

## مضخة الإنسولين أو البنكرياس الإصطناعية

24 تُعرّف مضخة الإنسولين بأنها جهاز الكتروني ( ) صغير يضخ الإنسولين

تستعمل هذه الطريقة لزرق الإنسولين منذ ما يزيد على العقدين ونصف السابقين. ويقصد بهذه الطريقة هو زرق الإنسولين أو صبه المستمر ( ) في نسيج تحت الجلد بواسطة جهاز ( ) خاص يثبت خارج الجسم هذا . حيث يمكن حمل مضخة الإنسولين بصورة متخفية ومقبولة تحت الملابس وهي تزرق الإنسولين ذاتياً. المضخة هذه بالمضخة الخارجية لصب الإنسولين في النسيج تحت الجلد. ووظيفة المضخة تتشابه مع وظيفة خلايا بيتا داخل الجسم البشري ولكن هنا يجب إخبارها عن جرع الإنسولين الذي يحتاجه مريض السكري.

تتكون المضخة التقليدية من الأجزاء التالية:

- ◆ ( ) : , , ( البطاريات )
- ◆ ( ) الإنسولين النببذ ( )
- ◆ مجموعة ضخ الإنسولين النببذة والتي تتضمن القنية التي تغرز تحت الجلد والنظام الإنبوبي لربط خزان الإنسولين مع القنية.



### مضخة الإنسولين أو البنكرياس الإصطناعية وكيفية حملها من قبل المريض

تُستعمل هذه المضخات الذكية في الوقت الحاضر في حالات معينة من مرض السكري وبالذات مرضى السكري النمط الأول أي المُعتمدين كلياً على الإنسولين في علاج مرضهم. وبفضل التكنولوجيا الحديثة توجد حالياً مضخات ذات مواصفات تساعد على تخفيض أو رفع بعض المشاكل السابقة. لما بأنّ هذه المضخة لا تزال لا تستعمل في الوقت الحاضر في كثير من بلدان العالم وذلك لتكلفتها العالية ولعدم توفر المراكز الطبية المتخصصة بالعناية بحاملي

هذه المضخات. أما في بعض البلدان الأخرى كالسويد مثلاً فقد ازدادت نسبة الأطفال والمراهقين المصابين بالمرض السكري ممن يستعملون مضخة الإنسولين إلى 12% من مجموع مرضى السكري في هذا البلد. ويعمل جهاز ( ) الإنسولين الصافي بصورة ثابتة خلال الأربع وعشرين ساعة مع برمجة الجهاز لضخ جرعة إضافية لتغطية الوجبات الغذائية.

وتوجد طريقة أخرى لصب الإنسولين في الغشاء البريتوني لتجفيف البطن. خارج الجسم أو تزرع داخله. وقد أظهرت بحوث حديثة نجاح وفعالية استعمال هذه المضخة للسيطرة المُرَكَّزة على . أما نوع الإنسولين الذي يستعمل في المضخات فهو الإنسولين

القصير الفعل وكذلك حالياً شبيهات الإنسولين السريعة الفعل.

إنَّ الإستعمال الأمين والفعَّال لمضخة الإنسولين يتطلب ما يلي:

- 4 مرات في اليوم وكل يوم.
- إستعمال طريقة حساب الكربوهيدرات.
- تنظيم جرعة الإنسولين حسب مستويات سكر الدم وكمية الكربوهيدرات المتناولة والنشاط الجسمي.
- الثقافة الصحية بكل ما يتعلق بمضخة الإنسولين.

## هل المعالجة بمضخة الإنسولين هي لك؟

يجب أن يسأل مريض السكري نفسه الأسئلة التالية:

- هل أنت مستعد لربط جهاز المضخة الذي يجعل الناس يعرفوا بأنك .
- هل تملك التوقعات الواقعية؟ فالمضخة ليست "طلقة سحرية" تستطيع حل كل مشاكلك مع سكر الدم.
- هل أنت مستعد لتحليل سكر الدم على الأقل 4 مرات في اليوم.
- هل أنت مستعد لحل المشاكل بإستعمال فهمك لحقائق الأمور المتعلقة بالإنسولين والكربوهيدرات والنشاط .
- هل لديك فريق عناية صحية له معرفة أو متخصص بمضخة الإنسولين.

## الفوائد الرئيسية للمعالجة بمضخة الإنسولين:

- تزيد المرونة في الحياة اليومية.
- إستعمال جرعة محسوبة من الإنسولين.
- إستعمال جرعة دقيقة من الإنسولين.
- القابلية على تحرير عشر وحدة الإنسولين (1) (وحدة الإنسولين)
- تخفيض نوبات هبوط سكر الدم.
- تخفيض التذبذب الواسع في مستويات سكر الدم.
- تساعد على كيفية التعامل مع الظاهرة الفجرية.

## الأهداف الرئيسية للعلاج بمضخة الإنسولين:

1. المحافظة على مستويات السكر ضمن الحدود السويّة أو أقرب ما تكون إليها طوال اليوم.
2. هبوط السكر إلى مستويات منخفضة جداً وخطرة.
3. المحافظة على الحياة ذات النوعية الجيدة وجعلها قريبة من الحياة السويّة.

## الحالات التي تستدعي استعمال مضخة الإنسولين:

من الأمور التي يجب أخذها بنظر الاعتبار في هذا الصدد هو أن يتم اختيار المرضى على أساس احتياجهم للمضخة وليس على أساس قدرتهم المالية. وفيما يلي أهم الحالات التي تحدد مدى الاحتياج إلى استعمال مضخة الإنسولين:

1. حالات عدم القدرة على السيطرة على السكر بواسطة الزرق المتعدد للإنسولين تحت الجلد يومياً أو قلم الإنسولين.
2. تكرار حالات هبوط السكر الشديدة.
3. حالات هبوط السكر غير المحسوس من قبل المريض.
4. الرقود المتكرر في المستشفى بسبب عدم القدرة على السيطرة على السكر في الدم.
5. رغبة المريض في تطبيع أكثر في طرز أو أسلوب حياته. وقد أصبحت الرغبة في تحسين جودة الحياة تلعب دوراً مهماً في استعمال مضخات الإنسولين في العصر الحالي.
6. ومن الجدير ذكره هنا أنه في حالة الأطفال ممن تقل أعمارهم عن 10 سنوات ولأسباب تتعلق بتطورهم المرتبط بالعمر وكذلك قدرتهم على إدراك الأمور فقد لا يكون من السليم استعمال مضخة الإنسولين كوسيلة رئيسية لعلاجهم. وقد بيّنت نتائج إحدى البحوث الحديثة جدوى وسلامة استعمال مضخة الإنسولين أثناء النوم في الليل، حيث تضمن لمثل هؤلاء الأطفال مراقبة الوالدين، لغرض ضمان السيطرة على السكر وتجنب هبوطه أثناء الليل وفي الصباح.

## المرض السكري النمط الأول الهش (القصيم أو القصيف) وأهمية استعمال مضخات الإنسولين

نسبة قليلة من مرضى السكري النمط الأول يكون السكر عندهم غير مستقر ويعانون من صعوبة في السيطرة عليه. ويسمى مثل هؤلاء الأطفال بالسكريين الهشين أو السكريين غير المستقرين. ومثل هؤلاء الأطفال يعانون من تعطل مستمر في حياتهم بسبب نوبات هبوط وارتفاع السكر في الدم. وتُعزى حالات المرض السكري الهش إلى عدة أسباب رئيسية وهي:

- (1) أخطاء علاجية.
- (2) إختلالات بحالات مَرَضِيَّة عارضة مثل الإلتهابات وإضطرابات الغدد الصم.
- (3) أسباب عاطفية ومنها إضطرابات ومشاكل عائلية.

- 4) متعمدة من قبل الشخص نفسه ( أو ممن يعيله صحياً) أي أنّ المريض نفسه يتلاعب بالعلاج.
- 5) أسباب غير معروفة وقد يكون أحدها تذبذب مستويات الأجسام المضادة لمستقبلات الإنسولين في الأنسجة التي تستهلك السكر في الدم بفعل الإنسولين كالعضلات والأنسجة الدهنية والكبد.

وكل هذه الحالات تحتاج إلى تحري ومراجعة شاملة ومتابعة مركزة من قبل طبيب إختصاصي مع أعضاء آخرين من فريق علاج المرض السكري وكذلك إلى تعاون المريض وذويه لغرض إيجاد أفضل الوسائل والطرق لغرض التخلص من حالات الهشاشة في المرض السكري. وقد تقتضي حالات كثيرة إلى استعمال مضخات الإنسولين سواء . وبعض الأحيان قد يؤدي التحسن في السيطرة على السكر في الدم إلى قطع الحلقة المفرغة واستعادة السيطرة بحيث يمكن في بعض الحالات الرجوع إلى العلاج السابق والاستغناء عن المضخة.

### إستعمال مضخة الإنسولين عند الرقود في المستشفى

ثمة بيانات تشير الى أنّ معالجة فرط سكر الدم بمضخة الإنسولين هي أمينة عند إستعمالها من قبل قسم من المرضى الراقدين في المستشفى بعد أن يتم إختيارهم. وفي دراسة سابقة على عدد قليل من المرضى بيّنت أنّ الإستمرار بإستعمال مضخة الإنسولين عند الرقود في المستشفى هو أمين. وهنا يجب الأخذ بنظر الإعتبار أنّ خبرة ومعرفة الكوادر الصحية والطبية بمضخة الإنسولين يشكل عائقاً لإستعمالها أثناء الرقود. وهذا يقتضي تثقيف هذه الكوادر وكذلك المريض بكيفية التعامل مع مثل هذه الحالات وتعميم خطوط مرشدة حولها.

### تأثير المعالجة بمضخة الإنسولين على نوعية الحياة

- لا توجد حاجة لإتباع نهج ثابت يومياً (النهوض صباحاً بوقت متأخر)
- قيود أقل في النظام الغذائي (التوقيت والكمية)
- المضخة يمكن برمجتها لتتناسب مع النشاطات اليومية (الرياضة والسفر)
- تزيد من الإحساس براحة البال أو السعادة
- (المراهقين)
- التقليل من دخول المستشفيات : نوبات هبوط السكر أقل بدرجة مهمة (10 )
- تضمن قناعة المريض وتجاوبه

### الشروط التي يجب توفرها في حالة استعمال مضخة الإنسولين:

1. أن يكون للمريض الحافز الذاتي والإرادة الكافية لإستعمال هذه المضخة .
2. القدرة على ضمان التوازن بين الغذاء والنشاط الجسمي وجرعات الإنسولين لغرض الحفاظ على مستويات السكر ضمن الحدود المستهدفة.
3. التزام المريض بإختبار السكر بنفسه وعلى الأقل أربع مرات إلى ثمانية مرات في اليوم.
4. قدرة المريض على تحمّل المسؤولية مع ضمان الإستقرار .

5. القدرة والمعرفة الكافية على حساب كميات السكريات التي يتناولها.
6. وجود مركز متخصص له خبرة للعناية بحاملي مضخات الإنسولين من مرضى السكري.

## فوائد ودواعي استعمال صب الإنسولين المتواصل تحت الجلد عند مرضى المرض السكري النمط بطريقة الزرق اليومي المتعدد للإنسولين

لقد بينت نتائج البحوث أنّ طريقة صب الإنسولين المتواصل تحت الجلد بواسطة مضخة الإنسولين النمط الأول بدلاً من استعمال طريقة الزرق اليومي المتعدد للإنسولين قد ساعدت على تخفيض الهيموجلوبين أ<sub>1</sub> بدرجة كبيرة وبدون معدل عال لنوبات هبوط السكر. وهذا يؤكد الدواعي المُتَّبعة حالياً لإستعمال علاج صب الإنسولين المتواصل تحت الجلد لمرضى السكري النمط الأول ممن يستعملون طريقة الزرق اليومي المتعدد للإنسولين ويُعانون من نوبات هبوط السكر المتكرر.

ضى السكري النمط الثاني فإنّ طريقة صب الإنسولين المتواصل تحت الجلد قد وفّرت نفس السيطرة السكرية عند مقارنتها بطريقة الزرق اليومي المتعدد للإنسولين ولكن معدلات حدوث " " هبوط السكر كانت متشابهة في الطريقتين الأمر الذي يُشير إلى أنّ طريقة صب الإنسولين المتواصل تحت الجلد هي أمينة وأنّ فائدتها لمرضى السكري النمط الثاني لا يمكن توثيقها بالإعتماد على تحسن الهيموجلوبين أ<sub>1</sub>س فقط لمرضى تكون درجة السيطرة السكرية عنده متوسطة.

## الأسس التي تعمل بموجبها مضخة الإنسولين الإصطناعية

للبنكرياس في الحالة السويّة وظيفتان رئيسيتان. الأولى تحسّس تركيز السكر في الدم والثانية صنع الإنسولين وخرزته وإفرازه بالكمية الكافية والوقت المناسب بحيث تضمن جعل تركيز سكر الدم ضمن الحدود السويّة. وعلى هذا الأساس تهدف المضخة الإصطناعية إلى التعويض قدر الإمكان عن وظيفة البنكرياس في جسم الإنسان كما هي في الحالة السويّة. فالبنكرياس السويّة تفرز كمية محدودة من الإنسولين بشكل متواصل كل 10 14 دقيقة. ونفس الوظيفة تقوم بها البنكرياس الإصطناعية حيث يمكن لكل مستعمل للمضخة تكييف هذه الكمية الأساسية حسب حاجته.

يمكن للمريض التحكم بضخ الإنسولين بالوجبات الغذائية وأوقاتها خلال اليوم.

ولغرض أداء هذه الوظيفة تساعد المضخة على توفير نوعين من الضخ للإنسولين:

1. ضخ المعدّل الأساسي الصحيح للإنسولين وهو الذي يحافظ على توفير مستوى مقبول يشبه الحالة السويّة خلال فترات عدم تناول الطعام أثناء الأربع وعشرين ساعة. ويمكن برمجة معدلات جُرع أساسية عالية للفترات ذات النشاط الجسمي القليل أو برمجة معدلات جُرع أساسية منخفضة للفترات . ويمكن لنماذج من المضخات الحديثة مثل مضخة براداييم 512 712 من شركة مدترونك ميني مدّ برمجة معدلات جُرع أساسية مختلفة حسب إختلاف أيام الإِسبوع كأن تكون أياماً اعتيادية أو أيام عطلة نهاية الإِسبوع.

2.ضخّ الجرعة الإضافية للإنسولين أي الجرعة الخاصة بالوجبات الغذائية التي يتناولها المريض ويمكن تسمية هذه الجرع بالضخّات المناسبة لكمية الطعام المتناول في كل وجبة. ويسمى هذا الضخّ أيضاً بمعدل الضخّة. مضخة الميني مدّ الحديثة لتوفير ثلاثة خيارات من الضخّات المناسبة لوجبات الطعام والخيارات هي كالاتي:

- **الموجة العادية:** تُعطى هذه الجرعة مرة واحدة وخلال فترة قصيرة وهي تستعمل عادة لمطابقة الوجبة الغذائية التي تشكل النشويات معظمها وكذلك لتصليح نوبات الارتفاع الشديد في سكر الدم.
- تُعطى هذه الجرعة بالتدرّج خلال فترة زمنية تتراوح بين 30 دقيقة إلى ثمانية ساعات. وهي في الغالب تستعمل لتغطية الأطعمة التي قد يستغرق إمتصاصها وقتاً أطول أو في حالات الامتصاص . وفيما يلي الحالات المُقترحة التي تستعمل فيها الموجة المربعة لضخّ الإنسولين:

1. تناول وجبة طويلة كما في .
  2. وجبات إضافية مطوّلة.
  3. تأخر الامتصاص بسبب وهن المعدة.
  4. لتغطية الأطعمة الغنية بالدهون أو بكميات كبيرة من البروتينات مثل البتزا.
- وهي تشمل على الجرعة العادية والتي تتبع بالجرعة المربعة. وهذا يعني أنها تستعمل بها مواد تمتص بسرعة مخلوطة مع مواد غذائية تستغرق وقتاً أطول لإمتصاصها. وهذا ما يحصل في حالة وجبات الطعام السائدة عادة والتي تتكون من النشويات والبروتينات والدهنيات. وكمثال على ذلك وجبة تتضمن سلطة الفاكهة ثم تُتبع بتناول البتزا. وهكذا فإنّ مجموع وحدات الإنسولين في الجرعة المزدوجة تشمل مجموع الجرعة العادية والجرعة المربعة.
- ويمكن برمجة هذه الخيارات من قبل المريض بما يتشابه مع عمل البنكرياس السويّة مع تكييف المعدّل الأساسي ومعدل الضخّ بما يضمن لكل مريض إبقاء سكر الدم ضمن الحدود المستهدفة خلال اليوم. وبهذا ا مضخة مدّترونك ميني مدّ لحاملها القدرة على ضمان التطابق الأفضل بين الطعام المتناول وجرع الإنسولين من 30% من جرعة الموجة العادية أي التي تُعطى دفعة واحدة و70% تُعطى بالتدرّج خلال فترة زمنية معينة.

## تعديل لجرع الأساسية

- عند القيام برحلة سفر طويلة حيث تكون الحاجة أكبر للإنسولين بسبب قلة الحركة.
- في حالة السباقة لفترة طويلة يمكن برمجة معدل أقل لضخّ الإنسولين مؤقتاً لمنع هبوط السكر.
- أثناء الصيام كما هو الحال في رمضان حيث يحتاج المريض الى إنسولين أقل.
- خلال وبعد ممارسة النشاط الجسمي أو ممارسة الرياضة حيث يحتاج الإنسولين الى إنسولين أقل.
- عند وجود الكيتون في الدم حيث يحتاج المريض الى إنسولين أكثر.
- عند الحيض ( ) حيث تحتاج المريضة الى إنسولين أكثر.

## العوامل التي يمكن أن تقتضي تغيير المعدل الأساسي لصب الإنسولين

يجب تثقيف المرضى من قبل موظفي العناية الصحية حول المعدل الأساسي لصب الإنسولين قبل المباشرة باستعمال المضخة.

1. إستمرار موت خلايا بيتا بعد فترة شهر العسل عند مرضى السكري النمط الأول.
2. طفرات النمو وكما يحصل في فترة المراهقة.
3. الوزن أو زيادته.
4. أستعمال أدوية تؤثر على حساسية الإنسولين كما هو الحال في حالة إستعمال هرمونات الكورتكوستيرويد.
5. تغيير في عادات النوم أو الرياضة أو تناول الطعام.
6. كلما أصبحت السيطرة على السكر تتدهور.
7. حسب تعيّر فصول السنة.

## كيفية حساب جرع الإنسولين المطلوبة بواسطة مضخة الإنسولين

تنطبق هذه التعليمات على الجيل الأول من مضخات الإنسولين. نُقلل أولاً جرعة الإنسولين السابقة أي التي كانت 25% (وإذا كان المريض يستعمل سابقاً الإنسولين الراقق أي الصافي بنسبة أكثر من

70% من الجرعة الكلية للإنسولين يومياً فيجب تخفيض الجرعة إلى أقل من 25%).

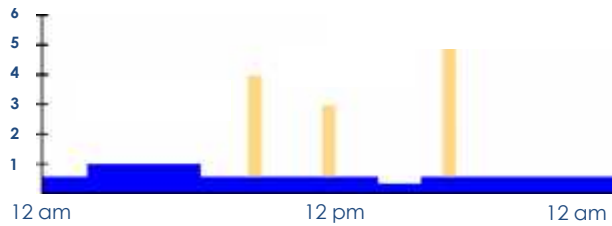
أنفاً كما يلي:

1. 50% كجرعة أساسية ( ) .
  2. 50% ( ) كلية (تشكل مجموع الدُفع أو الضخّات خلال اليوم).
  3. جرعة تصحيحية في حالة ارتفاع مستويات السكر الى درجات عالية.
- ثم تُقسّم الدفعة الكلية على ثلاث دُفع خلال اليوم وتُعطى كل واحدة منها قبل كل وجبة غذائية من الوجبات الثلاث والتي يُفترض أن تكون متساوية السعرات. ( ولا تُعطى وجبة إضافية قبل النوم إلا بعد تضبيب معدل الجرعة الأساسية).

## أساسيات المعالجة بمضخة الإنسولين

- جرعة الوجبة الغذائية
- تطابق الإنسولين مع الكربوهيدرات في الوجبة
- صب الإنسولين القصير المفعول تحت الجلد
- معادلة الاحتياجات الإيضائية المتغيرة

- التصحيح
- للمستويات العالية لسكر



مخطط يُبيّن كيفية حساب جرع الإنسولين المطلوبة بواسطة مضخة الإنسولين

## (1):

مريض يزن جسمه 165 باون وكان يزرق 11 وحدات إنسولين رائق قبل كل وجبة (ثلاث مرات في اليوم) 20 وحدة من الإنسولين المتوسط الفعل (ما يُسمى بالخابط) فيكون مجموع الوحدات في اليوم الواحد هو 53 .  
وعليه سيصبح الإنسولين المطلوب زرقة بواسطة المضخة يساوي 75% 53 وحدة في اليوم أي يساوي تقريباً 40 . الجرعة الأساسية ستكون 50% 40 وحدة في اليوم أي 20 24 0.8

أما الدفعة الكلية ( ) 50% 40 وحدة في اليوم أي 20 وحدة في اليوم.  
3\20 7 . ونعني هنا بجرع الإنسولين الإضافية تلك الجرعة الواجب إعطاؤها لغرض تصليح أو ضبط إرتفاع السكر قبل الوجبات وأثناء النوم. ولغرض تحقيق ذلك يجب حساب معامل حساسية الإنسولين:

1. يُمثل مُعامل حساسية الإنسولين درجة مستوى السكر الذي يُخَفِّض بواسطة وحدة واحدة من الإنسولين.
2. تختلف حساسية الإنسولين باختلاف إحتياج جسم المريض.
3. 1500 لغرض حساب معامل حساسية الإنسولين: 1500\جرعة الإنسولين الكلية

## (2):

يُوضح كيفية حساب معامل حساسية الإنسولين. ففي حالة الجرعة الكلية المطلوبة هي 50 وحدة في اليوم فإنّ معامل حساسية الإنسولين سوف يساوي 1500\50 = 30 100\ . أي أنّ وحدة واحد من الإنسولين تُخَفِّض من 100\ 30 . ولغرض حساب جرعة الإنسولين الإضافية تُستعمل المعادلة التالية:

$$\text{الجرعة الإضافية} = ( - ) \backslash$$

$$\text{حيث أنّ } Y = \text{قيمة السكر المثالية} ( )$$

وعليه فإنّ:

$$100\ 100 = \text{مل في حالة السيطرة المضادة للإنسولين طبيعية}$$

$$100\ 120 = \text{مل في حالة عجز السيطرة المضادة للإنسولين}$$

$$100\ 80 =$$

$$= \text{كمية مستوى السكر الذي يُخَفِّض بواسطة وحدة واحدة من الإنسولين} (1500)$$

وعليه فإذا كانت السيطرة المضادة للإنسولين طبيعية فإنّ جرعة الإنسولين سوف = ( ) -  
100\ 30.

وفي حالة كون السكر في الدم يساوي 235 100\ مل فإنّ جرعة الإنسولين الإضافية التي تعطى قبل كل وجبة = ( ) (100 - 235) \ 30 = 4.5 وحدة من الإنسولين.



(1) دفعة الإنسولين قبل كل وجبة سوف = 7 + 4.5 = 11.5

غذائية هي 7

إنسولين صافي ( ) .

### مزايا استعمال مضخة الإنسولين التي تضمن تحقيق الأهداف الرئيسية للعلاج بالإنسولين:

1. أثبتت نتائج البحوث الحديثة بأنّ استعمال مضخة الإنسولين هي طريقة آمنة وفعّالة.
2. تساعد على توفير المرونة في توقيت وتحديد كمية المواد الغذائية المتناولة وكذلك النشاط الجسمي مما يُساعد على توفير مرونة كبيرة في طرز أو أسلوب حياة المريض.
3. إنّ استعمال الإنسولين قصير الفعل يخفض أو يمنع حصول ارتفاع السكر عند الفجر (الظاهرة الفجرية).
4. تسهل السيطرة الجيدة أثناء أيام المرض.
5. تضمن تطابق أكبر بين مستويات السكر المتأتية من امتصاص المواد الغذائية وبين مستوى الإنسولين الذي تضخه المضخة الأمر الذي يساعد على تجنب نوبات هبوط السكر في الدم على الأقل الشديدة منها. وفي هذا الصدد تمّ تطوير برنامج لمضخات الإنسولين يجعلها تتوقف عن ضخ الإنسولين عند هبوط السكر الى مستوى (70 \ 100 ملليتر أو أقل) والذي يتحسسه نظام تحليل السكر المتواصل والملحق مع المضخة.

### وظيفة مضخة الإنسولين وأهمية حساب النشويات وتوزيع السرعات المتأتية منها خلال اليوم

يمثل ضخ مضخة الإنسولين الاصطناعية لكل من الإنسولين الأساسي مع الجرعة الإضافية منه نفس وظيفة البنكرياس في الحالة السويّة عند الإنسان. وعليه فكلما كان التحكم بالمضخة الاصطناعية من ناحية نوعية وكمية وتوقيت ضخ الإنسولين بما يتناسب مع كمية ونوع وتوقيت المواد الغذائية المتناولة وبالذات النشويات منها أمكن جعل مستوى السكر في الدم خلال الأربع وعشرين ساعة أقرب ما يكون إلى المستويات السويّة عند غير المصابين بالمرض السكري.

### المصادر الغذائية التي تؤثر على مستوى سكر الدم

لكي يمكن معرفة مستويات السكر بصورة أدق بعد مختلف الوجبات الغذائية، لاسيّما من ناحية مكوناتها من النشويات والبروتينيات والدهون،

الغذائية وليس فقط بعد ساعتين. فمعدل إمتصاص السكر ووصوله إلى الدم يتأثر بعدة عوامل منها عملية الهضم والإمتصاص ونوع المواد الغذائية التي تحتويها وجبة الطعام المعينة. وفي هذا الصدد يوصي معظم أخصائيي العناية الصحية بالنسبة لمستعملي مضخة الإنسولين مناظرة ( ) السكر في الدم ذاتياً من قبل المريض ما بين 4 8 مرات في اليوم بواسطة جهاز اختبار السكر الخاص بالمريض.

للمصادر الغذائية التي تؤثر على مستوى السكر في الدم فهي كالاتي:

- **النشويات.** وهي التي تجهز معظم السكر الذي يصل إلى الدم بعد ربع ساعة إلى ساعتين من تناول الغذاء. وهنا يجب التركيز بصورة رئيسية على مقدار النشويات أيّاً كان مصدرها سواء كان من السكريات أو

الفاكهة أو الحليب. كما يجب أن لا ننسى درجة القيمة الغذائية لكل مادة من ناحية ما تحتويه من الفيتامينات والمعادن والألياف. فالبقول أو الحبوب أو الفاكهة أو الحليب تعتبر ذات قيم غذائية عالية بينما تكون السكريات كسكر المائدة أو الحلويات ذات قيمة غذائية واطئة حيث تحتوي في كثير من الأحيان على طاقة فارغة وكثيراً ما تصنع بشكل يحتوي على كميات عالية من الدهون.

- **البروتينات.** إنّ مساهمة البروتينات في الطعام على رفع السكر في الدم هي ليست مباشرة وإذا كان لها تأثير فهو بطئ ويستغرق ساعات عديدة . إنّ احتواء الوجبة الغذائية على مواد بروتينية قد يعمل على إبطاء امتصاص النشويات من خلال التأثير على عملية تحولها إلى سكريات سهلة الإمتصاص. فإنّ حصة البروتينات من السعرات ( ) الكلية المقررة لليوم الواحد تكون 10-15% الصحي لغالبية الناس. لذلك فإنّ نسبة دور البروتينات في تحديد مستويات السكر في الدم ككل هو أقل من 10%.

- **الدهون.** نفس الشيء يقال عن الدهون. فمساهمة الدهون في الطعام على رفع السكر في الدم هي ليست مباشرة وإنما تستغرق هي الأخرى إلى ساعات عديدة لكي ينعكس تأثيرها على السكر في الدم. وجود المواد الدهنية في الطعام يؤدي أيضاً إلى إبطاء عملية امتصاص السكريات وتأخير وصولها إلى الدم لساعات عديدة. عليه فإنّ دور الدهون المباشر هو بسيط في تحديد مستويات السكر في الدم خلال اليوم ولكنه قد يلعب دوراً غير مباشر.

### **الجوانب السلبية لإستعمال مضخة الإنسولين إضافة الى التأثيرات الجانبية:**

- جعل الآخرين يعرفون بأنك مصاب بالسكري.
- المضخة مكلفة بالإضافة الى التكاليف المستمرة للتجهيزات.
- تحليل السكر على الأقل 4 مرات في اليوم وبإستمرار.

### **التأثيرات الجانبية لإستعمال مضخة الإنسولين**

1. التكون السريع للحمض الكتائي السكري في حالة انسداد المضخة وتوقف صب الإنسولين أو نفاذ الإنسولين فيها. ويعزى انسداد المضخة إلى قتل قطرة " " الإنسولين أو انفلاتها من محلها أو انسدادها. استحدثت أجهزة لغرض قياس مستوى الكيتون في دم الأوعية الشعرية ومن قبل المريض نفسه الأمر الذي يساعد على زيادة عدد مرات إختبار الكيتون لغرض التعامل السريع مع حالات توقف عمل المضخة. يجب التنبيه إليه هو وجوب احتفاظ المريض بكمية من الإنسولين والسرنجات كاحتياط في حالة توقف المضخة.
2. إتهاب الجلد وحساسيته لشريط المضخة الأمر الذي يقتضي إبداله كل يومين أو ثلاثة أيام. وقد بيّنت الدراسات في حالة حصول التهاب في منطقة صب الإنسولين تحت الجلد يمكن حينذاك صب الإنسولين في الـ البريتوني في داخل البطن.
3. حالات هبوط السكر ولكن بمعدل أقل بكثير مما في حالة طرق الزرق الأخرى. تقريبا 3\4 نوبات هبوط السكر الشديد تحدث أثناء النوم في الليل. وهذا يقتضي أن تراقب بحذر جرع الإنسولين عن النوم ويجب أن لا تأخذ

جرع عالية أو تآكل أقل من الإحتياج. وقد تحدث نوبات هبوط غير متوقعة عند ممارسة نشاط جسمي أثناء النهار أو تناول الكحول قبل النوم.

4. فشل المضخة ذاتها وهي حالة ينذر حدوثها.

### التطورات الحديثة للبنكرياس الاصطناعية الحقيقية

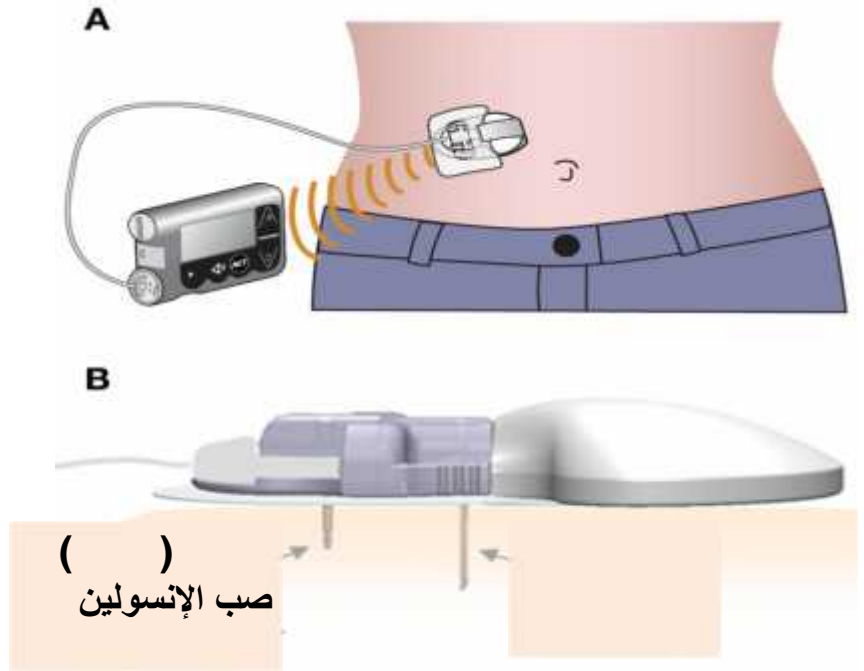
وكما تبين توضيحه آنفاً فإنّ المضخات الحالية تعتمد على نظام الانشوطة أو العقدة المفتوحة والتي تقوم بالتعويض المُستمر للإنسولين الأساسي وحسب معدلات صب مُبرمجة والتي يجب تغييرها يدوياً أي بواسطة إدخال بيانات من قبل المريض كلما إقتضت الضرورة. فصب جرعة إنسولين لوجبة الغذاء يتطلب إدخال بيانات أو سلسلة من عمليات حسابية قبل أن يحصل المريض على الجرعة المناسبة لهذه الوجبة. وعليه فإنّ الإنجازات العلمية التي تهدف إلى رفع مستوى كفاءة مضخات الإنسولين، التي سبق الحديث عنها، تهدف بدرجة رئيسية إلى جعلها مشابهة في وظيفتها إلى درجة ما لخلايا بيتا الأصلية في غدة البنكرياس عند الإنسان وذلك بإستحداث الوسائل التكنولوجية لتحسس مستوى السكر في الدم بصورة متواصلة وتسمى هذه الطريقة بإحساس السكر المتواصل ( ).

وتعرف هذه المضخة الإلكترونية بخلية بيتا الاصطناعية (الجهاز المزودج) حيث يمكن في هذه الحالة أن تُبرمج هذه أي خلية بيتا الاصطناعية لضخ ( ) أي صب الإنسولين حسب مستوى السكر في الدم كما هو الحال بالنسبة لخلايا بيتا في جزر البنكرياس الأصلية في جسم الإنسان. وتسمى المضخة المستعملة في هذه الحالة بالبنكرياس الاصطناعية ذات الانشوطة أو العقدة المغلقة. وعليه فإنّ البنكرياس الصناعية الحقيقية المنشودة مستقبلياً تتطلب مثل هذا النظام الذي يضمن القياس الإلكتروني للإنسولين المطلوب صبه تحت الجلد لغرض جعل المُستعمل غير مسؤول عن حساب الجرع. في هذه الأجهزة الحديثة كجهاز كومبو تعيين (ميدترونيك)

قسطرة صب الإنسولين مع نظام مراقبة السكر بشكل مستمر سوية في نفس المنصة ومفصولة 11 ملم عن بعضها ( ). وهي مبرجة بهدف تقييم جرع الأنسولين ومستويات السكر في الدم. وقد بيّنت الدراسات أنّ هذا

الجهاز يوفر وضع متجاور في وقت واحد لقسطرة ضخ الأنسولين وجهاز استشعار

إستعماله



صورة تُبيِّن قسطرة صب الإنسولين مع نظام مراقبة السكر بشكل مستمر سوية في نفس المنصة

إنَّ الثقة بالمضخات الحالية ومتحسسات السكر في سائل  
الذاتي لوظائفها بصورة كلية. ولكن ثمة جهود مثابرة لتحقيق ذلك منذ نهاية عام 1990. فتقنية مناظرة أو تحسس  
السكر المتواصل قد جعلت هدف البنكرياس الإصطناعية أمراً قريب المنال. فثمة مُتَحَسِّسَيْن يتم تسويقهما في الولايات  
المتحدة الأمريكية وهما دكس كُوم ومَدْترونيك مع مُتَحَسِّس ثالث أنجز من قبل شركة أبوت.  
تتشترك بمظاهر رئيسية عديدة ومنها المَجَس المُتَحَسِّس النبيذ أي الذي يُطرح جانباً بعد الإستعمال والذي يُغرز تحت  
الجلد ويربط بعدها بواصل أو ناقل مع بطارية. حيث يُرسل السلك الناقل إشارات راديوية لمُستلم أو مُستقبل والذي  
يُسجل تركيز سكر  
كل دقيقة واحدة أو كل خمس دقائق. ويُتوقع أن يستمر عمل  
. وفي مضخات المَدْترونيك فإنَّ المُستلم يمكن دمجها مع مضخات الإنسولين  
. ويستمر العمل بالمَجَس المُتَحَسِّس النبيذ في حالة دكس كُوم ومَدْترونيك لمدة ثلاثة أيام فقط أما في حالة  
أبوت فقد قدمت مُنتجها للعمل بعمر خمسة أيام. وكل نظام من الأنظمة الثلاثة يُنتج مع جهاز الزرق والذي يقوم  
منطقة نسيج تحت الجلد في البطن أو العضد.  
المُتَحَسِّسات أصغر من إنيوب تقريغ صب الإنسولين الأمر الذي يؤدي إلى حدوث أقل درجة من عدم الإرتياح أثناء  
10 2 . ويتطلب المباشر  
بعمل المضخة قياساً روتينياً لسكر الدم الشعيري لغرض معايرة نظام المضخة. ويُعتبر نظام مراقبة سكر الدم  
كمساعد وليس بديل عن جهاز إختبار السكر في الدم. وعليه فإنَّ قراءة المُتَحَسِّس يجب أن يتم تأكيدها بواسطة قراءة  
جهاز إختبار السكر قبل إتخاذ قرارات تصحيحية.  
طريقة دمج المُتَحَسِّسات والمضخات إلى نظام الانشودة أو العقدة المغلقة قد أخذ مراحل متقدمة في سبيل الوصول  
إلى أجهزة ونظام حسابي لصب الإنسولين يمكن الركون إليهما أكثر.

إنّ نتائج الدراسة التي أجريت على الجهاز المزدوج من مضخة الإنسولين ونظام المراقبة المتواصلة هامة سريريا وإحصائيا على حد سواء لاسيّما وكما أوضحت دراسات سابقة ، أنّ المراقبة المتواصلة لسكر الدم وحدها ليست فعالة للأطفال. إنّ تصغير حجم مضخات الإنسولين مع زيادة قدرتها على الضخ الدقيق للنانولترات من , وهي وحدات قياس متناهية الصغر, من ما يُسمى بتكنولوجيا النانو قد يخلق الإهتمام بمنتجات الإنسولين أو شبيهات الإنسولين الحديثة ذات التركيز العالي.

ومن المنتجات الحديثة التي تمّ تسويقها حديثاً وهي أول مضخة نبیذة تستعمل لمرة واحدة هي مضخة أومني بود. وتتضمن مخزن الإنسولين مع جهاز ذاتي الفعل لتثبيت الأنبوب الأمر الذي يُزيل الحاجة لوضع أنبوب. تُحمّل باليد للسيطرة على صب الإنسولين والمتضمنة جهاز إختبار السكر ذي الكفاءة العالية. وهكذا فإنّ إستعمال تكنولوجيا النانو وتصميم مضخة الغشاء الرقيق هي ضمن مُنجزات التي يعمل العلم على إعدادها.

ومن جملة التطورات الحديثة في هذا المجال هو التحوير الحديث للإنسولين المنتظم أي الإنسولين البشري الصافي تحت إسم فياجكث والذي يسمح بفعل أسرع للإنسولين يفوق فعل شبيهه الإنسولين الليسبرو.

الشركات لتطوير نظام الضغط العالي للصب في الطبقة الجلدية لغرض الإسراع بإمتصاص الإنسولين إلى الدم.

### ملخص للجوانب الإيجابية مقارنة بالجوانب السلبية لمضخة الإنسولين

الجوانب الإيجابية	الجوانب السلبية
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ تقلل من تذبذب مستويات السكر في الدم</li> <li>■ يُخفّض من نوبات هبوط السكر الشديدة لاسيّما نوبة الهبوط الليلي للسكر</li> <li>■ تشابه الإفراز الفسيولوجي للإنسولين بقدر ما تسمح به تقنية المضخة</li> <li>■ تُخفض الجرعة الكلية للإنسولين في اليوم الواحد</li> <li>■ (الظاهرة الفجرية)</li> <li>■ تُحرر جرعة دقيقة من الإنسولين وتساعد على تنظيم المعدل القاعدي لإفراز الإنسولين خلال اليوم</li> <li>■ خيارات تحرير جرعة متنوعة من الإنسولين</li> <li>■ الموديلات الحديثة تتمكن من حساب الجرعة التي تسمح بإدخال نسب متعددة من الكربوهيدرت ومعاملات التصليح والأهداف السكرية في الدم</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ كلفة المضخة والتجهيزات هي أكثر كلفة من الزرق المتعدد للإنسولين.</li> <li>■ التهابات مواضع الضخ وخطر التحمض .</li> <li>■ لا تتشابه مع إفراز الإنسولين في الدورة البوابية.</li> <li>■ الإستعمال الجيد يتطلب مريض يتمتع .</li> <li>■ قد يكون للمضخة والأنبوب جوانب سلبية على الحالة النفسية والاجتماعية</li> </ul>