AM-10AM-4PM-10PM)

*** 혈당측정 q2 hours 기준**

- ① 주입되는 인슐린 용량의(2 cc/hr 이상) 변경
- ② 환자의 승압제 사용의 증량
- ③ 새로이 스테로이드 혹은 승압제 사용
- ④ 신대치요법, 혈액투석의 시작 혹은 중단
- ⑤ TPN, PPN, 혹은 경관유동식 투여량의 변화 혹은 중단
- ⑥ 3회 이상 목표혈당에 벗어난 경우
- ⑦ 현재 주입되는 인슐린 용량이 3 cc/hr 이상

5. 인슐린 조절시 주의사항

- ① Feeding 중단 시 그 전 용량의 1/2로 인슐린 용량을 줄이고, Feeding 시작시 그 전 용량의 2배(stop 했을 경우는 0.5 cc/hr)로 시작한다.
- ② 음식인 경우에도 현재 주입중인 인슐린 용량이 2.5 cc/hr 이상이면 2AM에 그 전 용량의 1/2로 인슐린 용량을 줄인다.
- ③ Bolus feeding인 경우 식사 전 혹은 식사 2시간 후 혈당을 측정한다.
- ④ TPN 용량을 조절, 중단 하거나 TPN -> PPN으로 변경시 인슐린 용량을 조절한다.
- ⑤ 측정된 혈당이 <60 mg/dL 이거나 >400 mg/dL 시 반드시 내과 담당의사에게 알린다.
- ⑥ 현재 주입되는 인슐린 용량이 9 cc/hr 이상인 경우 반드시 내과 담당의사에게 알린다.
- ⑦ 혈당 프로토콜을 적용하면서 저혈당이 예상될 때 혈당 프로토콜대로 인슐린 조절 후 심각한 저혈당을 예방하기 위해 1시간 후에 혈당을 측정한다.
- ⑧ 혈액투석을 시행하는 동안 저혈당 예방을 위해 혈당측정은 2시간마다 시행한다.
- ⑨ 인슐린 프로토콜을 적용한 혈당조절시 혈당조절이 잘 안되거나 예상되지 못한 반응, 저혈당의 증상이 보일경우 반드시 내과담당의사에게 알린다.

6. 인슐린 주입 프로토콜

◆ 전후 혈당 차이(Blood Glucose Change: BGC mg/dL)

= (이전 혈당 - 현재 혈당)/측정시간

현재 혈당(mg/dl) < 50	50-74	75-99	100-139	140-199	> 200	Insulin Change			
						현재 인슐린 용량			
						< 3.0 U/hr	3.0~6.0	6.1~9.5	9.6~14.5
stop insulin 50% D/W 50cc IV -> 1시간 후 혈당>100 -> 1시간 후 그전의 50% rate.으로 시작 ->목표혈당에 도달할 때까지 혈당 q1hrs 측정	50% D/W 25cc IV -> 1시간 후 혈당>100 -> 1시간 후 그전의 75% rate.으로 시작			BGC ↑ > 50	BGC ↑	↑ 1 U/hr	↑ 2 U/hr	↑ 3 U/hr	↑ 4 U/hr
			BGC ↑ > 25	BGC ↑ ≥ 0~50	BGC ↓ ≤ 0~25	↑ 0.5 U/hr	↑ 1 U/hr	↑ 1.5 U/hr	↑ 2 U/hr
	BGC ↑ > 25	BGC ↑ ≥ 0~25 or ↓ < 1~25	BGC ↓ ≤ 1~50	BGC ↓ ≤ 26~75	No Change				
	BGC ↓ ≤ 0~25	BGC ↓ ≤ 26~50	BGC ↓ ≤ 51~75	BGC ↓ ≤ 76~100	↓ 0.5 U/hr	↓ 1 U/hr	↓ 1.5 U/hr	↓ 2 U/hr	
	BGC ↓ > 25	BGC ↓ ≤ 51 이상	BGC ↓ < 75 이상	BGC ↓ < 100 이상	30 분간 insulin stop 후				
					↓ 1 U/hr	↓ 2 U/hr	↓ 3 U/hr	↓ 4 U/hr	

예) ① 현재 혈당 (10AM) = 143 mg/dL, 이전 혈당(8AM) = 245 mg/dL, 현재 인슐린 용량 2.5 U/hr -> (245-143)/2 = 51면 현재혈당 140-199 칸에서 51~75사이만큼 떨어져으므로 0.5 U/hr 만큼 인슐린 주입량을 조절하여 2 U/hr 유지한다.

② 현재 혈당 (4AM) = 73 mg/dL, 이전 혈당(1AM) = 125 mg/dL, 현재 인슐린 용량 1.5 U/hr -> (125-73)/3 = 17.3이면 현재 혈당 50-74 칸에서의 지침대로 인슐린 주입을 중단하고, 50% D/W 25cc IV 시행한다. 1시간 후 다시 측정된 혈당이 100 mg/dL 이상이면 그전의 인슐린 용량의 75%인 1.125 -> 1 U/hr로 시작하며, 목표혈당에 도달할 때까지 1시간마다 혈당 측정한다.

*** 프로토콜 적용 중단 기준**

- ① 대상자의 상태 악화(패혈성 쇼크의 발생 및 진행)
- ② 혈당조절이 안되는 경우(혈당 500 mg/dL 이상 2회 발생)
- ③ 심한 저혈당(<40 mg/dL)이 2회 이상 발생한 경우
- ④ 대상자의 상태가 악화되어 DNR 동의를 받는 경우
- ⑤ 대상자의 상태가 호전되어 일반병실로 이동하는 경우
- ⑥ 대상자의 장기간 중환자실 치료에도 호전없어 Hopeless로 퇴원하거나 타병원 이송하는 경우
- ⑦ 대상자나 보호자가 참가 동의를 철회한 경우

V. 논 의

프로토콜은 비효율적인 간호과정에 대해 자세하게 진술된 임상실무지침으로, 실무지침의 구체적인 기능은 근거중심의 명확하고 접근 가능한 표준을 제정하고, 보다 용이하게 객관적인 임상 의사결정을 내리게 하는 것이다(Courtney, 2007). 따라서 본 연구에서는 혈당조절 프로토콜 개발을 위하여 선행연구결과 검증된 다양한 혈당조절 프로토콜 중에서 국내 내과 중환자실 환자에게 적용가능하고 목표 혈당이 100~140 mg/dL으로 같은 Yale 프로토콜과 Mayo 프로토콜을 일차 선정하였다. 또한 두 프로토콜의 적용결과를 비교하여 프로토콜을 수행하기 용이하면서도 안정적이며 혈당조절 효과가 높은 프로토콜을 선정하여 개발하고자 하였다. 그 결과 Yale 프로토콜이 Mayo 프로토콜보다 저혈당 발생 위험이 적고 혈당조절이 잘 된 것으로 나타나 본 연구는 Yale 프로토콜을 최종적으로 선정하여 수정·보완하였다. 이 같은 결과는 혈당조절 프로토콜은 혈당조절이 잘 되며 저혈당 비율이 낮은 안정성을 최우선으로 정한 프로토콜 선정기준(Krinsley, & Grover, 2007; Wilson 등, 2007; Bochicchio, & Scalea, 2008)을 지지한다.

혈당조절 프로토콜을 적용 시 가장 큰 부작용은 저혈당의 발생이다(Van den Berghe 등, 2006; Krinsley, & Grover, 2007; Oeyen 등, 2007). 따라서 혈당을 조절하면서 저혈당 발생의 위험을 최소화할 수 있는 효과적인 중환자의 혈당조절 프로토콜이 필요하다(Vanhorebeek 등, 2007). 본 연구에 적용한 Yale 인슐린 프로토콜은 대상자 선정 및 제외기준과 프로토콜 적용방법, 프로토콜 중단기준은 포함하고 있지만 중환자의 치료변화와 상태변화에 따른 구체적인 혈당조절지침을 제시하고 있지 않다. 그러므로 혈당조절 프로토콜 성공여부의 판단지표인 저혈당 비율을 최소화하기 위하여(Krinsley, 2004; Bochicchio, & Scalea, 2008), 전문가 모임을 통하여 경관유동식 주입량의 변화와 고 영양 수액요법의 변화에 따른 인슐린 용량의 변경방법을 구체적으로 제시하였다. 또한 주로 새벽에 발생하는 저혈당을 예방하기 위하여 경관유동식의 주입이 끝나는 새벽 2시 이후 주입중인 인슐린 용량을 그 전 용량의 50% 이하로 감량하도록 보완하였다. 혈액투석 치료를 받는 경우에는 기존 4시간마다 측정하던 혈당을 2시간 마다 측정하도록 변경하여 저혈당 발생을 감소시켰다. 이 같은 노력의 결과 본 연구에서 저혈당의 비율은 0.6%로 선행연구(Kanji 등, 2004; Van den Berghe 등, 2006)의 1.0~18.7% 보다 낮았고, 세 군간의 저혈당 비율은 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 본 연구결과 개발된 프로토콜은 저혈당의 부작용 없이 안정적인 것으로 확인되었다.

혈당조절 프로토콜을 적용함에 있어 또 다른 부작용은 혈당 측정 건수의 증가로 이는 간호사의 업무량을 증가시킬 수 있다(Goldberg 등, 2004; Fraser 등 2006; Oeyen 등, 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. 또한 저혈당 발생 후 지침 중 15~30분마다 시행하는 혈당측정을 1시간마다 측정하는 것으로 전문가 모임을 통하여 수정·보완하였다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서 프로토콜을 적용한 군이 기존 혈당조절군보다 1일 혈당측정 건수가 유의하게 증가하였다. 이는 프로토콜을 적용하여 혈당조절을 시작할 경우 목표혈당 범위에 안정적으로 도달할 때까지 혈당을 자주 측정하는 것이 불가피하기 때문이며, 간호사가 처음으로 직접 프로토콜을 적용하여 혈당을 조절하는 것에 대한 부담감으로 혈당을 자주 측정한 것과는 관련이 있을 것으로 생각된다. 그러나 좀 더 많은 대상자에게 장기간 프로토콜을 적용하여 익숙하게 프로토콜을 적용할 경우 혈당측정건수로 인한 간호사의 업무량 증가는 최소화 될 것으로 기대된다.

혈당조절 프로토콜의 성공적인 수행 전략 중 하나는 의사와 간호사간의 의사소통과 협조이며, 의사와 간호사를 대상으로 한 집중적인 교육이 의사소통 증진을 위한 가장 기본적인 요소로 제시되었다(Fraser 등, 2006; Holzinger 등, 2008). 따라서 본 연구자는 프로토콜 적용 전 간호사를 대상으로 교육을 시행하였다. 교육의 내용은 프로토콜을 적용한 혈당조절의 필요성, 간호사가 혈당조절 프로토콜을 수행하는 이유, 프로토콜 적용기준 및 중단기준을 포함하였고, 프로토콜 적용방법 및 적용 시 주의 사항 등 실제적인 적용지침을 교육하였다. 또한 혈당측정치와 측정시간, 주입되는 인슐린 용량과 변화하는 용량을 모두 임상 관찰지에 기록하여 의사와 간호사간의 의사소통을 증진시켰다. 이와 같은 노력이 본 연구에서 간호업무량의 증가 없이 프로토콜을 수행 가능하게 한 또 다른 요인으로 생각할 수 있다.

본 연구에서 의사와 간호사로 구성된 전문가 모임은 예비 프로토콜 선정단계부터 프로토콜 개발 전 과정을 논의함으로써 본 연구의 프로토콜 적용은 큰 어려움 없이 진행되었다. 또한 프로토콜 적용 시 간호사가 의사에게 알리는 기준을 명확히 하여 의사가 혈당조절과정에서 발생하는 문제를 즉시 파악하고 해결할 수 있도록 하였다. 이러한 과정은 프로토콜 개발과 적용 시 협동적인 노력이 필요함을 주장한 Taylor 등(2006)의 의견을 반영한 것으로 다학제적으로 프로토콜을 개발하고 적용하였다는 데 본 연구의 또 다른 의의가 있다.

한편 본 연구에서 프로토콜 수행동안 어려웠던 점은 중환자의 잦은 상태변화에 따른 혈당조절에 대한 부담감으로 나타났

다. 낮은 프로토콜 이행률의 가장 큰 원인이 간호사의 프로토콜 수행에 대한 부담감을 보고한 선행연구 결과(Malesker 등, 2007)를 고려할 때 프로토콜의 성공적인 수행을 위하여 간호사의 혈당조절에 대한 부담감을 줄이기 위한 다각적인 노력이 매우 중요할 것으로 생각된다.

VI. 결론 및 제언

본 연구는 중환자의 효과적인 혈당조절을 위하여 17명의 내과 중환자실 환자를 대상으로 Yale 프로토콜, Mayo 프로토콜, 기존의 혈당조절군의 혈당조절 상태를 비교하여 내과 중환자실 혈당조절 프로토콜을 개발하고자 시도되었다.

본 연구결과 Yale 프로토콜을 적용한 군이 저혈당 비율의 증가 없이 혈당이 효과적으로 조절된 것으로 나타났다. 프로토콜을 적용한 혈당조절은 중환자의 정상혈당 비율을 증가시키고 목표혈당 도달시간을 감소시켰음이 확인되었다.

프로토콜 개발과정은 간호사와 의사의 협조 하에 큰 어려움 없이 수행되었고 이 같은 결과는 국내에서 처음 시도된 혈당조절 프로토콜 개발 연구라는데 그 의미가 더 크다고 할 수 있다.

그러므로 본 연구결과 개발된 혈당조절 프로토콜은 내과 중환자실 환자의 효율적인 혈당조절의 실무지침이 될 수 있을 것으로 사료된다.

위의 결과를 토대로 다음과 같은 연구를 제언한다.

첫째, 개발된 프로토콜을 내과 중환자실 환자를 대상으로 적용하여 혈당조절 상태 및 사망률, 감염률, 장기부전의 호전 등의 임상지표의 효과를 파악할 것을 제언한다.

둘째, 프로토콜 적용 시 어려웠던 점으로 평가된 식이와 고영양 수액의 변경에 따른 혈당조절 지침을 보완한 컴퓨터화된 혈당조절 프로토콜의 개발 연구를 제언한다.

참고문헌

김희승, 윤건호, 유양숙, 오정아, 송미선, 신미옥 등(2002). 제2형 당뇨병 환자에게 적용한 표준진료지침이 혈당, 당화혈색소, 당뇨지식 및 재원일수에 미치는 효과. *임상당뇨병*, 3(1), 76-86.

이승운(2004). *고혈당이 슬후 재원일에 미치는 영향*. 건국대학교 석사학위논문, 서울.

이중석, 장철호, 심연희, 한동우, 김창석, 신증수(2004). 중환자실 입실 시 고혈당증은 환자의 예후를 악화시킨다. *대한중환자 의학회지*, 19(2), 121-125.

장태창(2004). *외상환자에서 내원 초기 고혈당증과 예후와의 상관관계*. 경북대학교 석사학위논문, 대구.

정혜원(2002). *한국인 제2형 당뇨병 환자의 표준치료지침 개발*. 연세대학교 석사학위논문, 서울.

Aragon, D. (2006). Evaluation of nursing work effort and perceptions about blood glucose testing in tight glycemic control. *American Journal of Critical Care*, 15(4), 370-377.

Bochicchio, G. V., Joshi, M., Bochicchio, K. M., Pyle, A., Johnson, S. B., Meyer, W., et al. (2007). Early hyperglycemic control is important in critically injured trauma patients. *The Journal of Trauma*, 63(6), 1353-1359.

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

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

Courtney, M. D. (2007). *Evidence for nursing practice*. Marrickville, NSW: Churchill Livingstone.

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. C., Sicoutris, C., Reilly, P. M., Schwab, C. W., & Gracias, V. H. (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. I., 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.
- Hovorka, R., Kremen, J., Blaha, J., Matias, M., Anderlova, K., Bosanska, L., et al. (2007). Blood glucose control by a model predictive control algorithm with variable sampling rate versus a routine glucose management protocol in cardiac surgery patients: A randomized controlled trial. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(8), 2960-2964.
- 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.
- Krinsley, J. S. (2004). Effect of an intensive glucose management protocol on the mortality of critically ill adult patients. *Mayo Clinic 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.
- Lonergan, T., Le Compte, A., 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.
- Malesker, M. A., Foral, P. A., McPhillips, A. C., Christensen, K. J., Chang, J. A., & Hilleman, D. E. (2007). An efficiency evaluation of protocols for tight glycemic control in intensive care units. *American Journal of Critical Care*, 16(6), 589-598.
- 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.
- 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.
- Thomas, L. (1999). Clinical practice guidelines. *Evidence-Based Nursing*, 2(2), 38-39.
- Van den Berghe, G., Wilmer, A., Hermans, G., Meersseman, W., Wouters, P. J., Milants, I., et al. (2006). Intensive insulin therapy in the medical ICU. *The New England Journal of Medicine*, 354(5), 449-461.
- Van den Berghe, G., Wouters, P., Weekers, F., Verwaest, C., Bruyninckx, F., Schetz, M., et al. (2001). Intensive insulin therapy in critically ill patients. *The New England Journal of Medicine*, 345(19), 1359-1367.
- Vanhorebeek, I., Langouche, L., & Van den Berghe, G. (2007). Tight blood glucose control with insulin in the ICU: Facts and Controversies. *Chest*, 132, 268-278.
- Wilson, M., Weinreb, J., & Soo Hoo, G. W. (2007). Intensive insulin therapy in critical care. *Diabetes Care*, 30(4), 1005-1011.

Development of a Blood Glucose Control Protocol for Medical ICU Patients

Kim, Eun Sung¹⁾ · Choi-Kwon, Smi²⁾

1) RN, Medical ICU, Severance Hospital, Yonsei University Health System

2) Professor, College of Nursing, Seoul National University

Purpose: The purpose of this study was to develop a blood glucose control protocol for medical intensive care unit (ICU) patients. **Methods:** The blood glucose control protocol was developed through the following process: selection of preliminary protocols, clinical application, and evaluation. The clinical validity of the protocol was measured by application, along with examination of the effects of the Yale and the Mayo blood glucose protocols. Seventeen medical ICU adults patients whose blood glucose levels exceeded 200 mg/dL consecutively participated in the study. The development protocol was evaluated by an expert group. **Results:** Incidence of normal blood glucose levels ($p=.041$) increased significantly in the Yale protocol application group. Also, incidence of severe hyperglycemia ($p=.029$) decreased significantly and time to target range of glucose ($p=.023$) decreased significantly after application of the Yale protocol. However, there was no significant difference in incidence of hypoglycemia ($p=.666$) between three groups. **Conclusion:** Using the developed protocol as a basis for the modified Yale protocol was found to be effective in improving the state of blood glucose control for medical ICU patients and is expected to be used for nursing intervention in critical care.

Key words: Critical care, Clinical protocol, Hyperglycemia, Blood glucose, Insulin

Corresponding author: Choi-Kwon, Smi

College of Nursing, Seoul National University

28, Yongondong, Jongnogu, Seoul 110-799, Korea

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