

Stanowisko *American Diabetes Association*

Zasady insulinoterapii

Insulin administration

Przedrukowano za zgodą z: *Diabetes Care* 2004; 27, supl. 1: S106–S109

Insulina jest hormonem niezbędnym do prawidłowego metabolizmu węglowodanów, białek i tłuszczów. Chorzy na cukrzycę typu 1 wytwarzają zbyt małe ilości tego hormonu, dlatego ich życie uzależnione jest od insuliny dostarczanej z zewnątrz. Natomiast w przypadku chorych na cukrzycę typu 2 przyjmowanie insuliny nie jest konieczne, aby zachować życie. Z czasem jednak u wielu z nich dochodzi do spadku wytwarzania insuliny i niezbędne staje się podawanie insuliny w celu uzyskania właściwej kontroli stężenia glukozy we krwi, zwłaszcza podczas stresu czy choroby.

Insulinoterapia zazwyczaj jest konieczna w przypadku cukrzyca ciężarnych oraz cukrzyca związanej z pewnymi chorobami (np. schorzenia trzustki, cukrzyca wywołana lekami lub substancjami chemicznymi, zaburzenia czynności gruczołów wydzielania wewnętrznego, nieprawidłowości receptora insulinowego, niektóre choroby uwarunkowane genetycznie). W każdym przypadku stosowania insuliny dawkowanie musi być indywidualnie dobrane dla poszczególnego chorego i uzależnione od jego sposobu odżywiania i aktywności fizycznej.

Niniejszy artykuł porusza zagadnienia związane z konwencjonalną insulinoterapią (czyli przyjmowaniem insuliny za pomocą strzykawki lub wstrzykiwacza z igłą i wkładem insulinowym), dotyczące samodzielnego przyjmowania insuliny przez chorych na cukrzycę. Nie obejmuje on stosowania pomp insulinowych (porównaj stanowisko *Ameri-*

can Diabetes Association: Ciągły podskórny wlew insuliny).

Insulina

Insulinę otrzymuje się z wieprzowej trzustki, wytwarza za pomocą technologii rekombinacji DNA bądź chemicznej modyfikacji insuliny wieprzowej — insulina ta jest identyczna pod względem chemicznym z insuliną ludzką. W drodze modyfikacji sekwencji aminokwasowych cząsteczki insuliny uzyskano analogi insuliny.

Obecnie dostępne są postaci insuliny o różnej charakterystyce działania: szybko działające, krótko działające, o pośrednim czasie działania oraz długo działające. Można je podawać oddzielnie lub łączyć w jednej strzykawce. Produkuje się także szybko działające analogi insuliny (insulina lispro i aspart) oraz prowadzi prace nad innymi analogami insuliny. Najczęściej stosuje się insulinę krótko działającą. Insuliny o pośrednim czasie działania to lente i NPH (*neutral protamine Hagedorn*). Insuliny ultralente i glargine są preparatami długo działającymi. Dostępne są również gotowe mieszaniny zawierające określone proporcje insuliny o pośrednim czasie działania oraz insuliny krótko- lub szybko działającej (np. 70% insuliny NPH/30% insuliny krótko działającej, 50% insuliny NPH/50% insuliny krótko działającej, 75% insuliny NPL (*neutral protamine lispro*)/25% insuliny lispro).

Te same insuliny krótko działające, o pośrednim czasie działania, długo działające lub ich mieszanki mają różne nazwy handlowe w zależności od producenta. Insuliny ludzkie cechują się szybszym początkiem i krótszym czasem działania w porównaniu z insuliną wieprzową.

Dostępne w sprzedaży insuliny występują w stężeniach 100 lub 500 j./ml (oznaczone odpowiednio: U-100 i U-500; 1 jednostka to w przybliżeniu 36 µg insuliny). Insulinę o stężeniu 500 j./ml (U-500) stosuje

Zaakceptowano do druku w 1989 roku. Najnowsze poprawki w 2002 roku.

Copyright © 2004 by *American Diabetes Association, Inc.*
ADA nie odpowiada za poprawność tłumaczenia

Diabetologia Praktyczna 2004, tom 5, supl. A, A153–A159
Tłumaczenie: lek. Jacek Klauudel
Wydanie polskie: Via Medica

się jedynie w rzadkich przypadkach insulinooporności, jeśli chory wymaga bardzo dużych dawek leku. Insuliny: U-500, lispro, aspart, glargine i mieszanina 75% NPL/25% lispro dostępne są jedynie na receptę. Preparaty insuliny stosowane u niemowląt są niekiedy przygotowywane dla konkretnego pacjenta (np. U-10) za pomocą rozpuszczalników wytwarzanych przez producenta danej insuliny. W tych przypadkach należy zachować szczególną ostrożność i upewnić się, że w zwykłych strzykawkach insulinowych podaje się odpowiednią dawkę rozcieńczonej insuliny.

Różne rodzaje i gatunki insuliny mają odmienne właściwości farmakologiczne. Stosowanie ludzkiej insuliny wskazane jest zwłaszcza u kobiet ciężarnych lub planujących zajście w ciążę, osób z wywiadem w kierunku uczulenia bądź oporności immunologicznej w stosunku do insuliny zwierzęcych, u chorych rozpoczynających leczenie insulinią oraz u pacjentów, u których planuje się jedynie okresowe leczenie insulinią. Szybkość, czas działania insuliny i stopień jej aktywności zależą od wielu czynników. Należą do nich: rodzaj i gatunek stosowanej insuliny, technika podawania, obecność przeciwciał przeciwinulinowych, miejsce iniekcji oraz indywidualne różnice w odpowiedzi na insulinoterapię. Zmiana gatunku stosowanej insuliny może wpływać na kontrolę stężenia glukozy we krwi, stąd też powinna być dokonywana jedynie pod kontrolą lekarza posiadającego doświadczenie w leczeniu cukrzycy. Insulinę ludzką wytwarza się dzięki technologii rekombinacji DNA. Coraz częściej zastępuje ona insulinę wieprzową. Nie wiadomo, czy insuliny zwierzęce będą stosowane w przyszłości.

Farmaceuci i pracownicy służby zdrowia nie mogą w żadnym wypadku dokonywać zmiany rodzaju lub gatunku stosowanej insuliny bez zgody lekarza prowadzącego oraz poinformowania chorego o rodzaju zmiany. Jeżeli chory zostaje przyjęty do szpitala, nie należy pochopnie zmieniać rodzaju dotychczas stosowanej insuliny. Jeśli nie wiadomo, jaką insulinę chory przyjmował, należy zastosować insulinę ludzką do czasu uzyskania informacji. Kupując w aptece insulinę, chory powinien upewnić się, czy otrzymał właściwą insulinę oraz czy okres jej ważności nie upłyne w czasie stosowania.

Jeżeli insulina, którą chory dotychczas stosował, nie jest dostępna, można zastąpić ją preparatem pochodzącym od innego producenta. Zmiana typu insuliny (np. długo-, średniodługo-, krótko- i bardzo krótkodziałającej) powinna zawsze następować pod kontrolą lekarza. Chorego należy dokładnie poinformować o przyczynach zmiany preparatu insuliny i o ewentualnej konieczności wykonywania dodatkowych pomiarów glikemii.

Przechowywanie insuliny

Fiolki z insuliną niebędące w użyciu powinny się przechowywać w lodówce. Należy unikać wysokich i niskich temperatur (< 2°C i > 30°C) oraz nadmiernej wstrząsania, gdyż może to spowodować utratę aktywności, zlepianie się, zamarzanie lub wytrącanie osadu. Należy przestrzegać zaleceń przechowywania podanych przez producenta. Stosowaną insulinę można przechowywać w temperaturze pokojowej, gdyż ogranicza to podrażnienie w miejscu wkłucia, które może wystąpić podczas stosowania zimnej insuliny.

Chory powinien zawsze posiadać zapasową fiolkę każdego rodzaju stosowanej insuliny. Mimo że każda fiolka jest opatrzona nadrukiem z datą ważności, insulina może stracić swoją aktywność, jeżeli była stosowana dłużej niż 1 miesiąc i była przechowywana w temperaturze pokojowej.

Osoba podająca insulinę powinna za każdym razem sprawdzić czy w fiolce nie zaszły zmiany (zlepianie, zamarzanie, wytrącanie osadu lub zmiany przejrzystości bądź barwy), mogące oznaczać utratę aktywności. Roztwory insuliny szybko- i krótkodziałających oraz insuliny glargine powinny być klarowne, zaś jednolicie mętne w przypadku pozostałych rodzajów insuliny. Osoba chora na cukrzycę powinna zawsze rozważyć, czy zmniejszenie aktywności stosowanej insuliny nie spowodowało niespodziewanego wzrostu glikemii. Jeżeli istnieją wątpliwości odnośnie aktywności insuliny w danej fiolce, należy ją wyrzucić i zastąpić nową z tym samym rodzajem insuliny.

Mieszanie różnych rodzajów insuliny

Stosowanie mieszanin insuliny szybko- lub krótkodziałającej i insuliny o pośrednim czasie działania lub insuliny długodziałających u wielu chorych powoduje lepszą normalizację glikemii niż przyjmowanie jednego rodzaju insuliny. Preparaty oraz rozkład wielkości cząsteczek insuliny są odmienne dla różnych rodzajów insuliny. Mieszanie ich może spowodować zmiany właściwości fizykochemicznych (natychmiast lub po jakimś czasie od zmieszania). W wyniku tego odpowiedź fizjologiczna na mieszaninę insuliny może różnić się od działania poszczególnych insuliny stosowanych oddzielnie. W przypadku mieszania insuliny szybko- i krótkodziałającej oraz ultralente nie następuje opóźnienie działania insuliny szybko- i krótkodziałającej. W wyniku zmieszania insuliny szybko- i krótkodziałającej oraz insuliny protaminowej (NPH) obserwuje się niewielkie zmniejszenie szybkości wchłaniania leku, lecz jego całkowita biodostępność nie ulega zmianie. W badaniach klinicznych uzyskano podobną poposiłkową kontrolę glikemii podczas stosowania insuliny szybko- i krótkodziałającej zmieszanej zarówno z insuliną NPH, jak

i ultralente. Nie zaleca się mieszania insuliny krótkodziałających i insuliny lente. Taką terapię można stosować jedynie u chorych, u których uzyskano właściwą kontrolę glikemii, stosując uprzednio takie zestawienie. Podczas mieszania jony Zn^{2+} , znajdujące się w insulinach lente (tj. insulinie lente i ultralente), wiążą się z krótkodziałającą insuliną i opóźniają początek jej działania. Stopień i szybkość wiązania zależy od proporcji i gatunku insuliny, osiągnięcie stanu równowagi procesu wiązania może trwać ponad 24 godziny. Insulin buforowanych fosforanami (np. insuliny NPH) nie należy mieszać z insulinami lente. Powstający fosforan cynku może wytrącać się z roztworu, powodując konwersję insuliny długodziałającej w krótkodziałającą w stopniu, którego nie sposób przewidzieć. Mieszanie insuliny powinno odbywać się zgodnie z następującymi zaleceniami:

- chorzy, u których uzyskano właściwą kontrolę glikemii za pomocą określonego sposobu dawkowania mieszaniny insuliny, powinni zawsze przygotowywać określoną dawkę leku w ten sam sposób;
- bez zgody lekarza nie wolno mieszać insuliny z innymi lekami bądź stosować innych rozpuszczalników;
- insuliny glargine nie można mieszać z innymi postaciami insuliny ze względu na niskie pH jej rozpuszczalnika;
- dostępne w sprzedaży gotowe mieszaniny insuliny można stosować, jeżeli ich proporcje odpowiadają zapotrzebowaniu pacjenta;
- dostępne obecnie insuliny NPH i krótkodziałające po wymieszaniu można stosować bezpośrednio po przygotowaniu lub przechowywać w celu późniejszego użycia;
- insulina szybko działająca może być mieszana z insuliną NPH, lente i ultralente;
- w przypadku mieszania insuliny szybko działającej z insuliną o pośrednim czasie działania lub insuliną długodziałającą, należy wstrzyknąć preparat 15 minut przed posiłkiem;
- nie zaleca się mieszania insuliny krótkodziałających i insuliny lente; taką terapię można stosować jedynie u chorych, u których uzyskano właściwą kontrolę glikemii, stosując uprzednio takie zestawienie; jeżeli stosuje się mieszaniny insuliny krótkodziałającej i insuliny lente, odstęp czasu pomiędzy zmieszaniem insuliny i iniekcją powinien zostać ustalony przez pacjenta;
- insuliny buforowane fosforanami (np. insuliny NPH) nie należy mieszać z insulinami lente;
- dostępne w sprzedaży preparaty insulinowe mogą ulegać zmianie, dlatego w przypadku, gdy zalecenia producenta są sprzeczne z zaleceniami *American Diabetes Association*, należy skontaktować się z producentem.

Strzykawki insulinowe

Konwencjonalny sposób podawania insuliny polega na wykonywaniu iniekcji podskórnych za pomocą specjalnych strzykawek z oznaczonymi jednostkami insuliny. W zależności od producenta i rozmiaru strzykawki mogą występować różnice w oznaczeniach jednostek insulinowych. Obecnie produkuje się strzykawki o objętości: 0,3, 0,5, 1 i 2 ml. Dostępne są też igły o różnych długościach. Zmieniając długość dotychczas stosowanej igły, należy kontrolować stężenie glukozy we krwi, aby ocenić ewentualne zmiany stopnia wchłaniania leku. W Stanach Zjednoczonych zarządzenia dotyczące zakupu strzykawek różnią się istotnie w poszczególnych stanach.

Wykorzystując aktualne standardy OSHA, opracowano wiele różnych narzędzi medycznych zmniejszających ryzyko zakażenia się igłą lub skażenia. Narzędzia te są tak skonstruowane, by zmniejszyć ryzyko uszkodzenia skóry. Użycie strzykawek insulinowych z zamontowanym zabezpieczeniem przeciw przypadkowemu ukłuciu (ESIP, *engineered sharps injury protection*) może utrudniać naukę samodzielnego podawania insuliny; natomiast używanie podczas nauki innej strzykawki niż w życiu codziennym jest sprzeczne z zasadami uczenia się i wpływa negatywnie na jego efekty. Podczas szkolenia dotyczącego samodzielnego podawania insuliny należy indywidualnie oceniać, czy dany pacjent może podczas nauki używać strzykawek z dodatkowym zabezpieczeniem przed ukłuciem (ESIP) (patrz AADE, *Diabetes Educ.* 2000; 28: 730).

Ze względu na ryzyko zakażenia chorobami wirusowymi (np. AIDS lub WZW) pod żadnym pozorem nie należy stosować strzykawek wspólnie z innymi osobami.

Osoby wyjeżdżające za granicę powinny wiedzieć, że w innych krajach dostępna jest również insulina U-40 (zawierająca 40 j./ml insuliny). W celu uniknięcia pomyłek w dawkowaniu insuliny U-40, należy używać strzykawek przeznaczonych dla tego rodzaju insuliny.

Postępowanie ze zużytymi strzykawkami i igłami

Wkładanie igły do opakowania, zginanie czy łamanie zwiększa ryzyko skażenia. Strzykawki, peny, igły i skalpele powinno się wyrzucać zgodnie z przepisami obowiązującymi w danym miejscu. W niektórych rejonach istnieją specjalne programy, zapobiegające dostawianiu się ostrzy do zwykłych odpadów. Jeżeli nie można skorzystać z takiego programu, ostrza powinno się wyrzucać w pojemniku odpornym na przekłucie. W celu ustalenia właściwego postępowania z tego rodzaju odpadami nale-

ży skontaktować się z lokalnymi przedstawicielstwami sanitarnymi. Powinno się uważać, aby pojemniki wypełnione ostrzami nie trafiły do pojemników z opakowaniami podlegającymi sortowaniu. W rejonach, gdzie wystawia się pojemniki do sortowania odpadów, zabrania się wyrzucania do nich opakowań zawierających zużyte strzykawki, igły i skalpele.

Powtórne użycie igły

Producenci strzykawek jednorazowych i igieł do wstrzykiwaczy zalecają, by stosować je tylko jeden raz. Jednym z powodów takiego postępowania jest fakt, że powtórnie użyte strzykawki i igły nie są już jałowe. Większość preparatów insuliny zawiera środki bakteriostatyczne hamujące wzrost bakterii występujących zwykle na skórze, jednak ponowne użycie strzykawki lub igły może u niektórych chorych wiązać się ze zwiększonym ryzykiem zakażenia. Chorzy, którzy nie przestrzegają podstawowych zasad higieny osobistej, z towarzyszącym innym ostrym schorzeniem, otwartymi ranami na rękach lub obniżoną odpornością na zakażenia pod żadnym pozorem nie powinni ponownie używać strzykawek ani igieł do wstrzykiwaczy.

Pojawienie się nowych, mniejszych igieł (o średnicy 30 i 31G) spowodowało nowe problemy. Wystarczy czasem nawet jedno wkłucie, by koniec igły zagiął się jak haczyk, który może uszkodzić skórę lub złamać się, pozostając pod skórą. Nieznane są konsekwencje tego typu problemów, lecz mogą one nasilać lipodystrofię lub mieć inne działania niepożądane.

Niektórzy chorzy uważają wyrzucanie igieł po jednorazowym użyciu za niepraktyczne i stosują je ponownie. Igłę należy bezwzględnie wyrzucić, jeśli jest wyraźnie stępiona lub zniekształcona bądź też miała kontakt z jakąkolwiek powierzchnią inną niż skóra. Jeżeli planuje się wielokrotne użycie igły, należy po każdej iniekcji schować ją do opakowania. Chorzy wielokrotnie używający tej samej igły powinni sprawdzać, czy skóra w miejscu wkłucia nie jest zaczerwieniona lub obrzęknięta. Powinni też uzgodnić tego rodzaju postępowanie z lekarzem oraz skontaktować się z nim w razie wystąpienia stanu zapalnego skóry.

Przed rozpoczęciem wielokrotnego używania strzykawek, należy sprawdzić, czy chory potrafi właściwie schować strzykawkę do opakowania. Wymaga to stosunkowo dobrego wzroku, zachowanej sprawności manualnej, nie może też występować wyraźne drżenie rąk. Chorym należy pokazać, jak pakować strzykawkę, trzymając ją w jednej ręce i nakładając opakowanie jednym ruchem za pomocą kciuka i palca wskazującego. Odradza się próby wcelowania igłą w opakowanie, poruszając i jednym

i drugim, gdyż często kończy się to przypadkowym ułknięciem.

Wielokrotnie używaną strzykawkę można przechowywać w temperaturze pokojowej. Potencjalne zagrożenia bądź korzyści (jeśli takowe istnieją) związane z przechowywaniem używanej właśnie strzykawki w lodówce lub stosowaniem alkoholu do przemywania igły nie zostały jak dotąd określone. Przemycanie igły alkoholem raczej nie jest wskazane, ponieważ może to powodować zniszczenie silikonowej powłoki, dzięki której iniekcje są mniej bolesne.

Inne metody podawania insuliny

Insulinę można przyjmować, używając wstrzykiwaczy ciśnieniowych podających insulinę w postaci intensywnego strumienia pod skórę. Można je stosować u chorych, którzy nie są w stanie używać strzykawek lub boją się ułknięcia igłą. Potencjalną korzyścią jest też szybsze wchłanianie insuliny krótkodziałającej. Koszt wstrzykiwaczy jest jednak stosunkowo wysoki, mogą też one powodować uszkodzenia skóry. Nie powinny być stosowane rutynowo u chorych na cukrzycę.

Obecnie dostępnych jest kilka rodzajów wstrzykiwaczy i wkładów insulinowych, umożliwiających podskórne podawanie insuliny za pomocą igły. Wykazano, że u wielu chorych (zwłaszcza z uszkodzeniami neurologicznymi lub stosujących wielokrotne iniekcje w ciągu dnia) aparaty te poprawiają dokładność dawkowania i/lub współpracę z lekarzem.

Produkowane są też wstrzykiwacze z podziałką co pół jednostki umożliwiające przyjmowanie małych dawek insuliny.

Dla chorych z upośledzeniem wzroku dostępne są różne przyrządy pomocne w przyjmowaniu insuliny (np. aparaty do odmierzenia dawki insuliny niewymagające dobrego wzroku, strzykawki ze szkłem powiększającym, prowadniki do igieł, stabilizatory fiolek). Informacje na temat tego rodzaju produktów dostępne są w wydawanym co roku przewodniku *American Diabetes Association*.

Technika iniekcji

Przygotowanie dawki

Przed każdą iniekcją należy umyć ręce i miejsce wkłucia oraz sprawdzić czy podaje się odpowiednią insulinę. Zarówno ręce jak i miejsce iniekcji powinny być czyste. W przypadku wszystkich preparatów insulinowych, z wyjątkiem insuliny szybko- i krótkodziałających, oraz insuliny glargine, fiolkę lub wstrzykiwacz należy delikatnie obrócić w dłoniach (lub delikatnie potrząsnąć), żeby wymieszać roztwór insuli-

ny. Aby uniknąć wytworzenia próżni, do fiolki należy najpierw wstrzyknąć ilość powietrza równą požądanej objętości insuliny. W przypadku mieszania insuliny przed pobraniem wymaganej dawki konieczne jest wstrzyknięcie odpowiedniej objętości powietrza do obu fiolek. Gdy miesza się szybko- lub krótkodziałającą insulinę z insuliną o pośrednim czasie działania lub długodziałającą, jako pierwszą należy pobrać do strzykawki insulinę szybko- lub krótkodziałającą.

Po pobraniu insuliny do strzykawki należy sprawdzić, czy nie ma w niej pęcherzyków powietrza. Kilka pstryknięć palcem wskazującym w uniesioną igłą do góry strzykawkę powinno wystarczyć do usunięcia powietrza. Same pęcherzyki powietrza nie są niebezpieczne, mogą jednak spowodować wstrzyknięcie mniejszej dawki insuliny.

Wykonywanie wklucia

Iniekcji dokonuje się w tkankę podskórną. Większość pacjentów potrafi lekko ująć fałd skóry i dokonać wklucia pod kątem 90°. Osoby szczupłe lub dzieci mogą używać krótszych igieł. Czasem konieczne jest uchwycenie skóry palcami i wykonanie wklucia pod kątem 45° w celu uniknięcia iniekcji domięśniowej, zwłaszcza w okolicy uda. Każdorazowe aspirowanie (cofnięcie tłoka po wbiciu igły pod skórę w celu sprawdzenia, czy koniec igły nie tkwi w naczyniu krwionośnym) nie jest wymagane. Po całkowitym dociśnięciu tłoka nie należy usuwać igły z tkanki podskórnej przez co najmniej 5 sekund, aby zapewnić podanie całej dawki insuliny; dotyczy to zwłaszcza użycia wstrzykiwaczy insulinowych.

Chorzy muszą mieć świadomość, że obecność pęcherzyków powietrza we wkładzie insulinowym zmniejsza szybkość wstrzyknięcia. Może to być przyczyną podania mniejszej dawki insuliny od zamierzonej, nawet jeśli igłę pozostawiono pod skórą przez 10 sekund od dociśnięcia tłoka. Powietrze może dostać się do pojemnika z insuliną we wstrzykiwaczu podczas produkcji lub napełniania, jeśli po iniekcjach pozostawia się igłę na penie. Aby tego uniknąć, nie należy zostawiać igły na penie po wykonaniu iniekcji i przepłukać ją 2 jednostkami insuliny przed iniekcją.

Jeśli iniekcja była bolesna lub po usunięciu igły ze skóry sączy się krew bądź płyn surowiczy, miejsce wklucia należy uciskać przez 5–8 sekund bez pocierania. W przypadku wystąpienia tego rodzaju zjawiska w danym dniu należy częściej sprawdzać wartość glikemii. Jeżeli chory podejrzewa, że znaczna część insuliny nie została podana, powinien skontrolować stężenie glukozy we krwi w ciągu najbliższych kilku godzin. Jeśli w miejscu iniekcji pojawią się: siniaki, podrażnienie, pręgi, zaczerwienienie lub

ból należy skonsultować sposób iniekcji z lekarzem. Bolesność przy wkluciach można zmniejszyć dzięki:

- podawaniu insuliny o temperaturze pokojowej;
- sprawdzeniu przed iniekcją, czy w strzykawce nie ma pęcherzyków powietrza;
- odczekaniu, zanim wykona się iniekcję, aż alkohol użyty do odkażenia całkowicie wyparuje;
- rozluźnieniu mięśni w miejscu wklucia podczas iniekcji;
- szybkiemu wkluwaniu igły;
- niemanipulowaniu igłą podczas wkluwania lub usuwania jej;
- niestosowaniu użytych wcześniej igieł.

W przypadku niektórych pacjentów (np. ze znacznym upośledzeniem wzroku, zależnych od pomocy innych osób, chorych podróżujących lub jadających w restauracjach) korzystne może okazać się zastosowanie napełnionych wcześniej strzykawk. Napełnione strzykawki można użyć w ciągu 30 dni, jeśli przechowuje się je w lodówce. O ile to możliwe, należy je przechowywać z igłą zwróconą ku górze, aby cząsteczki insuliny znajdujące się w roztworze nie zapchały igły. Przed podaniem wcześniej przygotowaną strzykawkę należy kilka razy obrócić w dłoniach. Dopuszczalne jest wymieszanie insuliny i przechowywanie jej w kilku strzykawkach. Na podstawie pomiarów stężenia glukozy we krwi wykonywanych przez pacjenta lekarz powinien ocenić skuteczność kontroli glikemii wykonywanej za pomocą mieszanych wcześniej insuliny. W przypadku stosowania strzykawk z wcześniej zmieszaną insuliną szczególnie ważne jest przestrzeganie stałej procedury przygotowania oraz staranna kontrola glikemii.

Miejsce wklucia

Iniekcje insuliny można wykonywać w górną okolicę ramienia, przednią i boczną okolicę uda, w pośladki oraz brzuch (z wyjątkiem obszaru położonego do 5 cm wokół pępka). Nie zaleca się rutynowego wykonywania iniekcji domięśniowych. Aby uniknąć lipohipertrofii i lipoatrofii, należy zmieniać miejsca wklucia. Zaleca się raczej zmiany miejsca wklucia w obrębie jednego obszaru (np. systematyczne zmiany miejsca iniekcji w obrębie brzucha) niż wykonywanie każdego wklucia w innym obszarze anatomicznym. Tego rodzaju postępowanie pozwala uniknąć większych wahań stopnia wchłaniania insuliny. Wybór miejsca iniekcji powinien uwzględniać odmienny stopień absorpcji w różnych obszarach. Miejscem najszybszej absorpcji jest brzuch, następnie ramiona, potem uda i wreszcie pośladki. Ćwiczenia fizyczne zwiększają szybkość

wchłaniania insuliny z miejsca wkłucia, prawdopodobnie dzięki zwiększeniu przepływu krwi w skórze oraz (być może) poprzez inne miejscowe działanie. Obszary, w których występuje lipohipertrofia, zwykle cechują się wolniejszym wchłanianiem. Istnieje również różnica w szybkości wchłaniania między iniekcjami podskórnymi i śródmięśniowymi. Te ostatnie charakteryzują się szybszą absorpcją i, choć nie zaleca się ich w codziennym stosowaniu, można je wykonywać w szczególnych przypadkach (np. w kwasicy ketonowej lub odwodnieniu).

Inne aspekty insulinoterapii

Jeśli to tylko możliwe, chory powinien samodzielnie wykonywać iniekcje. W przypadku dzieci wiek rozpoczęcia samodzielnego przyjmowania insuliny zależy od rozwoju pacjenta oraz warunków społecznych. Nie należy jednak zwlekać aż do osiągnięcia wieku dojrzenia. Dla chorych ze znacznym upośledzeniem wzroku dostępne są aparaty umożliwiające dokładne dawkowanie insuliny. Jeżeli okażą się niewystarczające, chory może korzystać ze strzykawek przygotowywanych wcześniej przez krewnych, znajomych, medyczną pomoc domową lub pielęgniarkę środowiskową. To postępowanie można zastosować także u chorych z ograniczoną sprawnością manualną lub z problemami z właściwym obliczeniem dawki. Nawet w przypadku chorych, którzy są samodzielni w podawaniu insuliny, zaleca się zaznajomić kogoś z członków rodziny z techniką podawania insuliny na wypadek wystąpienia stanów nagłych.

Leczenie chorych na cukrzycę

Dawkowanie insuliny

Odpowiednia dawka insuliny dla danego chorego zależy od stężenia glukozy, jaki występuje przy określonym sposobie odżywiania i stopniu aktywności fizycznej. Praktycznie wszyscy chorzy na cukrzycę typu 1 i większość chorych na cukrzycę typu 2 potrzebuje 3 lub więcej iniekcji w ciągu doby, aby osiągnąć należytą kontrolę glikemii. Chorzy na cukrzycę typu 1 i niektórzy chorzy na cukrzycę typu 2 mogą również wymagać stosowania zarówno szybko- lub krótkodziałających insulin, jak i preparatów działających dłużej. Współpracując z pacjentem, należy ustalić sposób dawkowania odpowiedni do jego indywidualnych potrzeb i wyznaczonych celów terapeutycznych. Pora wykonania iniekcji zależy od stężenia glukozy we krwi, spożycia posiłków, wysiłku fizycznego i rodzaju stosowanej insuliny. Należy uwzględnić różnice dotyczące działania insuliny (np. początek, szczyt i czas działania).

Szybkodziałające analogi insuliny należy wstrzykiwać 15 minut przed posiłkiem lub tuż po posiłku. Najczęściej zalecanym okresem pomiędzy iniekcją krótkodziałającej insuliny i posiłkiem jest pół godziny. Odradza się przyjmowanie pokarmów kilka minut po (lub przed) wstrzyknięciem krótkodziałającej insuliny, ponieważ wyraźnie zmniejsza to zdolność insuliny do zapobiegania gwałtownym wzrostom glikemii oraz może powodować zwiększenie ryzyka późnej hipoglikemii. Na podstawie czynników, takich jak: stężenie glukozy we krwi, miejsce iniekcji, przewidywana aktywność w danym okresie, lekarz powinien ustalić zalecane odstępy czasu pomiędzy iniekcją insuliny i posiłkami.

Samokontrola

Jeśli to możliwe, chorzy przyjmujący insulinę powinni samodzielnie kontrolować stężenie glukozy we krwi. Dawkowanie insuliny musi być uzależnione od pomiarów glikemii. Samokontrola glikemii jest szczególnie ważna u chorych leczonych insuliną, gdyż stężenie glukozy we krwi wykazuje istotne wahania. Wahania glikemii nasilają: różnice w szybkości absorpcji insuliny, różnice w wrażliwości na insulinę, podejmowany w ciągu dnia wysiłek fizyczny, stres, szybkość wchłaniania pokarmów i zmiany hormonalne (np. pokwitanie, cykl miesięczny, przekwitanie, ciąża). Choroba, podróż czy jakakolwiek zmiana trybu życia (np. intensywny wysiłek fizyczny i odmienny sposób odżywiania podczas wakacji) wymagają często zwiększenia liczby wykonywanych pomiarów glikemii pod kontrolą lekarza. Podróżowanie przez 3 lub więcej stref czasowych wymaga specjalnej porady odnośnie sposobu dawkowania insuliny. W przypadku choroby należy utrzymywać podawanie insuliny, nawet jeśli pacjent nie jest w stanie spożywać pokarmów lub wymiotuje. Jeżeli w czasie choroby stwierdzi się hiperglikemię, zaś test na obecność ketonów w moczu lub we krwi wypada dodatnio, oznacza to konieczność zwiększenia, a nie zmniejszenia dawki insuliny. Pracownicy służby zdrowia powinni skontrolować glikemię u chorych wymagających pomocy z powodu choroby lub stresów emocjonalnych.

Hipoglikemia

Bardzo częstym powodem występowania hipoglikemii jest przyjęcie zbyt dużej dawki insuliny. Hipoglikemia może też być spowodowana opóźnieniem lub opuszczeniem posiłku, zmniejszoną zawartością węglowodanów w posiłku, zwiększoną aktywnością fizyczną bądź zwiększoną szybkością wchłaniania insuliny (np. w wyniku podwyższonej tempe-

ratury skóry w czasie opalania lub kąpieli w gorącej wodzie). Wszystkich chorych leczonych insuliną należy poinformować o konieczności noszenia przy sobie przynajmniej 15 g węglowodanów, które będą mogli zjeść lub wypić na wypadek wystąpienia hipoglikemii. Członków rodziny, współlokatorów, pracowników szkoły i współpracowników należy poinformować, jak podać glukagon pacjentom z cukrzycą typu 1, gdy chory nie może przyjąć węglowodanów doustnie. Wszyscy chorzy leczeni insuliną powinni nosić przy sobie identyfikator (np. bransoletę lub kartę w portfelu) informujący o przyjmowaniu insuliny.

Podsumowanie

Podawanie insuliny jest podstawowym elementem terapii chorych na cukrzycę typu 1, może też okresowo bądź stale być potrzebne u chorych na cukrzycę typu 2 w celu właściwej kontroli glikemii. Rodzaj i dawkowanie stosowanej insuliny muszą być starannie kontrolowane, zaś sposób wykonywania iniekcji przez chorego okresowo sprawdzany przez

osoby sprawujące opiekę diabetologiczną. Skuteczne stosowanie insuliny w celu uzyskania jak najlepszej kontroli metabolicznej wymaga uświadomienia sobie, że różne rodzaje insuliny działają z odmienną długością oraz że stężenie glukozy we krwi zależy od czynników, takich jak: wysiłek fizyczny, spożycie pokarmów, wystąpienie innej choroby, niektóre leki i stres emocjonalny. Konieczna jest też samodzielna kontrola glikemii oraz opanowanie sposobu ustalania dawki insuliny, aby osiągnąć cele terapeutyczne ustalone dla danego pacjenta przy udziale jego rodziny i zespołu sprawującego opiekę diabetologiczną.

PIŚMIENNICTWO

1. American Diabetes Association: Continuous subcutaneous insulin infusion (Position Statement). *Diabetes Care* 2004; 27 (supl. 1): S110.
2. American Diabetes Association: Resource guide 2004. *Diabetes Forecast* 2004; January: 23–RG81.