

Protocolo de Terapia con Bombas para Insulina.

Una guía dirigida al Profesional de la Salud

sobre la iniciación en Terapia con Bomba para Insulina.

BRUCE W. BODE, MD, FACE

ATLANTA DIABETES ASSOCIATES
ATLANTA GEORGIA

AUSPICIADO CON UNA BECA EDUCACIONAL DE
Medtronic Diabetes

BRUCE W. BODE, MD, FACE

Conferencista internacionalmente conocido y una autoridad en la terapia con Bomba para Insulina, el Dr. Bode, graduado de la Escuela de Medicina de la Universidad de Emory, tiene su práctica privada en la Clínica Asociados en Diabetes de Atlanta y funge como Director Médico del Centro de Tratamiento de Diabetes en Atlanta, Georgia. El Dr. Bode y sus asociados tienen la práctica más grande de terapia con bomba para insulina de Estados Unidos. Es también miembro del Consejo Consultor Médico de la revista *Diabetes Interview*; miembro activo de la Asociación Americana de Diabetes (ADA) y de la Fundación de la Diabetes Juvenil (JDF).

PROPÓSITO

El presente protocolo está diseñado para los médicos interesados en utilizar programas comprensivos de manejo de Diabetes para sus pacientes. Las ventajas Farmacocinéticas de la infusión Continua Subcutánea de Insulina son discutidas en este protocolo. Se proveen indicaciones y contraindicaciones para facilitar una adecuada selección de pacientes. Se proveen metodologías para el ajuste de las dosis basales y de los bolos, así como para prevenir problemas en el manejo de Bombas para insulina. Este protocolo será útil tanto para médicos que estén iniciando en la prescripción de bombas para insulina, como para aquellos que ya cuenten con amplia experiencia y deseen repasar algunas de las recientes estrategias para optimizar el control glicémico por medio de la Infusión Continua Subcutánea de Insulina.

Aún cuando todas las precauciones pertinentes han sido tomadas en la preparación de esta guía, los autores y editores no se hacen responsables por errores u omisiones, ni por el uso de los materiales contenidos en este documento ni por las decisiones tomadas con base en el uso del mismo. Este documento no contiene toda la información necesaria para el cuidado y tratamiento correcto de pacientes con Diabetes. Por lo tanto, nadie debe basar sus decisiones de tratamiento de personas con diabetes únicamente en el contenido de este documento. No se extiende ninguna garantía expresa o implícita en relación al contenido de esta obra o de su aplicación a pacientes y/o circunstancias específicas. Ni el autor ni los editores tendrán responsabilidad directa o indirecta, especial, incidental o consecuencial de los daños causados debidos al uso o inhabilidad en el uso del contenido de esta obra.

Indicaciones para la Terapia con Infusión Continua Subcutánea de Insulina

- Incapacidad para alcanzar normoglicemia mediante Múltiples Inyecciones Diarias
- Hipoglicemias recurrentes
- Hipoglicemias inadvertidas
- Preferencia del paciente por normalizar su estilo de vida
- Incapacidad para tener éxito (por ejemplo, cetoacidosis diabética, hospitalizaciones recurrentes)

Requerimientos del paciente

- Monitoreo y registro de la glucosa en sangre un mínimo de cuatro veces al día
- Que sea responsable y psicológicamente estable
- Dispuesto a cuantificar la ingesta de comida
- Dispuesto a cumplir con el seguimiento médico

Beneficios

- Control mejorado
- Menos variaciones en el control de la glucosa en sangre
- Hipoglicemia menos frecuente y menos severa
- Más flexibilidad con normalización mejorada del estilo de vida y sensación de bienestar

Problemas

- Interrupción de la infusión que puede conducir a hiperglicemia y, potencialmente, a cetoacidosis diabética
- Reacciones o infecciones en el sitio de la aguja
- Falla de la bomba (raro)

Metodología

Determinar el requerimiento de insulina para la Infusión Continua Subcutánea de Insulina

- Reducir en 25% la dosis de insulina diaria total previa a la bomba (la reducción será menor si la dosis de insulina total del paciente emplea más del 70% de la insulina regular).
- Usar el requerimiento reducido de insulina anterior y dar:
 - 50% como basal.
 - 50% como bolo total.
- Dividir la dosis de bolo entre 3 y dar previo a los alimentos (TID) en tres comidas calóricamente iguales. No administrar tentempié a la hora de dormir (HS) hasta que el índice basal sea correcto.

Insulina basal

Infusión continua de insulina: Principal responsable de inhibir la producción de glucosa hepática

Bolo de insulina

Principal responsable de la utilización de la glucosa periférica; insulina prandial

Ejemplo: Hombre de 165 libras de peso con 11 unidades Regulares antes de la comida (TID) y 20 unidades de insulina NPH a la hora de dormir, para un total de 53 unidades por día.

Requerimiento de insulina = 75% de 53 u/día = 40 u/día.

Basal = 50% de 40 u/día = 20 u/día/24 horas = 0.8 u/hr.

Bolo total = 50% de 40 u/día = 20 u/día; en consecuencia, los bolos antes de la comida equivalen a 20 unidades divididas entre 3, o aproximadamente 7 unidades AC (TID).

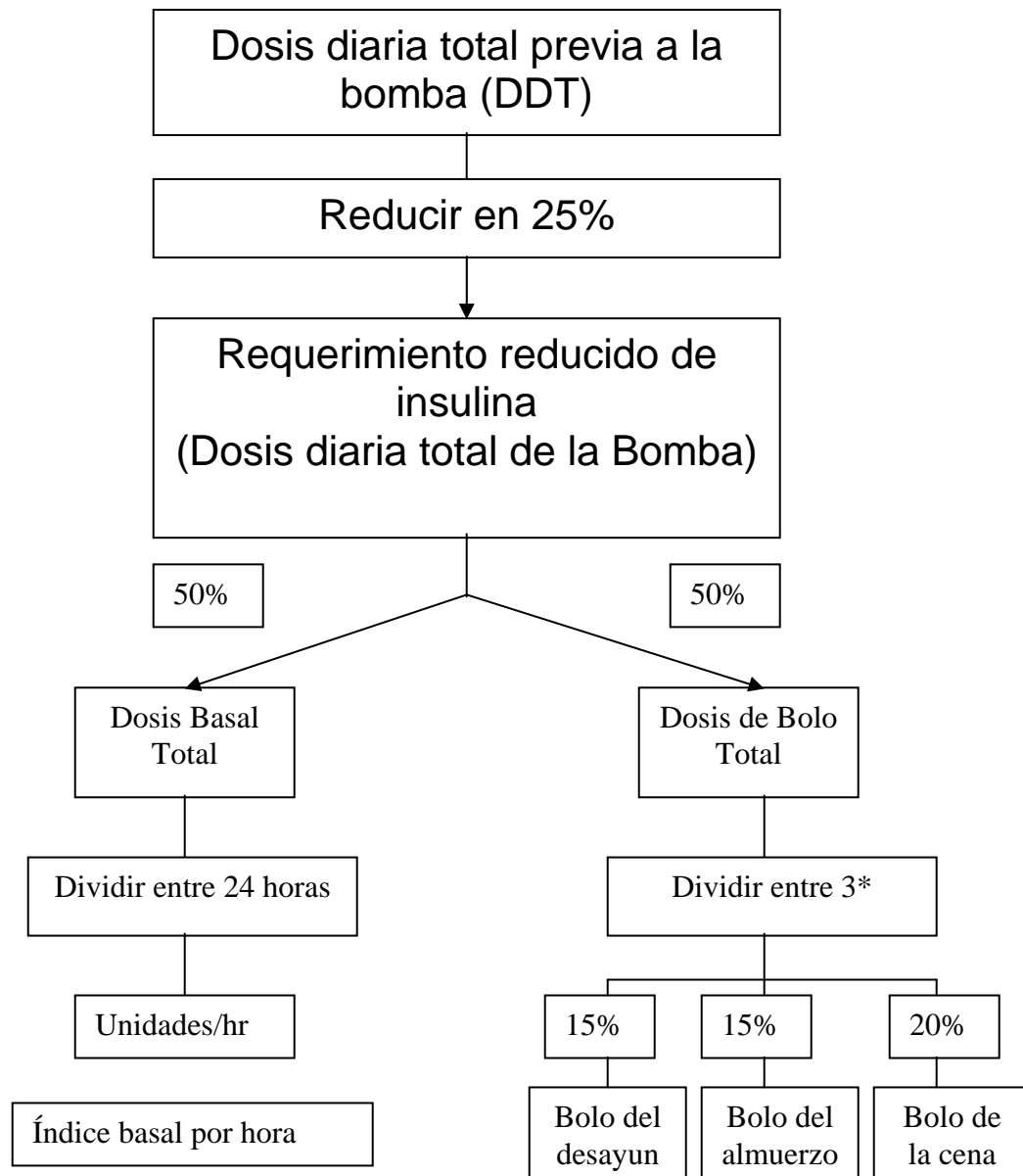
Bolo antes de la comida

Iguala los carbohidratos de la comida.

Determinar la insulina suplementaria

Se administra una dosis suplementaria de insulina para corregir la hiperglicemia, antes de la comida o durante el día.

Figura 1 Determinación del requerimiento de insulina



* Para 3 alimentos iguales sin tentempié a la hora de dormir (HS)

Cálculo de la sensibilidad a la insulina para bolos adicionales

- Determinar la cantidad de reducción de glucosa por cada unidad (1.0) de insulina administrada al paciente.
- La sensibilidad a la insulina varía dependiendo del requerimiento de insulina del paciente. Se ha desarrollado una fórmula (Regla 1500) para determinar el Factor de Sensibilidad a la Insulina:

$$\frac{\text{Factor de Sensibilidad a la Insulina}}{500} = \frac{500}{\text{Insulina Diaria Total en ICSI}}$$

Bolo suplementario

Corrige la hiperglicemia de cualquier etiología.

Ejemplo de la Regla 1500: Requerimiento de insulina de 50 unidades por día

$$\frac{1500}{50} = \text{descenso de 30 mg/dl de insulina en sangre por 1.0 unidad de insulina}$$

- Para determinar la dosis de insulina suplementaria, usar la fórmula siguiente:

$$\text{Suplemento} = \frac{(\text{GS} - \text{Y})}{\text{X}} \quad \text{donde:}$$

GS = Nivel actual de glucosa en sangre

Y = Valor ideal de GS (punto medio del rango objetivo)

Y = 100 mg/dl si la contrarregulación es normal

Y = 120 mg/dl si la contrarregulación está deteriorada

Y = 80 mg/dl si hay embarazo

X = Cantidad de glucosa disminuida por unidad (1.0) de insulina. (Determinado mediante la Regla 1500).

En consecuencia, si la contrarregulación es normal, la suplementaria regular = $\frac{(\text{GS} - 100)}{30}$

Si la GS es 235, la insulina suplementaria sería $(235 - 100) = 4.5$ unidades

Suministrar la insulina suplementaria previa a la comida con base en el resultado de glucosa sanguínea antes de la comida más el bolo para comida programado.

AJUSTE DE LA DOSIS DE INSULINA EN INFUSIÓN CONTINUA SUBCUTÁNEA DE INSULINA

Proporcionar un rango objetivo para ajustar la insulina antes de la comida, a la hora de dormir y durante la noche. El rango objetivo normal sería:

- 70 a 150 mg/dl si la contrarregulación es normal.
- 80 a 160, o 100 a 200 mg/dl si la contrarregulación está deteriorada.
- 60 a 90 mg/dl en caso de embarazo.

Ajustes a los índices basales

Comenzar con un solo índice basal. Revisar la glucosa en sangre antes de la comida, a la hora de dormir, 12 a.m. y 3 a.m. al comienzo de la terapia con bomba para insulina. Después de determinar el índice basal, revisar la glucosa en sangre de forma rutinaria antes de la comida, a la hora de dormir, antes de conducir y periódicamente a las 3 a.m.

Proporcionar una hoja de flujo para auto-monitoreo de la glucosa en sangre con fines de registro, con flechas para que los pacientes ajusten sus bolos y dosis basales, así como para registrar dichas dosis.

Ajuste basal basado en la glucosa en sangre a las 12 a.m., 3 a.m. y 7 a.m.

Incremento basal de 0.1 unidades/hr si cualquiera de las mediciones de la glucosa en sangre anteriores es mayor al rango objetivo por dos días consecutivos.

Disminución basal de 0.1 unidades/hr si cualquiera de las mediciones de la glucosa en sangre anteriores es menor al rango objetivo.

Añadir un segundo basal de las 3 a.m. a las 9 a.m. o 4 a.m. a las 0 a.m. si la glucosa se eleva > 30 mg/dl durante esos períodos de tiempo. Iniciar

el segundo basal consistente en 1.5 a 2 veces la cantidad del primer índice.

Confirmar la duración y cantidad del segundo basal u otros basales, retardando u omitiendo comidas en cualquier fase del día. Para confirmar el valor basal al amanecer, revisar la glucosa en sangre a las 3 a.m. y las 7 a.m. Si la glucosa en sangre está dentro del objetivo, omitir el desayuno y revisar la glucosa en sangre cada 2 horas hasta el almuerzo, para asegurar que la glucosa sanguínea permanezca dentro del objetivo. De no ser así, ajustar el índice basal como se describió arriba.

Ajustes a la dosis de bolo

Ajustar las dosis de bolo con base en la glucosa en sangre antes de la comida o en el siguiente valor de la glucosa en sangre antes de la comida.

Si la GS > rango objetivo por dos días consecutivos a la misma hora del día, aumentar la dosis del bolo el tercer día en 1 unidad.

Si la GS < rango objetivo todo el tiempo y no se puede explicar, disminuir la dosis del bolo el día siguiente en 1 unidad.

Alteración del Plan de Comidas

Se emplean comidas fijas hasta que todos los niveles de glucosa en sangre estén en un rango aceptable durante el inicio.

Ahora se le puede enseñar a un paciente cómo alterar su plan de comidas con base en el número de carbohidratos.

Generalmente, primero se establece un índice de carbohidratos a insulina, sumando el número total de carbohidratos consumidos en un día y dividiendo entre el número de unidades de insulina usadas como bolos.

Una vez establecido el índice, las comidas se pueden alterar con la cantidad del bolo de la comida, basándose en la cantidad de carbohidratos consumidos en dicha comida.

Se puede proporcionar un tentempié a la hora de dormir o entre las comidas si se desea, con un bolo previo al tentempié basado en la cantidad de carbohidratos consumidos.

Se debe poner mucha atención al dar bolos a la hora de dormir. (Generalmente se necesita 1.0 unidad de insulina por cada 10 a 15 gramos de carbohidratos consumidos).

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA CETOACIDOSIS DIABÉTICA EN LA INFUSIÓN CONTINUA SUBCUTÁNEA DE INSULINA

Monitoreo de rutina de la glucosa en sangre, un mínimo de cuatro veces al día.

- Reparar el sistema de la bomba cuando la glucosa en sangre sea mayor a 250 mg/dl.
- Examinar el sitio de la bomba. ¿Está inflamado, irritado o produce dolor al tacto? ¿Existe sangre en el tubo o alrededor de la aguja?
- Examinar el tubo. ¿Se observa sangre o burbujas en el tubo? ¿Hay fugas?
- Revisar la conexión entre la jeringa y el equipo de infusión en busca de fugas o rupturas. ¿La conexión está floja?
- Verificar la jeringa. ¿Está cargada correctamente? ¿Contiene insulina? ¿Se observan burbujas en exceso?
- Verificar la bomba. ¿Los índices basales son correctos? ¿Se suministró el último bolo de comida?
- En caso de detectarse alguna anomalía, cambiar la jeringa, catéter y sitio de infusión.
- Si no se detecta problema alguno, desconectar el equipo de infusión usando Quick Release o retirar el equipo de infusión, y dar un bolo de insulina al aire para observar si sale insulina. ¿El tornillo de plomo gira cuando se administra el bolo de comida? Realizar una prueba de bolo de 7.2 unidades para confirmar el movimiento exacto del tornillo de plomo. Si no se suministra insulina, cambiar el equipo de infusión, volver a llenar la jeringa con insulina fresca y repetir este paso.
- Si la bomba no se puede operar, llamar a la línea de Ayuda de 24 horas (1-800-MINIMED/1-800-646-4633) para obtener más información sobre cómo corregir el problema y para obtener un reemplazo de la bomba, en caso de ser necesario.

Tratamiento de hiperglicemia

- **Si la glucosa sanguínea es mayor a 250 mg/dl**, revisar las cetonas en la orina.

Si las cetonas dan positivo, suministrar la insulina manualmente con una jeringa; aplicar una inyección suplementaria cada 2 horas hasta que la glucosa en sangre sea normal y el resultado para las cetonas sea negativo.

Si las cetonas dan negativo, administrar una inyección suplementaria cada 4 horas, hasta que la glucosa en sangre sea normal.

- **En caso de presentarse náusea y vómito**, administrar inyección por jeringa primero; después cambiar el equipo de infusión y proceder con el protocolo de reparación anterior y dar un bolo suplementario cada dos horas.

Si la glucosa en sangre no descende, forzar los fluidos, llamar al médico y continuar administrando insulina por inyección.

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE HIPOGLICEMIA EN LA INFUSIÓN CONTINUA SUBCUTÁNEA DE INSULINA

Monitorear y registrar rutinariamente la glucosa en sangre, un mínimo de cuatro veces al día.

Establecimiento adecuado del rango objetivo de glucosa en sangre: Fijar un nivel mínimo de glucosa en sangre que el paciente deba alcanzar antes de irse a dormir - a menudo > 100 mg/dl.

- Si existen antecedentes de hipoglicemia severa o de tener hipoglicemia sin saberlo, establecer un rango objetivo de 80-160 mg/dl.
- Si hay hipoglicemia severa recurrente, el rango objetivo es de 100-200 mg/dl.
- Administrar una fórmula adecuada de insulina suplementaria.

- Establecer la glucosa en sangre ideal en 120 o 150 mg/dl, en lugar de 100 mg/dl.
- Monitorear periódicamente la glucosa en sangre a las 3 a.m., independientemente de los síntomas; ajustar los basales según corresponda.
- Reducir al mínimo el uso de insulina suplementaria a la hora de dormir y después del ejercicio.
- Adoptar precauciones adecuadas en cuanto al ejercicio, con monitoreo previo y posterior a la actividad física.
- Educación con respecto al uso de tabletas de glucosa y Glucagón. (Los miembros de la familia deben escribir las instrucciones con sus propias palabras en una tarjeta de 3x5 y colocar cerca un Kit de Emergencia de Glucagón con una banda elástica).
- Notificar al equipo encargado del cuidado de la salud sobre cualquier evento hipoglicémico que haya requerido asistencia.

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE IRRITACIONES/INFECCIONES DE LA PIEL EN LA INFUSIÓN CONTINUA SUBCUTÁNEA DE INSULINA

Usar técnica estéril o aséptica al cambiar el equipo de infusión.

Cambiar el equipo de infusión cada dos días por una aguja curva y cada tres días por un Sof-set. Si existe dolor al insertar el equipo Sof-set, recomendar el uso de Sof-serter para disminuir dicho dolor.

En caso de haber infección, usar Hibiclens para limpiar el área, seguido de alcohol antes de insertar la aguja. Si se está usando una aguja curva, emplear ungüento antiséptico Bactroban sobre el sitio de la aguja después de la inserción, considerando el cambio a un equipo Sof-set que incorpore un vendaje antibacteriano. En caso de ocurrir un absceso, realizar una incisión y drenaje del área y tratar para infección causada por estafilococo con antibióticos adecuados.

En caso de ocurrir irritación de la piel, determinar la fuente:

- Si la cinta ocasiona la irritación, cambiar el tipo de cinta (por ejemplo, Polyskin, IV 3000 o cinta de seda).
- Si el tubo ocasiona la irritación, colocar cinta por arriba y abajo del tubo, usando una técnica de sándwich.

- Si el jabón o alcohol del paciente ocasiona la irritación, cambiar a un jabón antibacteriano o usar Skin Prep.

Muestra de Hoja de Flujo

El uso de una hoja de flujo fácil de leer es esencial. Este ejemplo tiene espacios para un mes completo de datos, con una línea para cada día. Se incluyen: lecturas de glucosa en sangre, bolos de comida, dosis de insulina suplementaria, perfiles de insulina basal, episodios hipoglicémicos, ejercicio, peso y comentarios. Las flechas vinculan las columnas que contienen mediciones de glucosa en sangre con las columnas que contienen información relacionada de la dosis de insulina. Este vínculo ayuda al proveedor y al usuario de la bomba a correlacionar mejor el rango de niveles de glucosa sanguínea a sus causas posibles. Las dosis suplementarias se registran por separado de los bolos antes de la comida, a fin de permitir el análisis de su efecto. Las hojas de flujo por lo general se envían por fax a la oficina, donde un empleado marcará todos los niveles de glucosa en sangre fuera del rango objetivo, usando un marcador de color (rosa) para los niveles de glucosa en sangre bajos y otro color (verde) para los niveles altos. Se debe pedir a los usuarios de la bomba que marquen sus niveles fuera de rango, encerrando en círculos los niveles bajos y dibujando cuadros alrededor de los niveles altos. La marcación con colores no pasa bien por el fax y tiende a oscurecer los datos cuando las hojas se envían por fax.

Para analizar la exactitud de la dosis suplementaria, buscamos cada nivel alto de glucosa sanguínea y el nivel que inmediatamente le sigue. En específico, si cada nivel alto de glucosa en sangre va seguido por uno en el rango objetivo, esto indica que la dosis suplementaria del paciente es correcta. Sin embargo, si la mayoría de los niveles altos de glucosa en sangre van seguidos por niveles hipoglicémicos, quiere decir que la dosis suplementaria es muy alta. Por el contrario, si la mayoría de los niveles altos van seguidos por otro nivel alto, entonces la dosis suplementaria es demasiado baja. Se debe indicar al paciente que disminuya o incremente el factor de sensibilidad en la fórmula suplementaria, según sea necesario, para alcanzar el cambio deseado en el nivel de glucosa en sangre.

Hoja de Flujo - Ejemplo de Caso

En este caso, el paciente actualmente usa 8 unidades con cada comida; un índice basal de 1.0 unidades/hr, para dar un total de 50 unidades/día. El

factor de sensibilidad sería 1500 dividido entre 50, que es igual a 30, por lo que el paciente tiene un suplemento de (GS-100)/30.

Este caso ilustra que el suplemento inicial (GS-100)/30 es muy alto, debido a que muchos niveles alto de glucosa en sangre van seguidos por un nivel de glucosa en sangre bajo; y muchos niveles bajos de glucosa en sangre van seguidos por un nivel alto de glucosa en sangre.

En consecuencia, se debe cambiar el suplemento a (GS-100)/40.

NOTAS SOBRE EL USO DE LA NUEVA INSULINA DE ACCIÓN RÁPIDA (HUMALOG®)*

No cambie a un paciente de la insulina regular a Humalog® sin haberle proporcionado conocimientos adicionales. Debido a que Humalog® trabaja dos veces más rápido, tiene una duración más corta y se depura con mayor rapidez del cuerpo que la insulina regular, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos al cambiar a un usuario de bomba a Humalog®:

- **Dosis basal y de bolo:** se requieren prueba de glucosa en sangre adicionales para verificar las dosis adecuadas.
- **Prevención de hipoglicemia:** Se requerirán pruebas adicionales de glucosa en sangre de 1-2 horas después de las comidas, antes de irse a dormir y antes de conducir un automóvil.
- **Prevención de hiperglicemia:** Si se interrumpe el suministro de insulina, existe un potencial en aumento para inicio de hiperglicemia más rápido, que podría dar como resultado cetoacidosis diabética (CAD). Se debe poner mucha atención a los lineamientos para prevenir la cetoacidosis diabética; por ejemplo, suministrar insulina por jeringa.

*El etiquetado de Humalog® todavía no recomienda su uso en bombas. Hasta que esta nueva insulina cuente con indicación para uso en bombas, no habrá disponibles lineamientos o algoritmos específicos.

Referencias

Hoja de Flujo para Auto-Monitoreo de Glucosa en Sangre - Bomba para Insulina

ATLANTA DIABETES ASSOCIATES

NOMBRE: _____

DOMICILIO: _____

CIUDAD: _____ ESTADO: _____ C.P. _____

MÉDICO: _____

PARA EL MES DE: _____ PARA EL AÑO _____

TELÉFONO: HOGAR _____ TRABAJO _____

[illegible]

Hoja de Flujo para Auto-Monitoreo de Glucosa en Sangre - Bomba para Insulina

ATLANTA DIABETES ASSOCIATES

NOMBRE: _____

DOMICILIO: _____

CIUDAD: _____ ESTADO: _____ C.P. _____

MÉDICO: _____

PARA EL MES DE: _____ PARA EL AÑO _____

TELÉFONO: HOGAR _____ TRABAJO _____

TIEMPO		A.M.		ANTES DEL DESAYUNO				MEDIODÍA			ANTES DE LA CENA				HORA DE DORMIR		COMENTARIOS		
FECHA	B ₁	GS	B ₂	GS	Reg	Sup		GS	Reg	Sup		GS	NPH	Reg	Sup		GS	Reacción	#Ejercicio
	1.0			108	8	.1		97	8	0		140		8	1.3		75	Basal	Inicio Término
	1.0			152	8	1.0		68	8	-1.1		156		8	1.9		64	1 ^{ro}	
	1.0			132	8	1.0		76	8	-0.8		148		8	+1.6		78		
	1.0			106	8	.1		164	8	+2.1		68		8	-1.4		142		

Rango Objetivo: 70-150



GS Baja



GS Alta