

당뇨병 교육자를 위한 advanced module

# 혈당모니터링

-실시간 혈당감시 [real time CGM]-

대한당뇨병학회  
교육위원회

# 학습 목표

- 실시간 지속혈당감시 기기 적응증과 장, 단점에 대해 안다.
- 실시간 지속혈당감시 기기 사용방법 및 데이터 활용방법에 대해 안다.
- 실시간 지속혈당감시 기기 사용 시 주의사항에 대해 안다.

## 증례

- 보호자와 내원한 16세 여아의 당화혈색소는 12.9%였다.
- 6세에 제1형 당뇨병을 진단 받고 현재 MDI(lantus+humalog)로 치료하고 있으나, 최근 4~5년간 혈당조절 잘하지 못하였고, 혈당 측정도 하루 1~2회(아침공복 및 자기 전) 시행하고 있다.
- 학교 생활로 시간 부족해 운동 거의 못하고 있다고 하며, 학교에서 친구들과 간식을 자주 먹게 된다고 한다.
- 보호자는 환아가 학교에서 혈당 측정의 어려움을 호소하므로 자동으로 혈당을 측정해주는 CGM 기기를 사용하고 싶다고 문의하였다.

# 1. 실시간 지속혈당감시(RT-CGM)란?

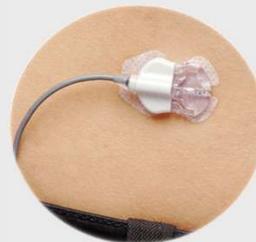
# 적절한 혈당조절을 위한 SMBG의 한계

- 통증
- 전반적인 혈당조절상태 반영 못함 – ‘Snap shot’
- 혈당 변동폭(glycemic excursion), 변화 속도 및 지속시간 반영 어려움

특히 저혈당은 혈당조절목표를 달성하는데 큰 장애요인이다.

# 지속혈당감시(CGМ) 기기

- 혈당치와 혈당 추세를 실시간으로 제공해 주는 기기
- 매 5분마다 혈당 수치를 알려줌
- 고혈당 및 저혈당 알람 기능과 함께 혈당 추세(trend)에 대한 정보를 제공해 줌
- Medtronic사, 1999년 6월 FDA 승인
  - “당뇨기술의 비약적 발전”



포도당 센서



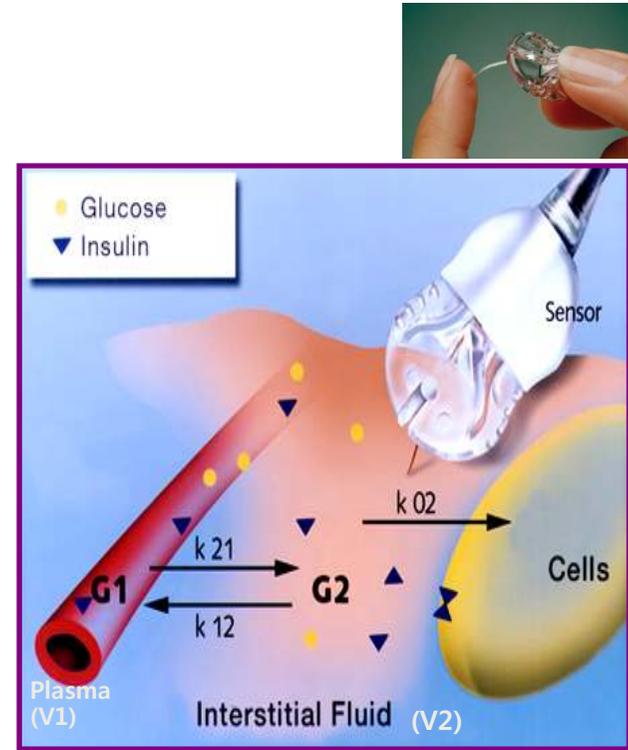
모니터



컴스태이션

# 지속혈당감시기기는 손끝 혈당측정을 대체할 만큼 정확한가?

- 혈당이 안정적일 때 혈당값(G1)과 간질내의 포도당 값(센서혈당,G2)이 평형을 이룰 수 있다.
- 간질내의 포도당 값과 평형을 이루는 데는 정상적인 생리적 지연 시간(Physiological lag time)이 10~15분 정도 걸린다. → **보정(calibration) 필요**
- 절대적인 혈당값보다 센서 혈당값의 추세(trend)를 보는 것이 더 중요하다.



## 보정(Calibration)이란?

- 손끝의 혈당치를 CGM 기기에 알려주는 과정으로 이를 통해 혈당값의 정확도를 조정하도록 해준다.
- 기기에 따라 필요한 보정 횟수가 다르다.
- 보정하기 가장 좋은 시간은 혈당이 안정적일 때이다. (예:식전과 자기전)
- 기기에 화살표가 보일 때는 보정하지 않는다.

# 현재 국내에서 사용중인 지속혈당감시기기

## CGMS GOLD



- 의료진 중심
- 지난 데이터
- 이벤트 입력
- 진단적 목적

## Guardian real-time



- 환자 중심
- 실시간 혈당과 추세
- 지속적 사용 가능
- 치료적 & 교육적 도구

# 실시간 지속혈당감시 기기 종류

	MiniMed Guardian	MiniMed Paradigm 522/722	Freestyle Navigator	Dexcom Seven STS
혈당측정범위(mg/dL)	40-400	40-400	20-500	40-400
혈당측정간격(분)	5분마다	5분마다	1분마다	5분마다
센서 수명	3(6)일	3(6)일	5일	7일
초기 보정 소요시간	2시간	2시간	10시간	2시간
보정 횟수	하루 2회	하루 2회	5일에 4회	하루 2회
혈당추세 화살표	있음	있음	있음	없음
고혈당/저혈당 알람	있음	있음	있음	있음
예상 고혈당/저혈당 알람	있음	없음	있음	없음
인슐린펌프와의 연동	없음	있음	없음	없음

## 2. 실시간 지속혈당감시 기기 적응증?

# 지속혈당감시기기에 대한 ADA 2011년도 임상권고

- 지속혈당감시(CGM, Continuous glucose monitoring)를 적극적 인슐린 치료와 함께 실시하는 경우 **제1형 당뇨병 환자의 일부(>25세)에서 A1C를 낮추는 데 유용할 수 있다.(A)**
- 소아, 청소년과 젊은 성인에서 지속혈당감시의 A1C 강하 효과에 대한 증거가 뚜렷하진 않지만, 지속혈당감시는 이 연령군에서도 도움이 될 수 있다. 지속혈당감시 장비를 **계속적으로 잘 사용하는 것이 성공과 비례한다.(C)**
- 지속혈당감시는 저혈당 무감지증 및 잦은 저혈당을 겪는 사람들에게 유용할 수 있다.(E)

# 실시간 지속혈당감시 기기는 언제 사용하나?

- 혈당 변동폭이 클 때
- 심한 저혈당 혹은 잦은 저혈당, 야간 저혈당 시
- 저혈당 무감지증이 있는 경우
- 혈당과 인슐린 감수성에 영향을 줄 수 있는 스트레스 상황이나 성장기인 경우
- 설명할 수 없는 당화혈색소 상승
- 기초인슐린 용량이 적절한지 평가할 때
- 인슐린 치료법을 변경한 경우
- 임신

# 실시간 지속혈당감시 기기는 누가 사용해야 하나?

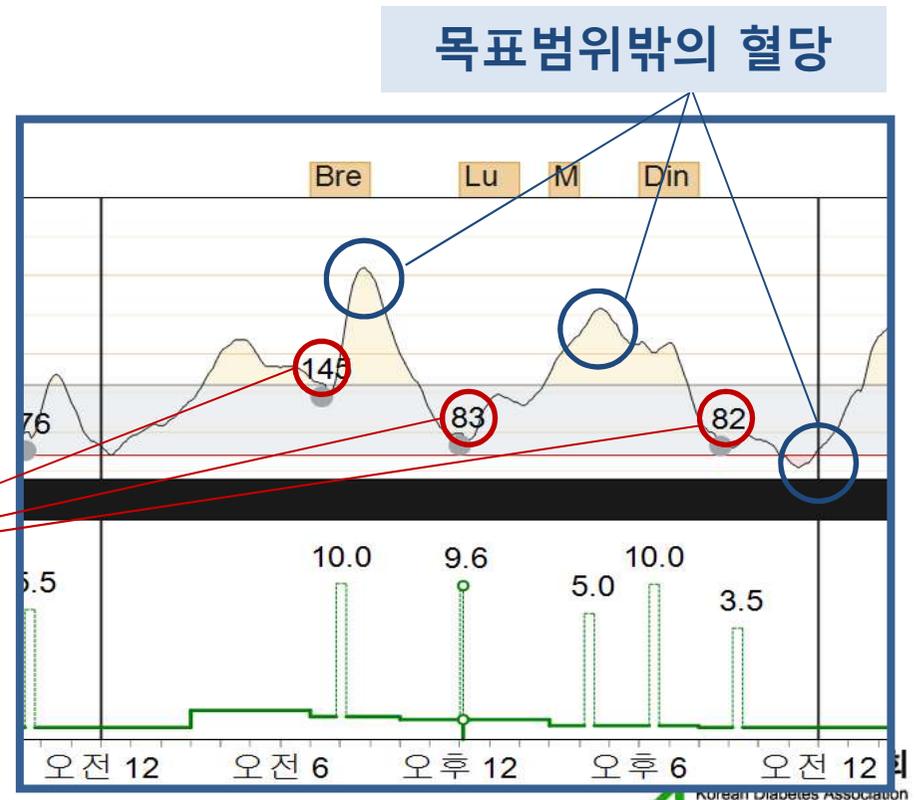
- 가족과 환자 모두 CGM 사용을 원함
- 센서 착용과 모니터 장착에 대한 의지가 있음
- 당뇨병 관리 태도가 좋음(예: 하루 혈당 4회 측정)
- 적절한 지지 시스템
- 적당한 센서 삽입 부위("real estate")
- CGM 비용 부담 가능

### 3. 실시간 지속혈당감시 기기의 장점 및 단점은?

# CGM 사용의 효과

- 저혈당 예방 및 빠른 대처 가능 - 알람 기능
- 고혈당 예방 및 빠른 대처 가능 - DKA
- 혈당 변동폭 최소화
- 생활습관 개선

손끝 혈당측정값



# RT-CGM 관련 연구 - T1DM 대상 연구

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

## Continuous Glucose Monitoring and Intensive Treatment of Type 1 Diabetes

The Juvenile Diabetes Research Foundation Continuous Glucose Monitoring Study Group\*

**N Engl J Med 2008;359:1464  
- Randomized Clinical Trial**

# 결과

- 25세 이상의 제1형 당뇨병 환자에서는 RT-CGM을 사용한 군이 대조군에 비하여 6개월 후 당화혈색소 0.53%의 유의한( $p < 0.001$ ) 감소 있었음
- 다른 연령대에서는 당화혈색소의 유의한 감소 효과가 관찰되지 않음

# RT-CGM 관련 연구 – T2DM 대상 연구



ELSEVIER

available at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



journal homepage: [www.elsevier.com/locate/diabres](http://www.elsevier.com/locate/diabres)



International Diabetes Federation

**Use of a real time continuous glucose monitoring system as a motivational device for poorly controlled type 2 diabetes**

**Yoo et al. Diabetes Research and Clinical Practice. 2008. 82: 73-79**

## 결과: 생활습관 변화

- RT-CGM 그룹에서 하루 총칼로리 섭취량이 유의하게 감소되었다.
- 양쪽 그룹에서 총 지방 섭취량이나 콜레스테롤 섭취량에서는 유의한 차이가 없었다.
- RT-CGM 그룹에서 일주일 단위의 운동 시간은 유의하게 증가되었다.

RT-CGM이 제2형 당뇨병 환자에게 생활 습관 개선을 유도할 수 있는 효율적인 교육적 도구로서의 활용 가능성 제시

# 환자가 인지하는 CGM의 장점

- 야간의 필요 인슐린 용량을 조절하는데 도움이 된다.
- 혈당조절과 관련된 결정 시 자신감이 생긴다.
- 저혈당 알람이 울릴거라는 걸 알기 때문에 안전하다고 느끼게 된다.
- 매일 자신의 생활습관들이 혈당에 어떤 영향을 주는지를 명백하게 알 수 있다.
- 적절한 운동량을 아는데 도움을 준다.

# 환자가 인지하는 CGM의 단점

- 기기사용이 예상보다 더 복잡했다.
- 잘 작동시키기가 너무 어려웠다.
- 너무 많은 결과들이 소실되었다.
- 잠들기 어려웠다.
- 특별한 이유 없이 알람이 너무 자주 울렸다.
- 야외활동이나 운동 시 많은 불편사항이 있었다.
- 센서 삽입 부위에 불편감이나 통증이 있었다.

# 4. 실시간 지속혈당감시 기기의 결과치 활용방법은?

# CGM 결과

**실시간 데이터**  
: CGM 모니터

- **혈당 그래프**
- **고/저혈당 알람**
- **혈당변동 화살표**



**과거 데이터**  
: 컴퓨터에 다운로드

- **혈당 그래프**
- **파이차트**
- **혈당기록표**



# 실시간 데이터

- **혈당 그래프**

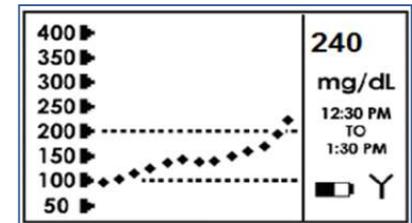
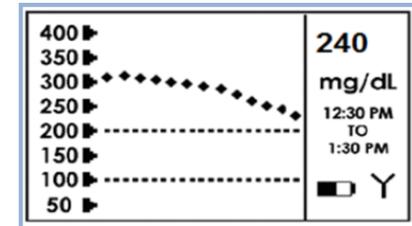
: 현재의 혈당보다 혈당 추세(혈당상승 혹은 하락)를 아는 것이 중요함.

- **고혈당과 저혈당 알람**

: 예상 알람과 경고 알람으로 즉시 대처 가능

- **혈당변동 화살표**

: 혈당 변동의 크기와 속도를 알 수 있음



**개인의 적절한 혈당관리능력 향상**

# 과거 데이터 - 컴퓨터 다운로드

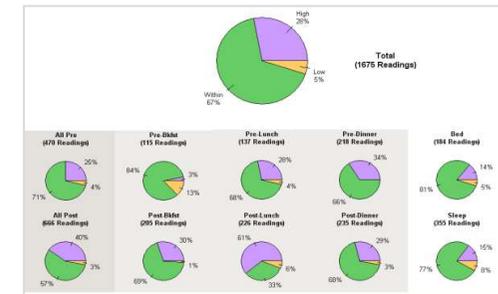
- **혈당 그래프**

: 센서값의 하루 이상을 그래프로 볼 수 있으며, 수일간의 혈당을 겹쳐서 볼 수도 있다.



- **파이차트**

: 특정시간대별로 목표혈당 범위 내와 범위를 벗어난 혈당의 비율을 알려준다.



- **혈당 기록표**

: 특정시간대별로 통계적인 정보들을 알려준다.

	Breakfast		Lunch		Dinner		Bed & Sleep	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Bed	Sleep
# Readings	55	73	47	52	46	68	65	130
# Days w/Readings	5	4	5	3	3	4	5	5
Avg. # Readings/day	11.0	14.6	9.4	10.4	9.2	13.6	13.2	26.0
Highest	251	366	408	338	213	321	324	299
Lowest	34	92	82	57	58	50	55	75
Average	148	210	202	196	111	142	168	175
Standard Deviation	95.2	81.3	75.7	76.9	29.8	68.4	74.1	52.7
Above %	33	64	80	35	4	25	27	45
Within %	59	36	40	57	89	69	65	55
Below %	9	0	0	8	7	6	8	0

**의료진에게 혈당조절정보 전달에 효과적**

# 지속혈당감시 기기 결과 활용

- 데이터 홍수에 압도되지 않는다.
  - “한 번에 한 가지씩 해결”
- 2~3일 이상의 혈당 패턴 관찰
- 생활습관 교정 도구

# 5. 성공적인 지속혈당감시 기기의 성공적인 사용을 위해서는?

# 지속혈당감시 기기에 대한 일반적인 오해[1]

**“CGM을 사용하면 더 이상 혈당을 측정하지 않아도 된다.”**

- FDA는 CGM 결과에만 근거해 당뇨병 관리를 하지 않도록 권고하였다.
- 손끝 혈당을 측정해야 하는 경우
  - 보정
  - 저혈당과 고혈당 시
  - 인슐린 용량 조정 시

# 지속혈당감시 기기에 대한 일반적인 오해(2)

**“CGM을 사용하면 혈당이 완벽해 질 것이다.”**

- 혈당은 절대 완벽할 수 없다.
  - 아직까지 혈당을 자동으로 관리해주는 기기는 없다.
- 단, 대부분의 CGM 연구 결과 심한 고혈당과 심한 저혈당이 줄어들었다.
- 일반적으로 저혈당과 고혈당 지속시간이 줄어들게 된다.

# 지속혈당감시 기기에 대한 일반적인 오해(3)

“센서의 혈당값과 손끝 혈당값은 일치할 것이다.”

- 센서값과 혈당값 사이에는 10~15분의 생리적인 지연시간 차이가 있다.
- 혈당이 안정적인 경우는 혈당과 센서값에 유의한 차이가 없으나, 혈당이 급격히 변화하는 경우에는 두 값의 차이가 크다.
- 특히 센서 삽입 초기 몇 시간 동안의 센서값 정확도는 떨어진다.

# 지속혈당감시 기기에 대한 일반적인 오해(4)

“저혈당 알람이 있으므로 더 이상 저혈당에 대해  
걱정하지 않아도 된다.”

- 실제 저혈당임에도 불구하고 생리적인 지연 현상 때문에 센서값은 정상 혈당으로 나타날 수도 있다.
- 알람은 혈당이 서서히 떨어지는 경우, 민감하지 않을 수 있다.
- 저혈당 증상이 있으면 반드시 직접 혈당을 측정해야 한다.

# 지속혈당감시 기기 사용을 위해...

정확한  
정보 제공



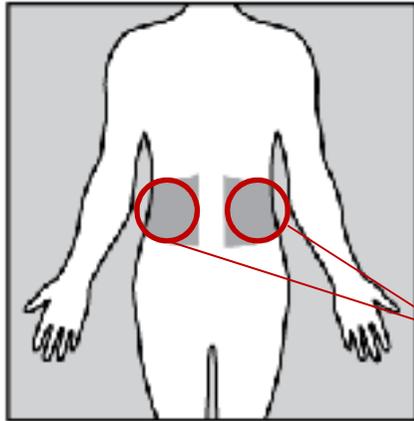
적절한  
교육 프로그램

# 지속혈당감시 기기 교육

## 1) 센서 착용 전 교육 : 정보 제공

- 현실적인 기대
- CGM 사용의 장점과 단점
- 지속혈당감시 기기의 작동 원리
- 지속혈당감시 기기와 자가혈당측정 결과 차이 및 비교
- 지연 시간(lag time)의 개념
- 보정(calibration)의 개념과 필요성
- 센서 삽입부위 확인 및 선택
- 결과를 다운로드하는 프로그램
- 지속혈당감시 기기 비용

# 센서 삽입 부위 선택



센서  
삽입 부위

센서 삽입 시 피하지방 두께가  
충분해야 한다.

## 센서 삽입 시 적절치 않은 부위

- 배꼽 중심으로 5cm 주위
- 자주 구부리는 곳
- 벨트 라인
- 흉터 부위
- 인슐린펌프 삽입 부위에서 5cm 이내
- 직접 인슐린 주사부위에서 7cm 이내
- 이전 센서 삽입 부위에서 5cm 이내

# 지속혈당감시 기기 교육

## 2) 센서 착용

- 지속혈당감시 기기 사용 설명서 제공
- 센서 삽입 방법 및 기기 사용법에 대한 교육
- 생활기록지(식사, 약물, 운동, 혈당 기록) 제공
- 환자의 생활패턴에 따라 보정 시간 및 횟수 조정
- 주의 사항 알려줌
- 다음 방문 일정 조정

# 지속혈당감시 기기 교육

## 3) follow-up 방문

- **센서 착용 2~3주 이내에 방문**
- **지속혈당감시 기기 사용 관련 질문**
  - **센서 부착에 문제가 없습니까?**
  - **센서는 얼마나 자주 교체하였습니까?**
  - **보정은 얼마나 자주 해주었습니까?**
  - **보정값을 입력하는데 어려움은 없었나요?**
  - **알람 세팅은 어떻게 조정하였나요?**
- **센서 삽입부위 확인 : 피부 발진, 염증 유무**
- **데이터 다운로드 & 생활기록지 함께 분석**
- **피드백 제공**

# 강의를 열심히 들었나요?

실시간 지속형 혈당감시기기에 대한 내용 중 틀린 것은?

1. 실시간으로 혈당추세를 알 수 있다.
2. 저혈당 알람이 울리므로 저혈당에 대해 걱정하지 않아도 된다.
3. 치료적, 교육적 도구로 사용이 가능하다.
4. 현재의 혈당치보다 혈당의 추세를 보는 것이 중요하다.

# 강의를 열심히 들었나요?

센서 삽입 부위 선택에 대한 내용 중 틀린 것은?

1. 자주 구부리거나 벨트라인 부위는 피하는 것이 좋다.
2. 이전 센서 삽입 부위에서 5Cm 이상 떨어져 삽입한다.
3. 인슐린을 주사한 부위와는 간격을 둘 필요가 없다.
4. 피하지방층이 충분한 부위에 삽입해야 한다.

# 핵심 메시지

- 지속혈당감시기기가 SMBG를 100% 대체할 수 없음을 이해하는 것이 중요하다.
- 지속혈당감시기기 사용은 제1형 당뇨병인 뿐만 아니라 제 2형 당뇨병인의 생활습관 개선에도 도움이 된다.
- 지속혈당감시기기 사용 전 환자 본인의 의지 뿐만 아니라 적절한 지지자원의 유무를 확인하는 것이 필요하다.
- 지속혈당감시기기의 성공적인 사용을 위해서는 사전에 환자에게 기기에 대한 정확한 정보를 제공하고 적절한 교육을 하는 것이 필요하다.