

# Paradigm<sup>®</sup> 712 胰岛素泵 大剂量向导功能应用 (Bolus Wizard Calculator)



B O  
W N

2003 BEST OF WHAT'S NEW



2003年12月  
被美国《大众科学》杂志评选为“最佳创新奖”，  
美国最重要的100项发明之一！

迈向人工胰腺的重要一步！

<http://www.popsci.com/popsci/bown/2003/article/0,18881,537021,00.html>

 Medtronic

# 闭环的血糖控制系统需要的三个系统

## 1. 葡萄糖自动感应系统—CGM



2. 将葡萄糖值自动转换为胰岛素量算法—大剂量向导计算器系统



3. 胰岛素自动输注系统—CSII



# 分析现状—当前医生对泵治疗的观念

- 能提供持续多种精细基础率的输注胰岛素装置
- 在大剂量应用方面仍未摆脱打针概念。即虽然胰岛素泵的大剂量输注现在可以做到精确到0.1单位，并跟踪体内残余活性胰岛素，但多数医生还是习惯于打针时用的整数值和自己经验来计算大剂量，无论是在餐前负荷量还是高血糖校正量时。



# 设想下面常见情况如何处理？

## 医生

- 在检查到患者餐后血糖仍很高的情况下如何快速安全的将病人血糖降到目标值而不会发生低血糖，如果不是凭经验和感觉？



## 病人

- 平时在家里遇到高血糖时如何快速将其降下来而不会矫枉过正导致低血糖发生？
- 多次加餐时如何计算追加量？
- 患者平时食谱改变比较大时如何预估所需餐前负荷量？



# 我们需要大剂量向导功能来帮助我们！

为何我们不能发挥  
聪明泵在大剂量计  
算和输注方面更精  
确和更科学的功能  
呢？

大剂量向导

-- BOLUS WIZARD



# 大剂量Bolus

## 校正大剂量 (Correction Bolus):

- 丨 用来纠正高于目前血糖值的高血糖所需胰岛素量
- 丨 可以是餐前或是餐后或是任何时间点

## 餐前追加量 (Meal Bolus):

- 丨 为了抑制进食后急剧升高的血糖水平而餐前追加输入的胰岛素量。
- 丨 其准确计算需根据食物种类，数量而定。
- 丨 绝大多数情况下只需计算食物中糖类准确含量。



# 大剂量向导 应用

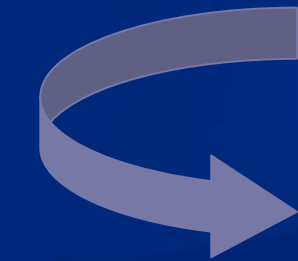
高血糖的校正  
—校正大剂量



# 胰岛素校正剂量计算

校正大剂量：解决任意时间发生的高血糖

计算公式：校正量 =  $\frac{(\text{实际血糖} - \text{目标血糖})}{\text{胰岛素敏感系数 (ISF)}}$



胰岛素敏感系数（1500/1800法则）

$$\text{ISF} = 1500 \text{ (1800)} / \text{每日总量} / 18$$

定义：注射1单位胰岛素降低的血糖的数值（mmol/L）

# 胰岛素敏感系数 (ISF) — 1800/1500法则

每日胰岛素总量TDD	1800 法则 (速效胰岛素)	1500 法则 (常规胰岛素)
20	90 mg/dl	75 mg/dl
25	72 mg/dl	60 mg/dl
30	60 mg/dl	50 mg/dl
35	51 mg/dl	43 mg/dl
40	45 mg/dl	38 mg/dl
50	36 mg/dl	30 mg/dl
60	30 mg/dl	25 mg/dl
75	24 mg/dl	20 mg/dl
100	18 mg/dl	15 mg/dl

Adapted from Insulin Pump Therapy Handbook, Copyright c 1992 John Walsh, P.A., C.D.E. and Ruth Roberts, M.A.

# 校正大剂量的医生经验法则

## ∅ 餐前测得高血糖

估算的餐前量值 = 上一天本餐bolus + 校正估算值  
可将该纠正剂量100%加入加餐前量

## ∅ 餐后测得高血糖

可80%给予——扣除“残余活性胰岛素”（避免低血糖）

## ∅ 睡前测得高血糖

可50%-80%给予（避免低血糖）

不同给药时间给予不同胰岛素量，防止“矫枉过正”！

# 经验计算大剂量最常见的错误

1. 低估摄入的碳水化合物量导致餐后血糖升高
2. 输注太多的补充胰岛素来克服餐后高血糖值并最终导致低血糖

## — 目前用于避免“胰岛累积”的传统方法

- ∅ 传统方法 (如: 预估每小时消耗大剂量胰岛素25% 或只使用常用量的50%)
- ∅ “保守”的方法 (如: 调高餐后血糖控制目标)

# 快易达712泵上大剂量向导科学公式

$$\text{大剂量估算值} = \text{食物大剂量} + \text{矫正大剂量}^*$$

↓

$\frac{\text{食物糖类含量}}{\text{碳水化合物系数}}$

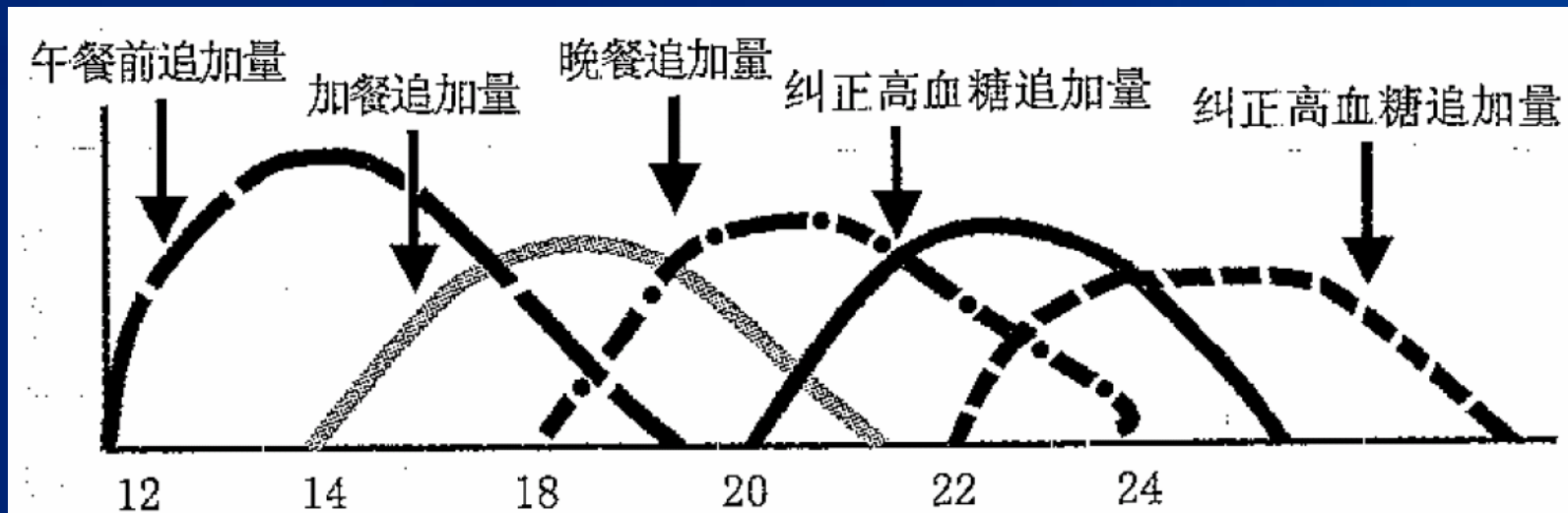
↓

$\frac{(\text{当前血糖值} - \text{目标血糖值})}{\text{胰岛素敏感系数}}$

\*考虑残余活性胰岛素

# 胰岛素累积和活性胰岛素

- Insulin Stacking （胰岛素累积）
  - 在使用补充大剂量校正高血糖时，体内仍有显著的残留活性胰岛素量。
- 活性胰岛素 (active insulin) :
  - 已经输注到体内的、尚未发挥生物效应的残留大剂量胰岛素。



活性胰岛素不是血液中的胰岛素残余量（药代动力学），而是细胞中胰岛素发挥降糖作用的残余量（药效学）。

为什么我们活性胰岛素概念使用药效学？

# 药代动力学和药效学的概念比较

○ **药代动力学**：输注以后，在一段时间人体内对胰岛素的作用；一般与胰岛素在**血液中达到“峰值”水平的速度**有关，即胰岛素在血液流中出现的速度有多快。

√ 胰岛素吸收

√ 胰岛素分布



药代动力学（人对药物的作用）

○ **药效学**：胰岛素如何影响人体的研究；一般与胰岛素具有降糖效应的**时间长短**有关，即胰岛素在**细胞水平实际降低血糖值需要多长时间**（更准确）。

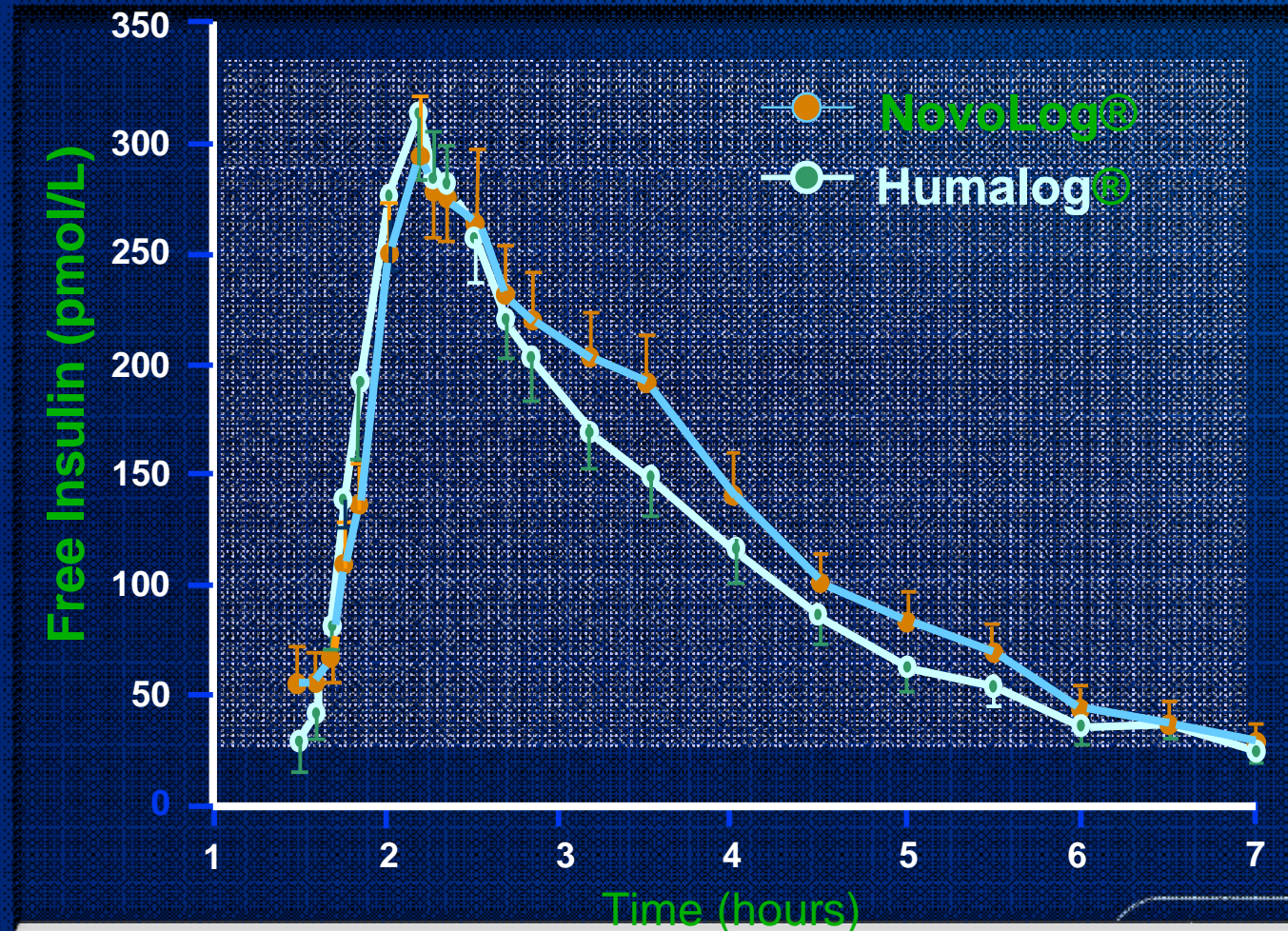
√ 胰岛素作用



药效学（药物对人的作用）

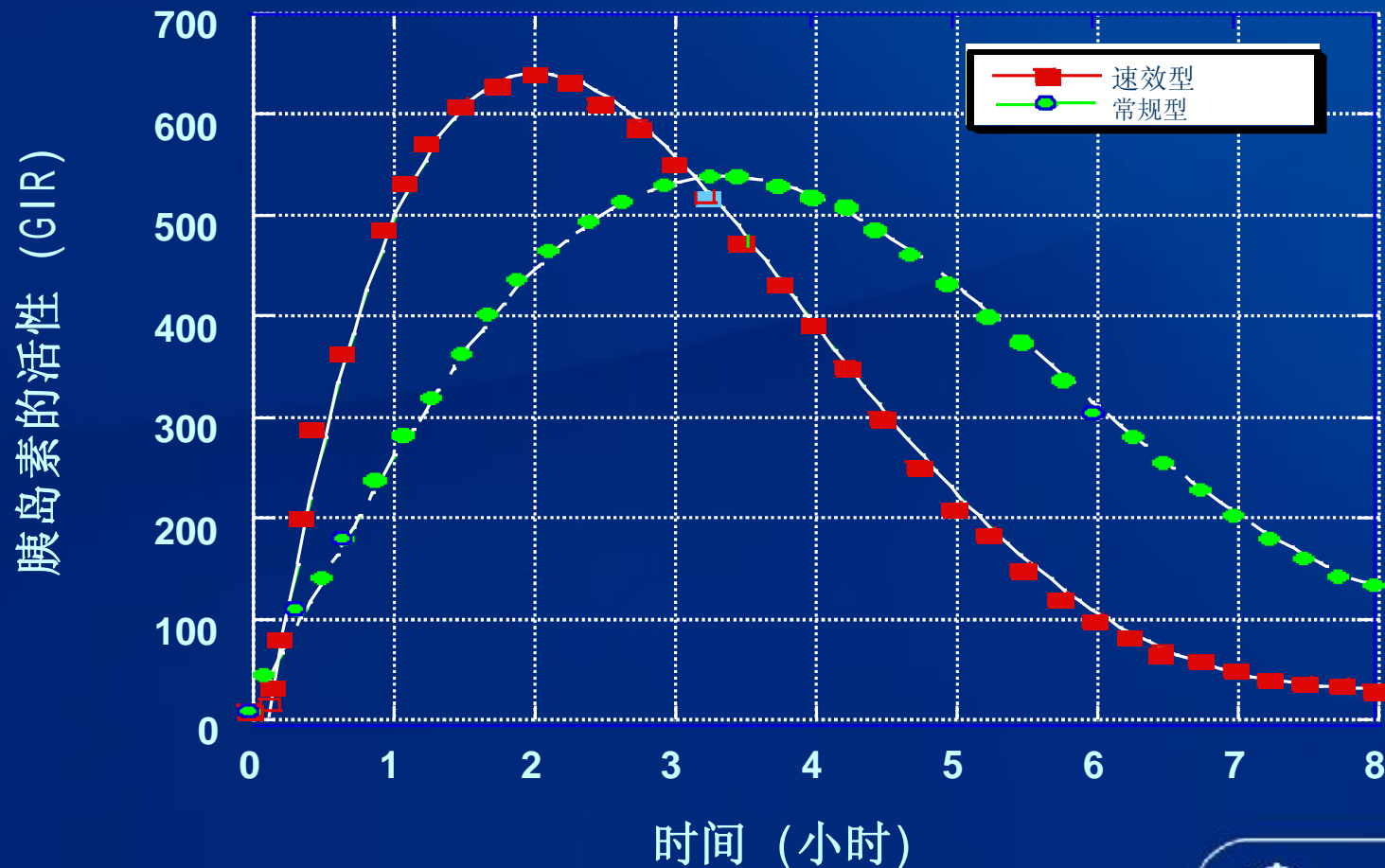


# 超短效胰岛素药代动力学数据

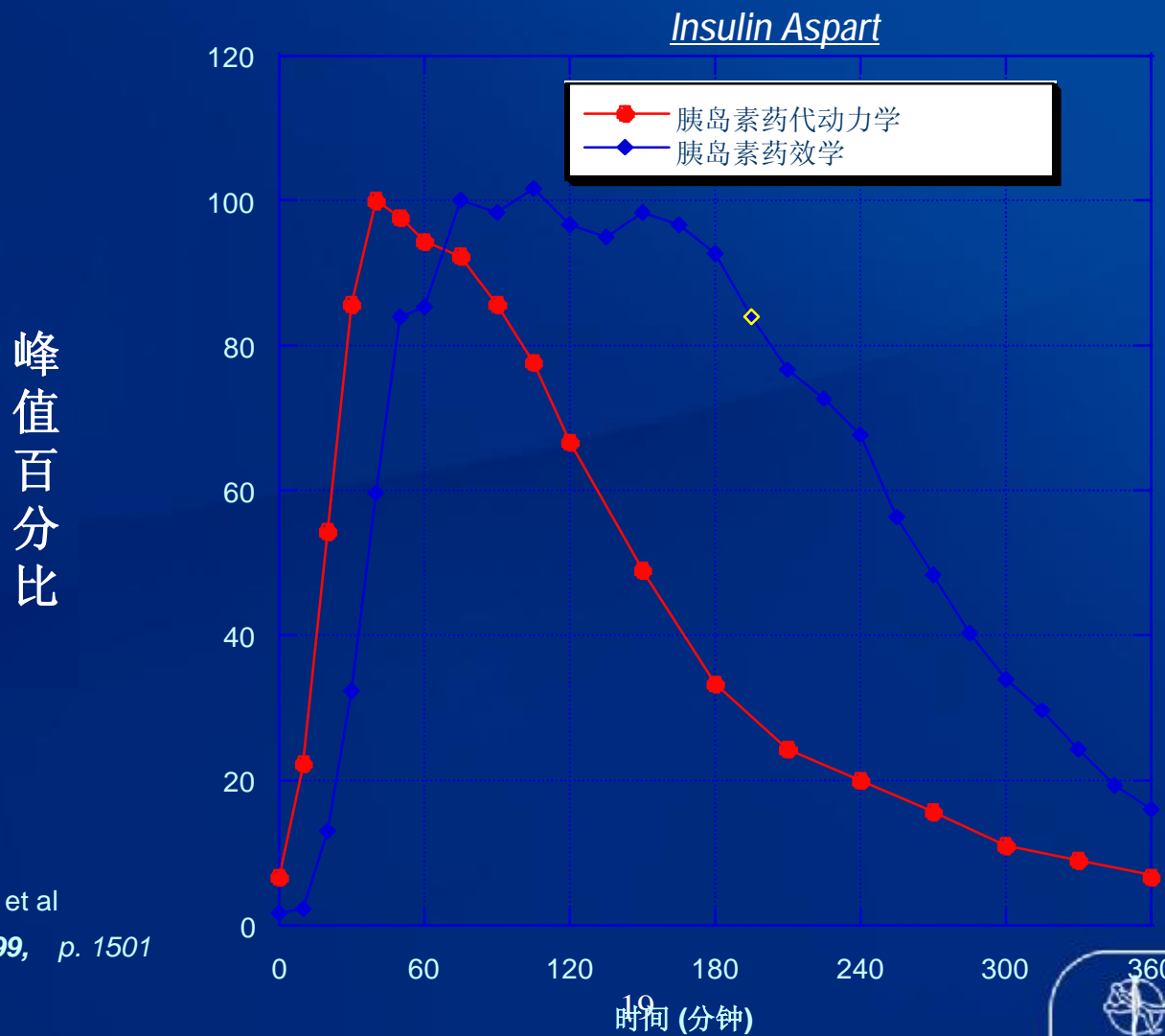


# 胰岛素活性随时间的变化

## 胰岛素药效学数据



# 药代动力学和药效学的比较

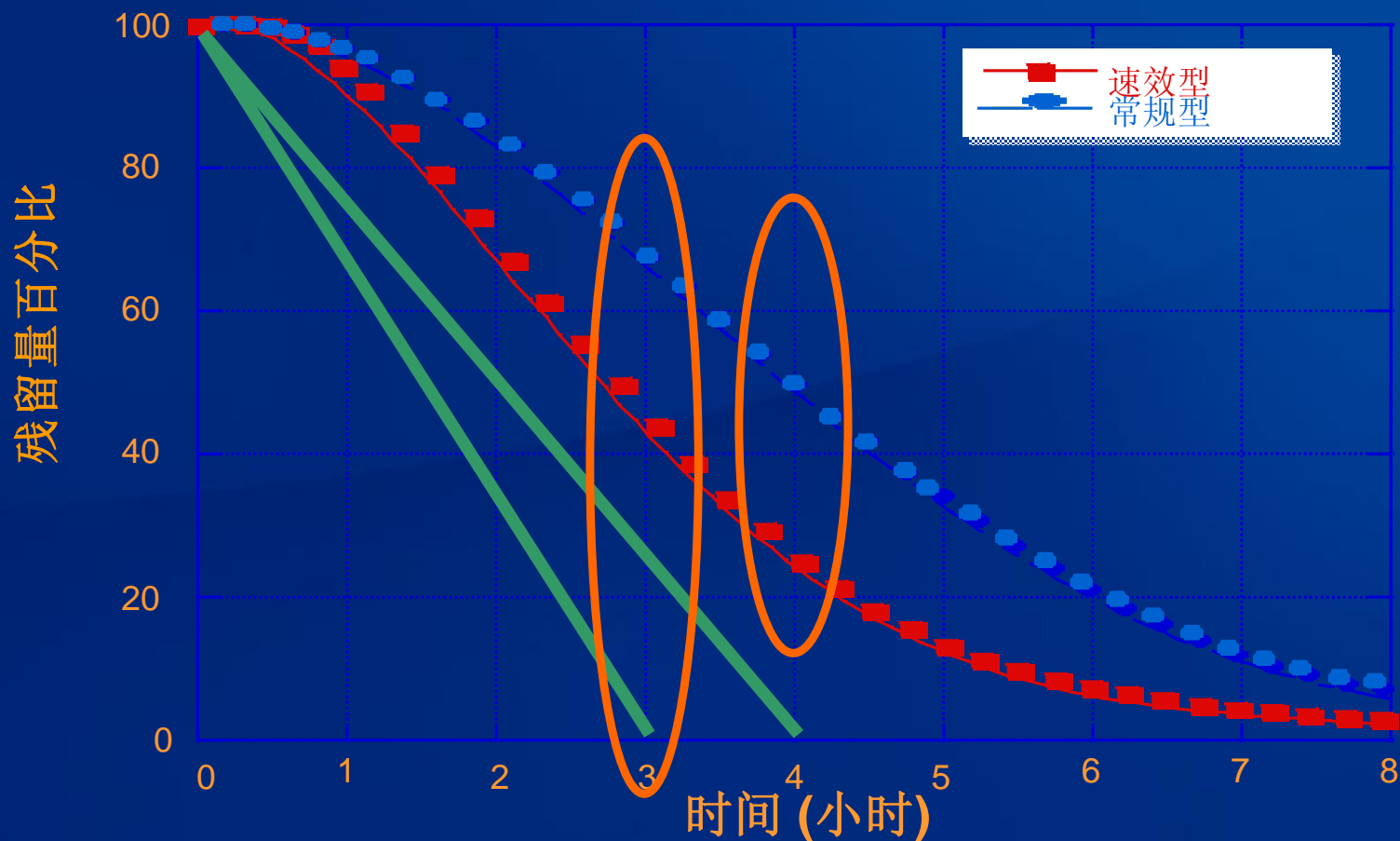


Data from Mudaliar et al  
*Diabetes Care* 1999, p. 1501



Medtronic

# 活性胰岛素与时间的关系曲线



过去总认为胰岛素活性只与达峰时间或动力学相关，因此会简单认为剩余胰岛素是线性递减曲线。

# 为什么我们活性胰岛素使用药效学

- 在大剂量向导中，我们更关注活性胰岛素的药效学是因为药效学是胰岛素实际降糖的时间效果曲线
- 利用Mudaliar等研究的活性胰岛素曲线来计算体内活性胰岛素剩余量
- 更安全和科学的方法

**最终结果： 更好的控制血糖, 更少的低血糖发生率!**

# 关于活性胰岛素的信息

- ✓ 在泵内公式设置特定时间范围内输注**Bolus**时，考虑了活性胰岛素。
- ✓ 活性胰岛素只能减小**Bolus**估计值的校正部分，而不影响食物部分。
- ✓ 如果当前**血糖值**低于目标血糖值，则胰岛素校正部分会减少总估算值。
- ✓ 如果活性胰岛素量**超过校正量估计值**，则将估计值的校正部分变为“0”。
- ✓ 当血糖值不高于目标值时摄取食物，就不考虑活性胰岛素，虽然活性胰岛素仍然会显示在“估计的详细信息”显示屏上。
- ✓ 如果**估算值**超过**最大剂量限制**，则泵会给出提示而不会超过限制
- ✓ 如果使用者修改而使**双波大剂量输注的剂量**小于估算值，则先减少方波部分

**使用活性胰岛素概念 是为了防止本次估算的大剂量的过量输注，建立保守的大剂量估计值！**

# 大剂量向导的预先个性化设置

每天最多达8段，以确保计算的个体化和准确性

- ∅ 目标血糖值
- ∅ 胰岛素敏感系数(Insulin Sensitivity Factor,ISF)
- ∅ 碳水化合物系数(Insulin Carbo Ratio,ICR)



# 大剂量计算基于的参数

- ✓ 摄入碳水化合物量（需要用户输入）
- ✓ 当前血糖值（需要用户输入）
- ✓ 碳水化合物系数（预先设置）
- ✓ 目标血糖值（预先设置）
- ✓ 胰岛素敏感系数（预先设置）
- ✓ 体内剩余活性胰岛素量（机器自动计算）



详细估计值:

总估计值: **2.2 U**

进食量: 0克

就餐输注量: 0.0 U

胰岛素敏感系数: 1.1

目标血糖值: 5.6

血糖值: 8.9

补充输注量: 3.0 U

活性胰岛素: 0.8 U

# 用大剂量向导计算器来校正 高血糖的简单3步法

1. 将当前血糖值输入泵内
2. 在泵内输入碳水化合物摄入量  
(0克)
3. “大剂量向导”根据预先的个性化设置（目标血糖值、胰岛素敏感系数）及以前输注的大剂量剩余的活性胰岛素，自动计算出胰岛素剂量估计值



操作好简单哦



# “胰岛素作用累积”：临床举例

- ✓ 症状：高血糖
- ✓ 现象：小孙早餐（上午8:00）时输注了一个胰岛素大剂量（3.8 U），并计划不吃午餐。当小孙在中午12:00测血糖时，结果为8.9mmol/L——高于目标值5.6mmol/L



# 使用Paradigm® 712胰岛素泵 计算胰岛素量

## √ 解决办法:

为了帮助小孙避免输注过量，她使用了一个大剂量向导计算器来输注补充大剂量。该计算器自动测定小孙早餐时输注的大剂量中剩余的活性胰岛素，然后从补充大剂量中扣除这个数值：

$$3.0\text{U} - 0.8\text{U} = 2.2\text{U}$$

详细估计值:

总估计值: **2.2 U**

进食量: **0克**

就餐输注量: **0.0 U**

胰岛素敏感系数: **1.1**

目标血糖值: **5.6**

血糖值: **8.9**

补充输注量: **3.0 U**

活性胰岛素: **0.8 U**



# 大剂量向导 应用

餐前负荷量—食  
物大剂量应用

# 医师经验的食物大剂量估算

估算的食物大剂量值 = 上一天本餐bolus + 校正估算值\*



(当前血糖值 - 目标血糖值)

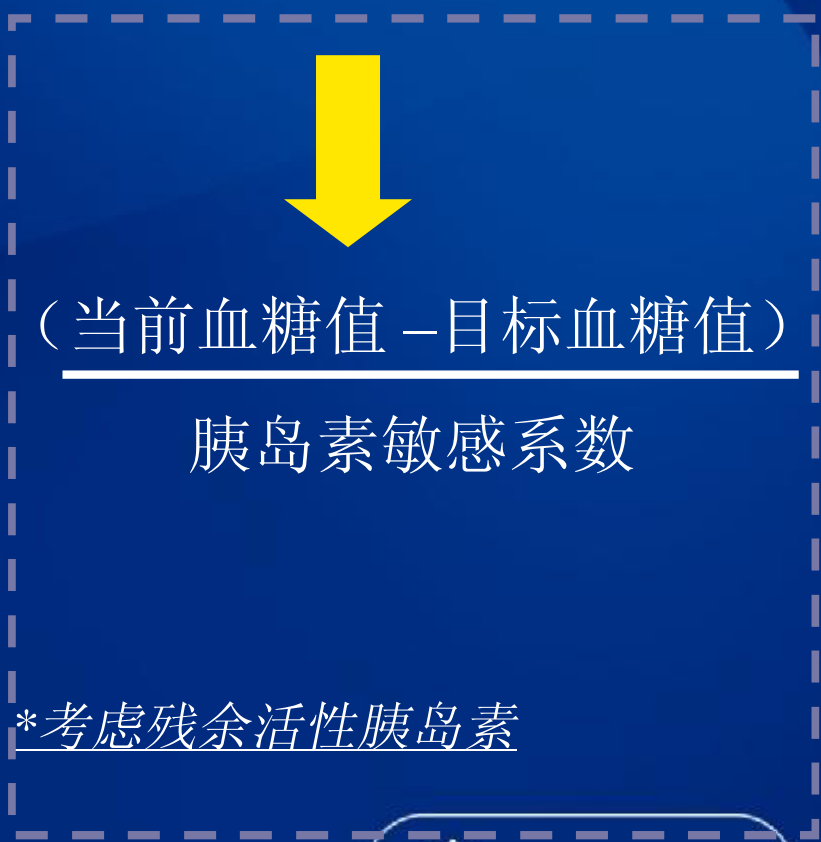
胰岛素敏感系数

\*包括活性胰岛素

前提是患者不同餐的碳水化合物基本固定。

# 712泵上大剂量向导科学公式

大剂量估算值 = 食物大剂量 + 矫正大剂量\*



\*考虑残余活性胰岛素



# 碳水化合物系数(ICR) — 500/450 法则

每日胰岛素总量TDD	500 法则 (速效胰岛素)	450 法则 (常规胰岛素)
20	25	23
25	20	18
30	17	15
35	14	13
40	13	11
50	10	9
60	8	8

Adapted from Pocket Pancreas, Copyright c 1994, Diabetes Services, Inc.

# 糖类计算

- 食物中糖类重量  $\neq$  食物重量
- 学会阅读食品标签
- 准备必要的称量工具
- 学会称重食品并记录饮食
- 需多次计算，测血糖反复验证，得出自己经验
- 获得饮食自由



# 糖类计算工具

## 食物营养标签

<b>Nutrition Facts</b>	
Serving Size 2 crackers (14 g)	
Servings Per Container About 21	
Amount Per Serving	
<b>Calories</b> 60	Calories from Fat 15
% Daily Value*	
<b>Total Fat</b> 1.5g	<b>2%</b>
Saturated Fat 0g	<b>0%</b>
Trans Fat 0g	
<b>Cholesterol</b> 0mg	<b>0%</b>
<b>Sodium</b> 70mg	<b>3%</b>
<b>Total Carbohydrate</b> 10g	<b>3%</b>
Dietary Fiber Less than 1g	<b>3%</b>
Sugars 0g	
<b>Protein</b> 2g	
Vitamin A 0%	• Vitamin C 0%
Calcium 0%	• Iron 2%

\* Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:

		Calories: 2,000	2,500
Total Fat	Less than	65g	80g
Sat Fat	Less than	20g	25g
Cholesterol	Less than	300mg	300mg
Sodium	Less than	2400mg	2400mg
Total Carbohydrate		300g	375g
Dietary Fiber		25g	30g



## 测量工具



# 方法一：利用食品包装上的标签直接得到其中碳水化合物含量

- 现在中国一些食品外标签上会印有营养成分标签，准确标明各种营养素的单位含量，当然也包括碳水化合物含量。你只需要明确自己要吃多少就能估算出大致的碳水化合物量。这种方法最简单直接，但中国多数食品没有食品成分含量或比例标签

<b>Nutrition Facts</b>	
Serving Size 2 crackers (14 g)	
Servings Per Container About 21	
Amount Per Serving	
<b>Calories 60</b>	Calories from Fat 15
% Daily Value*	
<b>Total Fat 1.5g</b>	<b>2%</b>
Saturated Fat 0g	0%
Trans Fat 0g	
<b>Cholesterol 0mg</b>	<b>0%</b>
<b>Sodium 70mg</b>	<b>3%</b>
<b>Total Carbohydrate 10g</b>	<b>3%</b>
Dietary Fiber Less than 1g	3%
Sugars 0g	
Protein 2g	
Vitamin A 0%	• Vitamin C 0%
Calcium 0%	• Iron 2%
* Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:	
	Calories: 2,000 2,500
Total Fat	Less than 65g 80g
Sat Fat	Less than 20g 25g
Cholesterol	Less than 300mg 300mg
Sodium	Less than 2400mg 2400mg
Total Carbohydrate	300g 375g
Dietary Fiber	25g 30g

## 方法二：从营养成分表中查找各种食物的含糖类

- 国内很多有关营养成分的**书籍**都附录了中国各类食物成分表，从中可以迅速查出每100克该中食物中含有多少碳水化合物，通常你还要对所吃的食物进行称量，将食物重量（克） $\times$ 每100克食物中碳水化合物含量（克） $\div$ 100即可算出你要吃的食物中有多少碳水化合物。
- [美敦力碳水化合物计算光盘](#)



# 用大剂量向导计算器来计算餐前追加量的简单3步法

1. 将当前血糖值输入泵内（0值）
2. 在泵内输入碳水化合物摄入量（如45克）
3. “大剂量向导”根据预先的个性化设置（目标血糖值、胰岛素敏感系数，碳水化合物系数）及以前输注的大剂量剩余的活性胰岛素，计算出胰岛素剂量估计值



# 大剂量向导使用示例

## 三个组成部分

### 1. 食物大剂量

- ü 碳水化合物
- ü 碳水化合物系数ICR

血糖水平位于目标值（正常血糖）

例如：

60 克

ICR 1:15

$$\left( \frac{60}{15} = 4 \text{ 单位} \right)$$

### 2. 校正大剂量(不考虑)

- ü 当前血糖值
- ü 目标血糖值
- ü 敏感系数 ISF
- ü 活性胰岛素（无）

例如：

血糖值：5.5 毫摩尔/升

目标值：5.5 毫摩尔/升

ISF: 2.7

### 3. 估计出的大剂量

估计大剂量：

4 单位

# 大剂量向导使用示例

## 三个组成部分

### 1. 食物大剂量

- ü 碳水化合物
- ü 碳水化合物系数ICR

血糖水平高于目标值（高血糖）

例如：

60 克

ICR 1:15

$$\left( \frac{60}{15} = 4 \text{ 单位} \right)$$

### 2. 校正大剂量

- ü 当前血糖值
- ü 目标血糖值
- ü 敏感系数 ISF
- ü 活性胰岛素（无）

例如：

血糖值：10.9 毫摩尔/升

目标值：5.5 毫摩尔/升

ISF: 2.7

$$\left( \frac{10.9 - 5.5}{2.7} = 2 \text{ 单位} \right)$$

### 3. 估计出的大剂量

估计大剂量：

6 单位

# 大剂量向导使用示例

## 三个组成部分

### 1. 食物大剂量

- ü 碳水化合物
- ü 碳水化合物系数ICR

血糖水平低于目标值（低血糖）

例如：

$$\begin{array}{l} 60 \text{ 克} \\ \text{ICR } 1:15 \end{array} \left( \frac{60}{15} = 4 \text{ 单位} \right)$$

### 2. 校正大剂量

- ü 当前血糖值
- ü 目标血糖值
- ü 敏感系数 ISF
- ü 活性胰岛素（无）

例如：

血糖值：2.8 毫摩尔/升

目标值：5.5 毫摩尔/升

$$\text{ISF: } 2.7 \left( \frac{2.8 - 5.5}{2.7} = -1 \text{ 单位} \right)$$

### 3. 估计出的大剂量

估计大剂量：**3 单位**

如果当前血糖值低于目标血糖值，则胰岛素校正部分会减少总估算值。

# 了解大剂量向导跟踪系统

当目标血糖值设置为  
>5.5mmol/l的餐前大剂量

## 1. 食物大剂量

ü 碳水化合物

ü ICR

例如:

60 克

ICR 1:10

$$\left( \frac{60}{10} = 6 \text{ 单位} \right)$$

2 如果目标血糖值设定得太高，则可能患者始终达不到正常的血糖水平。

使用大剂量向导,现在可以安全地将目标血糖值设置在正常范围内。

例如:

目标值: 8.3 毫摩尔/升

血糖值: 5.5 毫摩尔/升

SF: 2.7

$$\left( \frac{5.5 - 8.3}{2.7} = -1.0 \text{ u} \right)$$

## 3. 估计大剂量

估计大剂量:

5.0 u

# 了解大剂量向导跟踪系统

对高血糖进行校正。不进食。

## 1. 食物大剂量

- ✗ 碳水化合物
- ✗ ICR

## 2. 校正大剂量

- ü 当前血糖值
- ü 敏感系数 ISF
- ü 目标血糖值
- ü 残余活性胰岛素

## 3. 估计大剂量

饭后2小时的活性胰岛素

例如:

0 克

ICR 1:10

例如:

血糖值: 10.9 mmol/L

ISF: 2.7

目标值: 5.5  $\left( \frac{10.9 - 5.5}{2.7} = 2 \text{ 单位} \right)$

活性胰岛素: 1.4 单位

估计大剂量: 0.6 单位

只对高血糖估计校正剂量时，考虑了残余活性胰岛素!

# 了解大剂量向导跟踪系统

## 三个组成部分

### 1. 食物大剂量

- ü 碳水化合物
- ü 碳水化合物系数ICR

### 2. 校正大剂量

- ü 当前血糖值
- ü 目标血糖值
- ü 敏感系数 ISF
- ü 活性胰岛素

### 3. 估计出的大剂量

活性胰岛素超过校正剂量

例如:

60 克

ICR 1:10

$$\left( \frac{60}{10} = 6 \text{ 单位} \right)$$

例如:

血糖值: 10.9 毫摩尔/升

目标血糖值: 5.5

ISF: 2.7

$$\left( \frac{10.9 - 5.5}{2.7} = 2 \text{ 单位} \right)$$

活性胰岛素:

3单位

估计大剂量:

6 单位

如果活性胰岛素量超过校正量估计值, 则将估计值的校正部分变为“0”。

# 了解大剂量向导跟踪系统

## 1. 食物大剂量

- ü 碳水化合物
- ü ICR

## 2. 校正大剂量

- ü 当前血糖值
- ü 敏感系数 ISF
- ü 目标血糖值
- ü 活性胰岛素

## 3. 估计大剂量

只在高血糖校正时考虑  
残余活性胰岛素

当血糖值小于目标血糖值时的餐前  
大剂量

例如:

$$\begin{array}{l} 60 \text{ 克} \\ \text{ICR } 1:10 \end{array} \left( \frac{60}{10} = 6 \text{ 单位} \right)$$

例如:

血糖值: 4.4毫摩尔/升

$$\begin{array}{l} \text{SF: } 2.7 \\ \text{目标值: } 5.5 \end{array} \left( \frac{4.4 - 5.5}{2.7} = -0.4 \text{ u} \right)$$

活性胰岛素: 1.0 u

估计大剂量: 5.6 u

# 了解大剂量向导逻辑

胰岛素泵屏幕显示

注释：如果血糖值低于  
**3.9 毫摩尔/升**

MiniMed  
低血糖  
只有血糖正常时才能输注大剂量  
请治疗低血糖, 监测血糖值

- ∅ 向导器不会让患者输注大剂量 ——即使他准备进餐
- ∅ 但是, 该患者可以:
  1. 手动输注大剂量, 或
  2. 可以选择使用大剂量向导
    - 输入空白血糖值
    - 输入碳水化合物 (减少 10 – 15 克)
      - 允许向导估计大剂量值

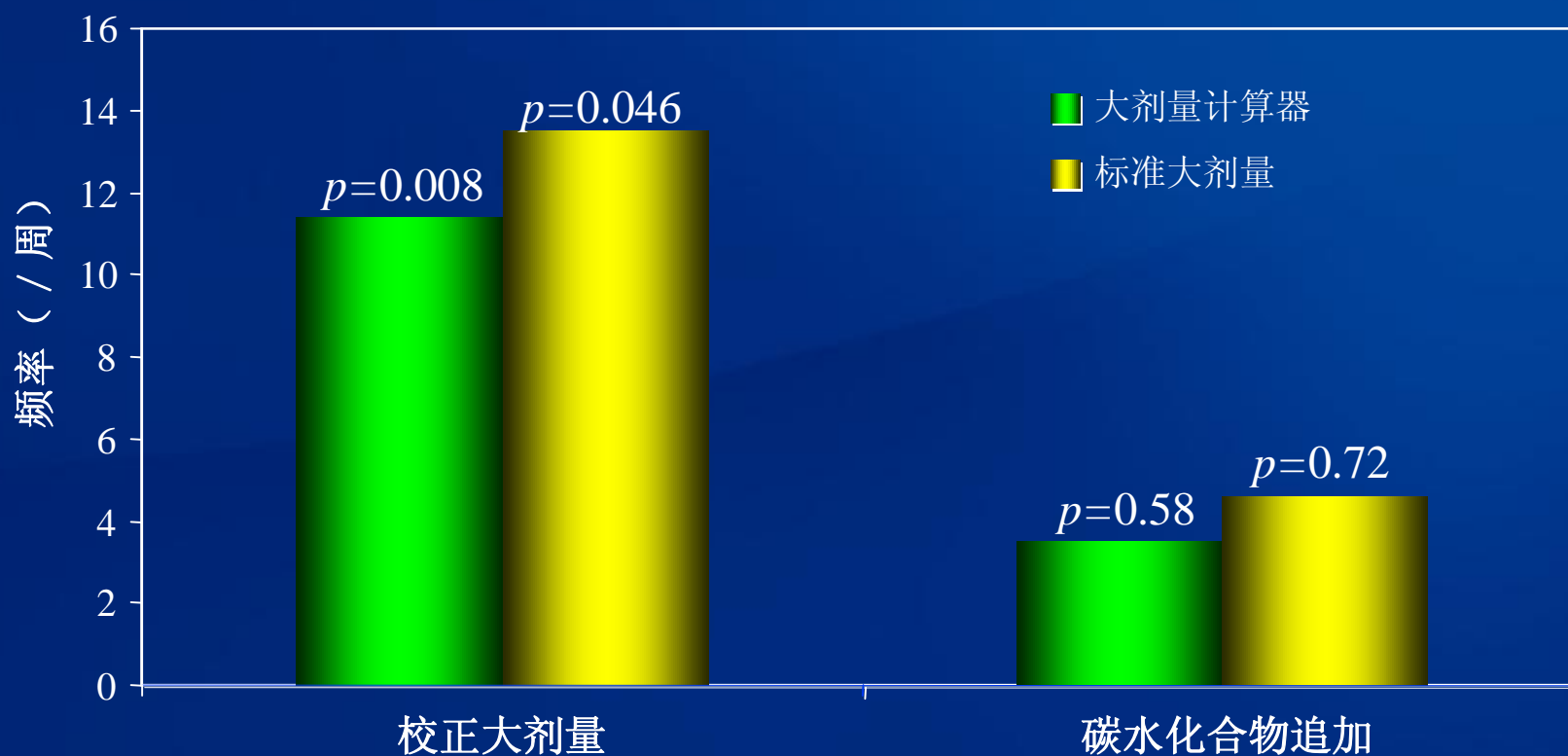
# 大剂量向导计算器能帮助您（一） Bolus Wizard<sup>®</sup> Calculator Benefits

- 胰岛素剂量更容易，更安全，更精确
- 治疗个体化，疗效更好
  - 个体化血糖控制目标
  - 个体化碳水化合物系数
  - 个体化胰岛素敏感系数



*Gross TM, Kayne D, King A, Rother C, Juth S. A Bolus Calculator is an Effective Means of Controlling Postprandial Glycemia in Patients on Insulin Pump Therapy. Diabetes Technology & Therapeutics 2003; 5(3):365-369*

# 餐后血糖控制的不同测量法的比较



# 大剂量向导计算器能帮助您（二） Bolus Wizard® Calculator Benefits

- 简化糖尿病的管理

- ü 自动追踪残余活性胰岛素

- ü 减少大剂量计算错误

- ü 减少输注补充大剂量次数

- ü 帮助防止胰岛素累积效应



*Gross TM, Kayne D, King A, Rother C, Juth S. A Bolus Calculator is an Effective Means of Controlling Postprandial Glycemia in Patients on Insulin Pump Therapy. Diabetes Technology & Therapeutics 2003; 5(3):365-369*

# 大剂量向导能帮助我们!!!

## 医生

- 减少经验“估算”的错误
- 血糖快速达标，缩短经验摸索过程
- 血糖控制更满意

## 病人

- 快速安全校正高血糖
- 科学方便的计算餐前量
- 个体化治疗方案

# 掌握好大剂量向导能使 胰岛素泵用户真正实现

ü 饮食自由

ü 生活自由

ü 血糖控制快速，平稳，安全

# 树立正确的胰岛素泵观念

- 太麻烦？太复杂？
- 想想电脑复杂吗？当学会后，它会发挥强大功能
- 同样，胰岛素泵也只有在聪明好学，并有耐心的人那里才能充分发挥它的各种性能，使血糖正常化，生活自由化。

反复实践！