

## 당뇨병환자의 수술 중 및 수술 후 혈당조절

제주대학교 의학전문대학원 내과학교실  
고관표

Intraoperative and Postoperative Glycemic Management in Patients with Diabetes

Gwanpyo Koh

Department of Internal Medicine, Jeju National University School of Medicine, Jeju, Korea

### Abstract

Unlike minor operations, major surgeries require strict glycemic control using intravenous insulin infusion in patients with diabetes. The postoperative transition to subcutaneous insulin, if needed, can begin several hours before discontinuing intravenous insulin, by reinitiation of basal insulin re-initiation. Basal-bolus insulin regimens are safer and more effective in hospitalized patients than supplemental-scale regular insulin. [J Korean Diabetes 2011;12:150-153]

**Keywords:** Intraoperative care, Postoperative care, Hyperglycemia, Diabetes mellitus

### 수술 중 혈당관리 방법

#### 1. 수술시간은 중요한 결정인자다

수술 중 혈당관리계획은 수술시간에 따라 좌우된다. 간단한 작은 수술에서는 술 전 혈당조절방법을 그대로 적용할 수 있다. 장시간의 복잡한 수술에서는 인슐린 정맥주입으로 전환함으로써 신속한 용량조정이 가능해져 안정적인 혈당조절을 할 수 있다. 인슐린정주는 수술 전에 시작해야 하며 환자가 수술실에 도착했을 때 이미 안정적인 혈당수준을 보여야 한다. 인슐린정주방법은 복잡하고 빈번한 혈당측정과 용량조정을 요하므로 숙련된 전문 의료인력이 갖춰진 상황에서 실행돼야 한다.

#### 2. 속효성 인슐린(Regular Insulin, RI)은 정맥주입에 가장 적합하다

RI는 정맥으로 투여됐을 때 반감기가 7분이며 효과지속은 1시간에 불과하다. 따라서 혈당조절을 신속하게 할 수 있으므로 수술 전후와 중증환자의 혈당관리에 가장 적합한 정맥 인슐린제형이다. 초속효성 인슐린용

사제도 정맥으로 투여할 수 있지만 가격이 비싸고 RI에 비해 장점이 없다.

현재 몇몇 인슐린정주 알고리즘이 사용되고 있으며 Markovitz 등[1]이 제시한 정적인 (static)방법도 있지만 “Yale protocol”처럼 혈당치에 따라 용량을 자가조정하는 동적인 방법도 있다(Table 1)[2].

### 수술 후 혈당관리 방법

#### 1. 피하인슐린주사로 전환

정맥에서 피하인슐린주사로의 전환은 간단하지 않으며 환자의 영양섭취경로(경정맥(parenteral 또는 경장관(enteral))를 고려해야 한다. 인슐린은 생리적 요구량에 맞게 보충되어야 하므로 식사와 상관없이 기저인슐린, 식후혈당 또는 영양요구를 충족하기 위해 초속효성 인슐린, 그리고 고혈당을 교정하기 위한 보충용 초속효성 인슐린이 필요하다.

정맥에서 피하인슐린주사로 전환할 때 지속형 인슐린은 아무 때나 시작할 수 있지만 대개 인슐린정주를 중단하기 전 12~24시간이 권장된다. 일정시간 인슐린정주와

피하 기저인슐린 중복투여는 제1형 당뇨병에서 케톤발생을 억제하고 케톤산혈증을 예방하며, 제2형 당뇨병에서는 안정적인 인슐린전환과 혈당조절을 용이하게 한다.

## 2. 기저인슐린 용량의 결정

초기 기저인슐린 용량은 이전 인슐린정주로 혈당조절이 안정적이었던 경우 정맥인슐린 총량의 50~80%로 하며, 몸무게 kg 당 0.25 U로 시작하는 방법도 있다. 기저인슐린 투여 횟수는 glargine은 하루 한 번, detemir는 하루 두 번으로 한다.

## 3. 피하 보충인슐린으로 전환

피하 보충인슐린 용량은 기준지침에 따라 결정돼야

한다. 일반적으로 130~150 mg/dL 미만의 혈당기준을 유지하기 위해 다음 횟수의 수지혈당검사가 필요하다.

환자가 경정맥 또는 경장관 영양보충을 받는다면 초속효성 인슐린은 4~6시간 마다, 속효성 인슐린은 6시간 마다 혈당검사를 해야 한다.

환자가 음식을 경구섭취한다면 매 식전과 취침전에 혈당검사를 해야 한다.

고혈당을 교정하기 위한 보충인슐린 용량은 각 환자의 인슐린저항성에 따라 개별화해야 하며 (Table 2), 혈당기준을 유지하기 위해 수시로 용량조정이 필요하다.

## 4. 영양섭취에 따른 인슐린공급

영양과 관련된 인슐린요구량은 섭취방법에 따라 다르다.

Table 1. Yale insulin infusion protocol

### 인슐린정맥주입의 시작

- 1) 인슐린주입: 생리식염수 1 mL 당 RI 1U를 혼합하여 주입펌프(infusion pump)를 통해 정주하고 0.5 U/hr 간격으로 속도를 결정한다.
- 2) Priming: 주입 전에 인슐린혼합용액 50 mL로 모든 정맥관(IV tubing)을 씻어낸다(정맥관 벽의 인슐린결합을 포화시키기 위함).
- 3) 목표 혈당치: 100~139 mg/dL
- 4) 일시주입량(bolus)과 초기 지속주입속도의 결정: 초기 혈당치를 100으로 나눈 후 0.5 U 기준으로 반올림 및 버림한 양을 일시주입량과 초기 지속주입속도에 배분한다.  
예: 초기 혈당치 = 325 mg/dL:  $325/100 = 3.25$ , 3.5로 반올림: 일시주입량 3.5 U+초기 지속주입속도 3.5 U/hr

### 혈당(blood glucose, BG) 모니터링

- 1) 혈당이 안정화될 때(3회 연속 기준치 이내)까지 매 시간 측정한다.
- 2) 이어 2시간마다 측정하고 12~24시간 동안 안정적이면 4시간 간격으로 늘린다.
- 3) 다음 사항에 해당되면 다시 매시간 측정한다.
 

(a) 인슐린주입속도의 변화	(b) 환자상태의 의미있는 변화
(c) 강압제 또는 스테로이드의 개시 또는 중단	(d) 신대체요법의 개시 또는 중단
(e) 영양공급의 개시, 중단 또는 투여속도 변화	

### 인슐린주입속도의 결정

혈당 < 50 mg/dL: 인슐린주입을 중단한다.

- 50% dextrose (D50) 1 앰플(25 g)을 정주하고 15분 간격으로 혈당을 측정한다.
- 혈당이 100 mg/dL 이상으로 회복되면 1시간 후 원래 주입속도의 50%로 인슐린을 재주입한다.

혈당 50~74 mg/dL: 인슐린주입을 중단한다.

- 저혈당 증상이 있다면 D50 1앰플(25 g)을 정주하고 15분 간격으로 혈당을 측정한다.
- 증상이 없다면 D50 0.5앰플(12.5 g)을 정주하거나 8온스 양의 주스를 마시게 하고 15~30분 간격으로 혈당을 측정한다.
- 혈당이 100 mg/dL 이상으로 회복되면 1시간 후 원래 주입속도의 75%로 인슐린을 재주입한다.

혈당 ≥ 75 mg/dL:

- 1 단계: 현재 혈당치에 따른 아래 표의 해당 열(column)을 확인한다.
- 2 단계: 이전 혈당치와 비교하여 변화속도를 계산한 후 해당 칸(cell)을 확인한다. 이어 제시된 속도로 주입한다.

총경정맥영양공급(Total parenteral nutrition, TPN)을 받는 환자는 TPN 용액 내 포도당 10~15 g 당 RI 1 U로 시작하여 혼합하고 이후 혈당치에 따라 증감

한다.

경구섭취 환자는 매 식전 RI 또는 초속효성 인슐린을 사용한다. 자세히 말해 섭취 포도당 10~15 g 당 1 U로

(계속)

혈당 75~99 mg/dL	혈당 100~139 mg/dL	당 140~199 mg/dL	혈당 ≥ 200 mg/dL	인슐린주입속도 <sup>b</sup>
	증가속도 > 50 mg/dL/hr	증가	2Δ 증가	
	증가속도 > 25 mg/dL/hr 또는 불변	증가속도 1~50 mg/dL/hr 감소속도 1~25 mg/dL/hr	불변 또는	Δ 증가
증가	증가속도 1~25 mg/dL/hr, 불변 또는 감소속도 1~25 mg/dL/hr	감소속도 1~50 mg/dL/hr	감소속도 26~75 mg/dL/hr	변화 없음
불변 또는 감소속도 1~25 mg/dL/hr	감소속도 26~50 mg/dL/hr	감소속도 51~75 mg/dL/hr	감소속도 76~100 mg/dL/hr	Δ 감소
감소속도 > 25 mg/dL/hr <sup>a</sup>	감소속도 > 50 mg/dL/hr	감소속도 > 75 mg/dL/hr	감소속도 > 100 mg/dL/hr	30분간 중단 후 2Δ 감소

<sup>a</sup> 인슐린주입을 중단하고 30분마다 혈당을 측정하여 100 mg/dL 이상으로 회복되면 1시간 후 원래 주입속도의 75%로 인슐린을 재주입한다.

<sup>b</sup> 인슐린주입속도의 변화(Δ);

현 주입속도(U/hr)	Δ=주입속도변화(U/hr)	2Δ=2×주입속도변화(U/hr)
< 3.0	0.5	1
3.0 - 6.0	1	2
6.5 - 9.5	1.5	3
10 - 14.5	2	4
15 - 19.5	3	6
20 - 24.5	4	8
≥ 25	≥ 5	10 (의사에게 의뢰)

Adapted from Goldberg et al. Diabetes Care 2004;27:461-7 [2].

Table 2. Protocol for supplemental insulin to correct hyperglycemia

Blood glucose (mg/dL)	Insulin sensitive <sup>a</sup>	Usual <sup>a</sup>	Insulin resistant <sup>a</sup>
141-180	2	4	6
181-220	4	6	8
221-260	6	8	10
261-300	8	10	12
301-350	10	12	14
351-400	12	14	16
> 400	14	16	18

Adapted from Umpierrez et al. Diabetes Care 2007;30:2181-6 [3].

<sup>a</sup> Numbers indicate the number of supplemental units of rapid-acting or regular insulin per dose.

시작하거나 기전인슐린과 동일하게 몸무게 kg 당 0.25 U를 3으로 나눈 용량으로 매 식전 주사하기 시작하고 이후 혈당치에 따라 증감한다

#### 5. 기저-식전 인슐린요법(Basal-bolus Regimen)과 보충(Supplemental-scale) 인슐린요법의 비교

제2형 당뇨병환자를 대상으로 최근 시행된 무작위대조 임상연구에서 기저-식전인슐린요법은 보충인슐린요법에 비해 연구종료 시점의 투여된 인슐린용량이 더 많았고 혈당이 더 낮았으나 저혈당빈도는 두 군간 차이가 없었다. 또한 혈당 140 mg/dL 미만으로 유지된 대상수가 기저-식전인슐린요법군에서 더 많았으며 보충인슐린요법군의 상당수는 혈당이 높아 기저-식전인슐린요법으로 변경해야 했었다. 따라서 기저-식전인슐린요법이 보충인슐린요법보다 우월하다고 말할 수 있다[3].

#### 참고문헌

1. Markovitz LJ, Wiechmann RJ, Harris N, Hayden V, Cooper J, Johnson G, Harelstad R, Calkins L, Braithwaite SS. Description and evaluation of a glycemic management protocol for patients with diabetes undergoing heart surgery. *Endocr Pract* 2002;8:10-8.
2. Goldberg PA, Siegel MD, Sherwin RS, Halickman JI, Lee M, Bailey VA, Lee SL, Dziura JD, Inzucchi SE. Implementation of a safe and effective insulin infusion protocol in a medical intensive care unit. *Diabetes Care* 2004;27:461-7.
3. Umpierrez GE, Smiley D, Zisman A, Prieto LM, Palacio A, Ceron M, Puig A, Mejia R. Randomized study of basal-bolus insulin therapy in the inpatient management of patients with type 2 diabetes (RABBIT 2 trial). *Diabetes Care* 2007;30:2181-6.