

# BADANIA PRZY ŁÓŻKU CHOREGO (POCT – POINT OF CARE TESTING)



## Katedra Analityki Medycznej

Wydział Nauk Medycznych

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

<http://www.uwm.edu.pl/wnm/analitikamedyczna/>

# Cel badania:

---

- Ustalenie rozpoznania w przypadku nagłym
- Ocena ciężkości schorzenia
- Ocena najbliższego rokowania
- Wybór i wdrożenie adekwatnego leczenia
- Monitorowanie efektów leczenia

Tab 1. Rodzaje aktualnie dostępnych testów POCT na świecie.

	Rodzaj parametru oznaczanego
Endokrynologia	cholesterol, CRP (białko C-reaktywne), glukoza, hemoglobina glikowana HbA <sub>1C</sub> , moczany, mikroalbuminuria
Gastroenterologia	krw utajona w kale, enzymy wątrobowe (ALAT, AspAT)
Genetyka	allel CYP2C 19*2 (w terapii przeciwplatekowej)
Hematologia	D-dimery, hemoglobina, czas protrombinowy (PT)
Nefrologia	badanie ogólne moczu, mikroalbuminuria, kreatynina
Neurologia	przewodnictwo nerwowe
Pulmonologia	spirometria
Położnictwo	gonadotropina kosmówkowa ( $\beta$ -hCG), testy owulacyjne
Toksykologia	poziom alkoholu we krwi, obecność narkotyków
HIV/AIDS	oznaczenie liczby limfocytów CD4, przeciwciał anti-HIV, białka p24 (antygen rdzeniowy – białko obecne w kapsydzie wirusa)
Inne infekcje zakaźne	Oznaczenie obecności infekcji patogenami: <i>Trypanosoma sp.</i> , chlamydia, <i>Cryptococcus sp.</i> , <i>Cryptosporidium sp.</i> , zarodźcem malarii, <i>Giardia sp.</i> , paciorkowcami grupy A, łaseczkami tężca, krętkiem białym (kiła), wirusami grypy ( A oraz B), paragrypy, RSV, leiszmaniozą, świdrowcem

Tab 2. Uprawnienia poszczególnych grup do wykonywania czynności diagnostyki laboratoryjnej.

Grupa zawodowa	Uprawnienia do wykonywania czynności diagnostycznych
Pielęgniarki <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oznaczenie glukozy i ciał ketonowych we krwi/moczu</li> <li>2. Oznaczenie glikemii – przy użyciu glikometru</li> <li>3. Oznaczenie elektrolitów w surowicy</li> <li>4. Badanie gazometryczne krwi włosniczkowej</li> </ol>
Położne <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Testy ciążowe</li> <li>2. Oznaczenie obecności białka w moczu</li> <li>3. Oznaczenie poziomu glukozy we krwi</li> <li>4. Badania gazometryczne we krwi włosniczkowej<sup>2</sup></li> </ol>
Ratownicy medyczni	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poziom glukozy w surowicy</li> <li>2. Poziom elektrolitów w surowicy</li> <li>3. Badanie gazometryczne krwi włosniczkowej</li> </ol>

<sup>1</sup> – samodzielnie bez zlecenia lekarskiego

<sup>2</sup> – po ukończeniu odpowiedniego kursu

Tab 3. Laboratoryjne parametry krytyczne wykonywane w szpitalnych oddziałach ratunkowych oraz w oddziałach intensywnej terapii.

Laboratoryjne parametry krytyczne wykonywane „przyłóżkowo” w szpitalnym oddziale ratunkowym	Laboratoryjne parametry krytyczne wykonywane „przyłóżkowo” w oddziale intensywnej terapii
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pacjenci nieprzytomni - oznaczenie poziomu glukozy we krwi.</li> <li>2. Pacjenci z przyspieszonym tętnem, nieznaczalnym ciśnieniem tętniczym - oznaczenie poziomu hemoglobiny oraz wartości hematokrytu.</li> <li>3. Pacjenci z zaburzeniami oddechowymi - badania gazometryczne.</li> <li>4. Pacjenci z zaburzeniami rytmu serca - oznaczenie stężenie potasu we krwi</li> <li>5. Pacjenci z bólami mostkowymi - oznaczenie poziomu markerów uszkodzenia mięśnia sercowego</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wszyscy pacjenci z punktacją APACHE &gt; 15pkt.<sup>1</sup> - oznaczenie poziomu glukozy we krwi.</li> <li>2. Pacjenci w trakcie ciągłej terapii nerkozastępczej z użyciem cytrynianów - oznaczenie poziom wapnia zjonizowanego.</li> <li>3. Pacjenci z zaburzeniami oddechowymi wentylowani mechanicznie - wykonane badania gazometryczne oraz oznaczenie parametrów równowagi kwasowo-zasadowej i wodno elektrolitowej.</li> <li>4. Pacjenci z objawami krwawienia powinni - badania tromboelastograficzne.</li> </ol>

<sup>1</sup> APACHE - *Acute Physiology And Chronic Health Evaluation* – jest to parametr umożliwiający ocenę ciężkości stanu zdrowia chorego. Klasyfikacja oparta jest na wynikach parametrów fizjologicznych, wieku oraz rodzaju schorzeń przewlekłych i trybu przebytych operacji. Im większa liczba punktów, tym gorsze rokowanie.

# POCT – PROBLEMY I KONTROWERSJE

Do badań POCT dedykowane są systemy pomiarowe spełniające kryteria:

- krótki czas oczekiwania na wynik
- wykonanie analizy z próbki macierzystej
- łatwość obsługi i niezawodność działania
- wysoka jakość i stabilność odczynników
- możliwość współpracy z laboratoryjnym systemem informatycznym
- kompatybilność z metodami pomiarowymi stosowanymi w laboratorium

Spełnienie tych kryteriów nie wyczerpuje jednak znamion Dobrej Praktyki Laboratoryjnej

Pytania:

- W jakich przypadkach i dla jakich parametrów możliwa i uzasadniona jest diagnostyka POCT?
- Kto i w jakim zakresie powinien odpowiadać za jakość wyniku?
- Jak monitorować poprawność wykonania procedur?
- Jak wyeliminować zwiększone ryzyko błędu?

Choroby układu krążenia mogą objawiać się wieloma schorzeniami, spośród których najgroźniejsze to:

- nadciśnienie tętnicze,
- choroba wieńcowa,
- zawał serca
- udar



powstającymi w wyniku działania czynników ryzyka.

# Czynniki ryzyka chorób układu krążenia

## Czynniki, na które nie mamy wpływu to:

- wiek
- płeć
- obciążenie rodzinne

## Czynniki, które możemy skutecznie zwalczać to:

- nadwaga
- otyłość brzuszna
- nadciśnienie tętnicze
- wysokie stężenie cholesterolu
- cukrzyca typu 2
- palenie tytoniu
- nadużywanie alkoholu
- brak regularnego wysiłku fizycznego



Do szybkiej i prostej oceny czynników ryzyka chorób układu krążenia służą aparaty POCT.

Aparaty te wykonują ilościowe oznaczenia stężenia glukozy, cholesterolu, triglicerydów i kwasu mlekowego bezpośrednio w krwi włośniczkowej.

Do oznaczeń każdego z tych parametrów używa się specjalnie zaprojektowanych w tym celu pasków.



# Zasada działania

- Aparat posiada wbudowane zabezpieczenia: paski kodujące umożliwiające identyfikację serii i rozpoznawanie parametrów.
- Aparat dokonuje **pomiaru intensywności zabarwienia powłoki reakcyjnej paska testowego** przy użyciu fotometru odbiciowego i przelicza stężenie parametru w próbce przy zastosowaniu specyficznego dla serii algorytmu.
- Wynik wyświetlany jest w **mg/dl lub mmol/l** (dla kwasu mlekowego wyłącznie w **mmol/l**) i zapisywany w pamięci aparatu automatycznie wraz z datą, godziną i dodatkowymi informacjami.
- Aparat przechowuje do 100 wyników wraz z datą, godziną i dodatkowymi informacjami dla każdego parametru.

# Aparat POCT

- Aparat jest prosty w użyciu.
- Umożliwia wygodne oznaczenia cholesterolu, triglicerydów, glukozy, kwasu mlekowego z krwi włośniczkowej przy użyciu pasków testowych.
- Wyniki otrzymywane są w krótkim czasie:
  - cholesterol - 180 sekund
  - triglicerydy - 174 sekundy
  - glukoza - 12 sekund
  - kwas mlekowy - 60 sekund

# Technologia pasków testowych

Paski testowe zbudowane są z następujących elementów:

- **żółta siateczka ochronna** nasączona substancją powierzchniowo czynną (pole aplikacyjne)
- **warstwa włókna szklanego** oddzielająca krwinki
- **powłoka reakcyjna**, w której zachodzi reakcja barwna
- **kod kreskowy na spodzie**, który aparat odczytuje w celu potwierdzenia rodzaju paska testowego, tzn. zgodności numeru serii na pasku testowym z kodem zapisanym w aparacie.



- Wyniki podawane przez aparat są wiarygodne z powodu:
  - używania wysokiej jakości pasków testowych.
  - są porównywalne z wynikami otrzymywanymi przy zastosowaniu uznanych metod laboratoryjnych w całym zakresie pomiarowym.
  - wbudowane w aparat zabezpieczenia dodatkowo wspomagają prawidłowe działanie aparatu.
  
- Pomimo tego wyniki badania wszystkimi **urządzeniami POCT** wymagają weryfikacji klasycznymi badaniami w **laboratorium!!!!**

# Glukometry

## Metody pomiaru:

- **Reflektometryczna (fotometryczna)**  
reakcje katalizowane odpowiednio przez oksydazę glukozową i peroksydazę prowadzą do powstania barwnego produktu na pasku, którego stężenie ocenia się poprzez pomiar światła odbitego od zabarwionego pola reakcyjnego; stężenie produktu jest wprost proporcjonalne do stężenia glukozy.
- **Biosensoryczna (elektrometryczna)**  
paski testowe posiadają wbudowane elektrody; w wyniku reakcji glukozy z odczynnikami powstaje prąd elektryczny, którego natężenie jest mierzone przez glukometr.



## Kalibracja:

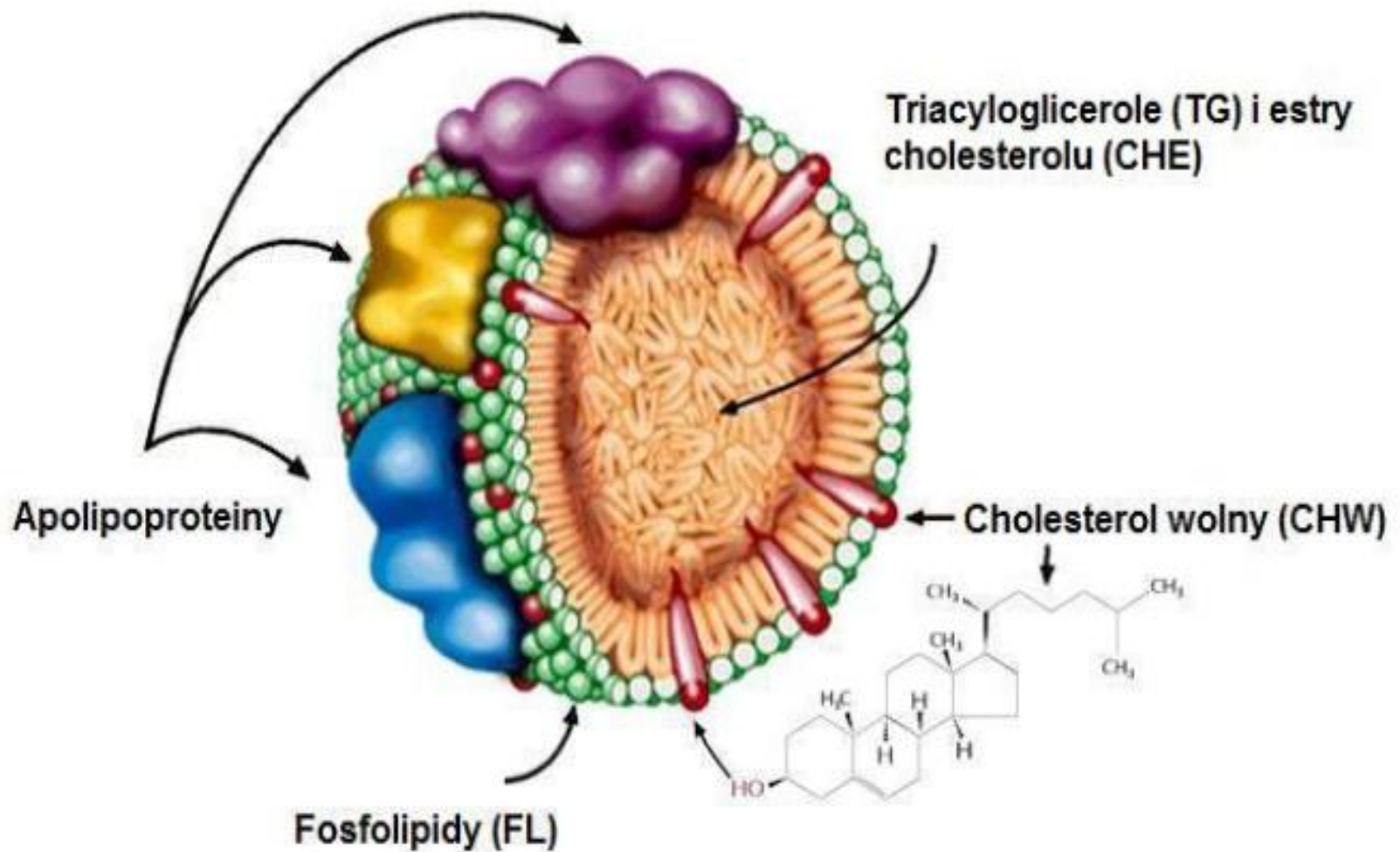
układ pomiarowy glukometru i paski kalibrowane są fabrycznie, użytkownik wprowadzając kod identyfikujący serię pasków, aktywuje właściwą krzywą kalibracyjną, której parametry zapisane są w pamięci miernika.

# Glukometr

- Duży w pełni podświetlany wyświetlacz.
- Małe wymiary.
- Minimalna objętość próbki krwi (tylko **0,6 µL**).
- Krótki, **5-sekundowy pomiaru** gwarantuje szybkie i proste oznaczenie poziomu glikemii.
- Znakowanie pomiarów **glikemii przed- i poposiłkowej**.
- Funkcja przypomnienia (alarmy) o konieczności wykonania pomiaru glikemii poposiłkowej po 1–2 godz. od momentu oznaczenia pomiaru glikemii przedposiłkowej.
- Przechowuje wyniki 500 pomiarów.
- Czujnik temperatury otoczenia. Uniemożliwia wykonanie pomiaru w warunkach temperaturowych wykraczających poza dopuszczalny zakres działania (**6°C–44°C**).
- Przesyłanie danych do komputera



# Lipoproteiny



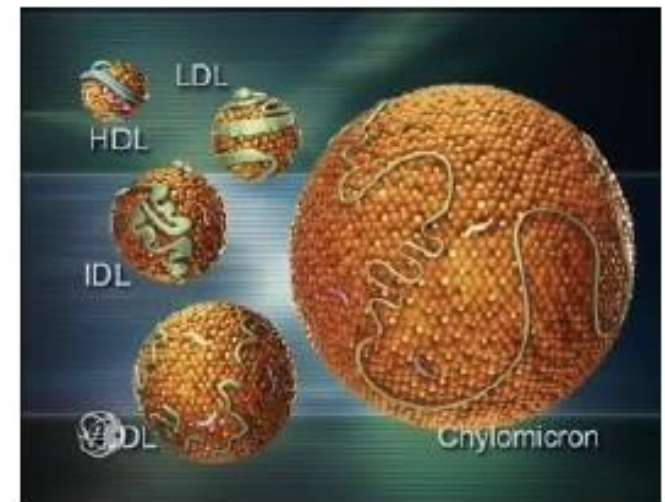
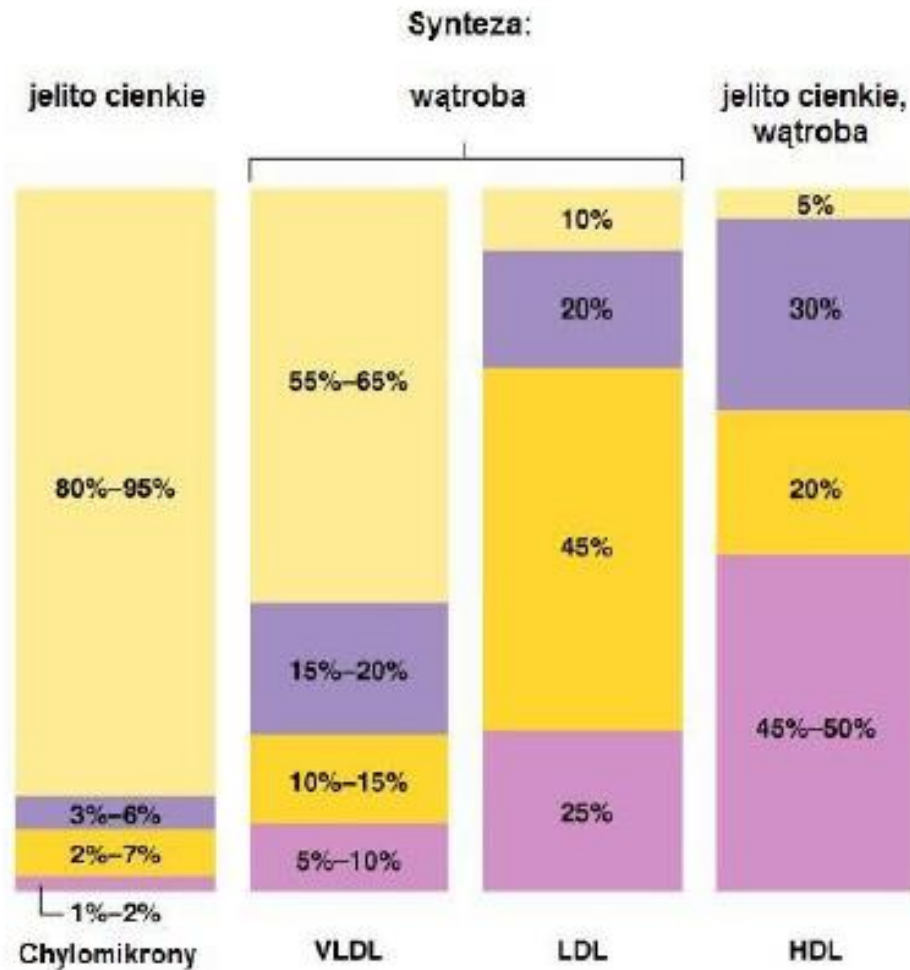


# Lipoproteiny



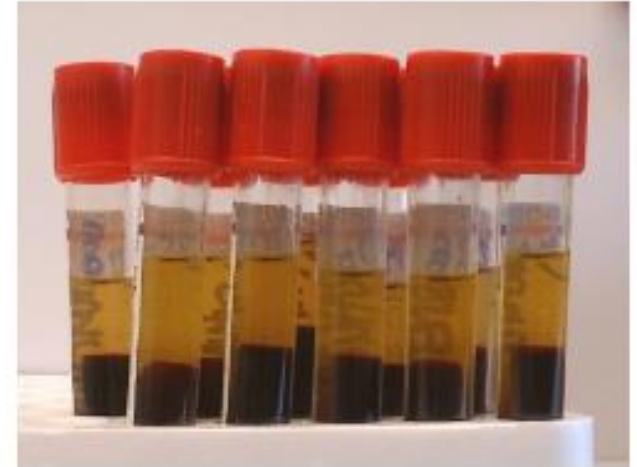
Klasa	Chylomikrony	VLDL	IDL	LDL	HDL
Gęstość [g/ml]	0,93	0,93-1,006	1,006-1,019	1,019-1,063	1,063-1,210
Ruchliwość elektroforetyczna	Miejsce nałożenia	Pre- $\beta_1$	Pre- $\beta_2$	$\beta$	$\alpha$
Średnica [nm]	500±80	80±30	30±25	28±21	13±7

# Lipoproteiny



# Profil lipidowy

- Cholesterol całkowity (CHC)
- Cholesterol HDL (CH-HDL)
- Triacyloglicerole (TG)
- Cholesterol LDL (CH-LDL)



**Pacjent:** w okresie 3 tyg. poprzedzających badanie powinien zachować swoją zwykłą dietę i stałą wagę, a na badanie przyjść na czczo tj. powstrzymać się od posiłków przez 10-12 godz. przed pobraniem krwi.

# Ocena ilościowa lipoprotein - poprzez stężenie cholesterolu

HDL cholesterol - pomiar "bezpośredni"

LDL cholesterol - wartość wyliczana (formuła Friedewalda)

$$\text{LDL CH} = \text{CH} - \text{HDL CH} - \text{TG}/5 \quad [\text{mg/dl}]$$

lub

$$\text{LDL CH} = \text{CH} - \text{HDL CH} - \text{TG}/2,2 \quad [\text{mmol/l}]$$

**TG < 350 mg/dl, brak chylomikronów - na czczo!**

LDL cholesterol - pomiar "bezpośredni"

Profil lipidowy:

CH, TG, HDL CH, LDL CH (wyliczany) - tylko na czczo

# Profil lipidowy

- Stężenia lipidów w osoczu są o ok. **4% niższe** niż w surowicy, należy więc zachować **stały** wybór materiału do badań.
- Diagnoza powinna opierać się na przynajmniej **2** badaniach wykonanych w odstępie 2 – 3 tyg.
- W ciąży występuje fizjologiczna hiperlipidemia, więc w tym czasie kobiety nie powinny być włączane do badań przesiewowych.

# Profil lipidowy

Powinien być wykonany u:

- każdego dorosłego raz na 5 lat,
- każdego pacjenta z chorobą układu sercowo-naczyniowego (choroba wieńcowa, zator, choroba naczyń obwodowych),
- wszystkich pacjentów z cukrzycą,
- pacjentów z wysokim ryzykiem hiperlipidemii (choroby tarczycy, wątroby, nerek),
- każdej osoby po 40 r. ż. aby ocenić ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych.

# Zmienność przedanalizyczna

	CHC	TG	CH-LDL	CH-HDL
Zmienność biologiczna wewnątrzsobnicza	6.5%	23.7%	8.2%	7.5%
Pobranie po posiłku	BZ	↑↑	↓	↓
Pobranie po długotrwałym głodzeniu	↑↑	↑	↑	↓
Dieta bogata w nasycone kwasy tłuszczowe	↑	↑	↑	BZ
Dieta bogata w wielonienasycone kwasy tłuszczowe	↓↓	BZ	↓↓	↓
Spożywanie alkoholu	↑	↑↑	↓	↑
Palenie papierosów	↑	↑↑	↓	↓
Aktywny tryb życia	↓	↓	↓	↑
Zawał mięśnia sercowego (po 6 tyg.)	↓	BZ	↓	↓
Infekcje	↓	↑↑	↓	↓
Ciąża (> 2 trymestru)	↑	↑↑	↑	BZ

# Kliniczne źródła zmienności lipidów



- Udar, zawał, uraz, ostra infekcja ( $\downarrow$ Ch,  $\uparrow$ TG)
- Ciąża  $\uparrow$  LDL Ch  
 $\uparrow$  HDL Ch  
 $\uparrow$  TG



Pomiary upoważniające do rozpoznania hipercholesterolemii powinny być wykonywane nie wcześniej niż :

**3 tyg.** po przebyciu łagodnych chorób i

**3 m-ce** po przebyciu ostrych chorób, zawału serca, zabiegów chirurgicznych



# Cholesterol

- jest składnikiem błon komórkowych oraz prekursorem hormonów sterydowych i kwasów żółciowych,
- stężenie CHC w surowicy jest wypadkową metabolizmu lipoprotein odpowiadających za jego transport między wątrobą a jelitami, gdzie jest wchłaniany,
- 2/3 krążącego cholesterolu występuje w formie estrów, które wymagają hydrolizy do cholesterol niezestryfikowanego (cholesterol wolny) przez esterazę cholesterolową.



[mg/dL]

# Triacyloglicerole

- Powstają w ustroju na drodze estryfikacji glicerolu przez kwasy tłuszczowe



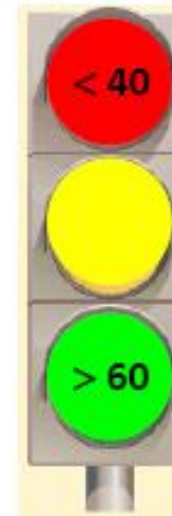
[mg/dL]

## Oznaczanie TG

- Stwierdzenie dużego i bardzo dużego poziomu TG wymaga od laboratorium zdefiniowania obecności lub braku chylomikronów!

# CH-HDL

- Powrotny transport cholesterolu!



[mg/dL]

# CH-LDL

- Jest pierwszorzędownym celem leczenia!



[mg/dL]

## Lipidowe czynniki ryzyka miażdżycy

- Stężenie cholesterolu całkowitego  $> 200$  mg/dl ( $>5,2$  mmol/l).
- Stężenie cholesterolu LDL  $> 130$  mg/dl ( $>3,5$  mmol/l).
- Stężenie cholesterolu HDL  $< 40$  mg/dl ( $<0,9$  mmol/l).
- Proporcja cholesterolu całkowitego do cholesterolu HDL  $> 4,0$ .
- Stężenie triglicerydów 150-400 mg/dl (1,7-4,5 mmol/l)
- Stężenie Lp(a)  $> 30$  mg/dl.

# Dyslipoproteinemie

- Hiperlipidemia
- Hipolipidemia
- Normolipidemia z lipoproteinami o nieprawidłowej budowie lub nieprawidłową dystrybucją lipidów w lipoproteinach
  
- Hipercholesterolemia
- Hipertriglyceridemia
- Mieszana dyslipidemia
  
- Pierwotne - uwarunkowane genetycznie
- Wtórne - towarzyszące innym zaburzeniom

# Wtórne hiperlipidemie

OKOLICZNOŚCI	HDL	LDL	TG	BEZPOŚREDNIA PRZYCZYNA
otyłość	↓	N	↑	insulinooporność, nadprodukcja TG w wątrobie
alkoholizm	↑	N	↑	nadprodukcja TG w wątrobie
cukrzyca	N/↓	N/↑	↑↑	insulinooporność, nadprodukcja TG w wątrobie
niedoczynność tarczycy	N	↑↑	N/↑	zahamowanie funkcji receptora LDL
zespół nerczycowy	↓	↑↑	↑↑	nadprodukcja apo B-100 w wątrobie
przewlekła niewydolność nerek	↓	N/↑	↑	obniżona aktywność lipazy lipoproteinowej
ciąża	↑	N/↑	↑	podwyższony poziom estrogenów

## Wtórne hypolipidemie

**CH LDL ↓↓, TG ↓↓, CH HDL ↓↓**

- nadczynność tarczycy
- niedożywienie
- niewydolność wątroby
- nowotwory



# Choroba sercowo-naczyniowa a lipidy

- Choroba sercowo-naczyniowa spowodowana **miażdżycą ścian tętnic i zakrzepicą** jest główną przyczyną przedwczesnej śmiertelności i życia z niepełnosprawnością w Europie.
- Głównymi jednostkami klinicznymi są:
  - choroba wieńcowa,
  - niedokrwienny udar mózgu i
  - choroba tętnic obwodowych.

# Hipoglikemia

- O obniżeniu stężenia glukozy we krwi (hipoglikemii), grożącym upośledzeniu funkcji OUN i utratą świadomości (śpiączka hipoglikemiczna), mówi się, gdy glikemia osiągnie wartość **< 55 mg/dl (3,1 mmol/l)**.
- Hipoglikemia występująca na czczo wskazuje na nadmierne zużycie, zaburzenia magazynowania glukozy w postaci glikogenu lub upośledzenie glikogenolizy, glukoneogenezy.
- Hipoglikemia występująca w kilka godzin po posiłku jest spowodowana hipersekrecją insuliny, uszkodzeniem wątroby (upośledzony katabolizm insuliny), niedoborem glikokortykosteroidów, źle dobraną terapię lekami hipoglikemizującymi, spożyciem alkoholu.
- Nadmierne wydzielanie insuliny jest objawem wyspiaka zbudowanego z komórek  $\beta$  wysp trzustki (insulinoma).

# Hiperglikemia

>126 mg/dl na czczo

## Najczęstsze przyczyny hiperglikemii

Przyczyna	Mechanizm
Cukrzyca i nietolerancja glukozy	Niedobór insuliny, insulinooporność
Zespół lub choroba Cushinga	Nadmiar ACTH lub glikokortykosteroidów
Akromegalia	Nadmiar hormonu wzrostu
Urazy mózgu (udary)	Wzrost amin katecholowych, kortyzolu
Wstrząs	Wzrost amin katecholowych, kortyzolu
Pheochromocytoma	Wzrost amin katecholowych

Cukrzyca - grupa chorób metabolicznych  
charakteryzująca się hiperglikemią,  
wynikającą z defektu wydzielania i/lub  
działania insuliny.

*Przewlekła hiperglikemia wiąże się z uszkodzeniem, zaburzeniem czynności i niewydolnością różnych narządów, szczególnie oczu, nerek, nerwów, serca i naczyń krwionośnych.*

# Epidemiologia cukrzycy

- Na cukrzycę choruje ponad 200 milionów osób na świecie.
- Co 40 sekund rozpoznawany jest nowy przypadek cukrzycy.
- Co 3 minuty umiera 1 Amerykanin chory na cukrzycę.
- Cukrzyca jest przyczyną śmierci częściej niż AIDS czy rak piersi.
- Chorzy na cukrzycę żyją 15 lat krócej w porównaniu z osobami, u których nie ujawniono cukrzycy.
- Do 2025 roku cukrzyca będzie ujawniona u 300 milionów osób.

# *Zastosowanie badań laboratoryjnych w diabetologii*

## I. Rozpoznawanie/diagnozowanie cukrzycy

## II. Monitorowanie leczenia cukrzycy

### a) Ocena glikemii

### b) Diagnostyka przewlekłych powikłań cukrzycy

## III. Diagnostyka ostrych powikłań cukrzycy

- Jeśli nie występują objawy hiperglikemii, badanie w kierunku cukrzycy należy przeprowadzić raz w ciągu 3 lat u każdej osoby powyżej 45 roku życia
- Niezależnie od wieku badanie to należy wykonać co roku u osób z grup ryzyka:
  - z nadwagą lub otyłością (BMI > 25 kg/m<sup>2</sup> i/lub obwód w talii > 80 cm (K) > 94 cm (M))
  - z cukrzycą występującą w rodzinie (rodzice lub rodzeństwo)
  - mało aktywnych fizycznie
  - u osób, u których stwierdzono stan przedcukrzycowy
  - z przebytą cukrzycą ciążową
  - u kobiet, które urodziły dziecko o m.c. powyżej 4 kg
  - z nadciśnieniem tętniczym (>140/90 mm Hg)
  - z dyslipidemią (CH-HDL < 40 mg/dl i/lub TG > 150 mg/dl)
  - u kobiet z zespołem policystycznych jajników
  - z chorobą układu sercowo-naczyniowego

# Zasady rozpoznawania zaburzeń gospodarki węglowodanowej

## ROZPOZNANIE CUKRZYCY ODBYWA SIĘ NA PODSTAWIE OZNACZENIA STĘŻENIA GLUKOZY W OSOCZU KRWI ŻYLNEJ

Oznaczenie	Stężenie glukozy w osoczu	Interpretacja
<b>Glikemia przygodna</b> - oznaczona w próbce krwi pobranej o dowolnej porze dnia, niezależnie od pory ostatnio spożytego posiłku	≥ 200 mg/dL	<b>Cukrzyca*</b> , jeśli u pacjenta występują typowe objawy choroby (wzmoczone pragnienie, wielomocz, osłabienie, zmniejszenie masy ciała)
<b>Glikemia na czczo</b> - oznaczona w próbce krwi pobranej 8 - 14 godzin od ostatniego posiłku	70-99 mg/dL	Prawidłowa glikemia na czczo
	100 - 125 mg/dL	Nieprawidłowa glikemia na czczo ( <i>IFG - impaired fasting glucose</i> )
	≥ 126 mg/dL	<b>Cukrzyca*</b>
<b>Glikemia w 120 min. doustnego testu tolerancji glukozy</b>	< 140 mg/dL	Prawidłowa tolerancja glukozy ( <i>NGT - normal glucose tolerance</i> )
	140 - 199 mg/dL	Nieprawidłowa tolerancja glukozy ( <i>IGT - impaired glucose tolerance</i> )
	≥ 200 mg/dL	<b>Cukrzyca*</b>

Do rozpoznania cukrzycy konieczne jest stwierdzenie jednej z nieprawidłowości, z wyjątkiem glikemii na czczo, gdy do rozpoznania wymagane jest 2-krotne potwierdzenie zaburzeń.

Przy oznaczaniu stężenia glukozy we krwi należy uwzględnić ewentualny wpływ czynników niezwiązanych z wykonywaniem badania (pora ostatnio spożytego posiłku, wysiłek fizyczny, pora dnia).

# *Nazewnictwo stanów glikemicznych:*

- prawidłowa glikemia na czczo (NFG) 70 - 99 mg/dL
- nieprawidłowa glikemia na czczo (IFG) 100-125 mg/dL
- nieprawidłowa tolerancja glukozy (IGT)  
glikemia w 2 godzinie testu tolerancji glukozy 140-199mg/dL
- stan przedcukrzycowy (kategorie podwyższonego ryzyka cukrzycy)  
IFG, IGT
- cukrzyca  
objawy hiperglikemii i glikemia przygodna  $\geq 200\text{mg/dL}$  lub  
2-krotnie glikemia na czczo  $\geq 126\text{mg/dL}$  lub  
glikemia w 2 godzinie po obciążeniu glukozą wg zaleceń WHO  $\geq 200\text{mg/dL}$



# **Kryteria diagnostyczne cukrzycy**

Znaczenie diagnostyczne kryteriów ustanowionych w 1979 r. nie jest równoważne.

- Prawie u wszystkich pacjentów z FPG > 140 mg/dl stwierdza się 2h PG > 200 mg/dl
- Natomiast tylko u 25% pacjentów z 2 PG > 200 mg/dl stwierdza się FPG > 140 mg/dl

**Badanie 2h PG jest zatem bardziej czułe, wykazuje większą czułość diagnostyczną.**

(Upośledzona odpowiedź trzustki jest wcześniejszym objawem niż hiperglikemia na czczo)

# *Doustny test tolerancji glukozy*

- **Wskazania do wykonania testu:**

- Cechy zespołu metabolicznego przy prawidłowej glikemii na czczo
- Glikemia na czczo w zakresie IFG
- Glukozuria przy prawidłowej glikemii na czczo
- Jako badanie diagnostyczne w rozpoznawaniu cukrzycy ciężarnych

- **Przeciwwskazania:**

- Rozpoznana wcześniej cukrzyca
- Choroby układu pokarmowego, które mogą utrudniać przeprowadzenie testu
- Stany ostre

- **Przygotowanie pacjenta:**

- Nie należy zmieniać diety w ciągu co najmniej 72h przed badaniem
- Należy ustalić, czy pacjent nie zażywa leków o działaniu hiperglikemizującym (kortykosterydy,  $\beta$ -blokery)
- Badanie wykonać rano, na czczo, po co najmniej 8 godzinach od ostatniego posiłku

- **Przeprowadzenie badania:**

- Pobranie wyjściowej próbki krwi żyłnej
- Obciążenie glukozą - pacjent wypija 75 g (dzieci 1.75 g/kg m.c. do 75 g) bezwodnej glukozy rozpuszczonej w 250 - 300 mL wody w ciągu 5 minut
- Po obciążeniu pacjent pozostaje w spoczynku, w pozycji siedzącej
- Po 120 minutach po wypiciu glukozy należy pobrać drugą próbkę krwi żyłnej w celu oznaczenia stężenia glukozy we krwi

## *Krew jako materiał biologiczny do oznaczania glukozy:*

- przy prawidłowym hematokrycie stężenie glukozy we krwi pełnej jest o około 11% niższe niż w osoczu
- hematokryt i lepkość krwi mają wpływ na oznaczany poziom glukozy
- stężenie glukozy we krwi kapilarnej jest wyższe niż we krwi żyłnej, szczególnie po posiłku
- na skutek glikolizy zachodzącej w krwinkach spada stężenie glukozy we krwi pełnej

## *Wpływ procesu glikolizy na oznaczenie glukozy:*

- spadek stężenia glukozy w nieodwirowanej krwi przechowywanej w temp. pokojowej, ocenia się na około 5-7% w ciągu godziny
- poziom glikolizy in vitro jest wyższy przy leukocytozie lub zanieczyszczeniu próbki bakteriami
- w oddzielonej od krwinek, sterylnej surowicy stężenie glukozy jest stabilne 8 godz. w 25°C lub 72 godz. w 4°C
- glikolizę można zahamować poprzez dodanie inhibitorów: jodooctanu lub fluorku sodu

# Klasyfikacja cukrzycy

- **Cukrzyca typu 1** (cukrzyca młodocianych) jest związana z pierwotnym brakiem aktywności komórek  $\beta$  trzustki.
  - W tym typie cukrzycy przeżycie pacjenta jest zależne od egzogennej insuliny. Jej brak uwalniania jest potwierdzony brakiem peptydu C.  
(Insulina jest produkowana i magazynowana w postaci nieaktywnego prohormonu. Podczas uwalniania odszczepiony zostaje peptyd C i oba składniki – aktywna insulina i peptyd C, opuszczają komórkę  $\beta$  trzustki.)
- **Cukrzyca typu 2** (cukrzyca dorosłych, cukrzyca niezależna od insuliny), w której insulina konieczna jest raczej do utrzymania (kontroli) prawidłowego metabolizmu niż przeżycia.

# Klasyfikacja cukrzycy (cd.)

- **Cukrzyca ciążowa (ciężarnych)** po raz pierwszy została wykryta podczas ciąży.
- Nietolerancja glukozy występuje u 2-5% kobiet w ciąży. U 40% tych pacjentek pełny obraz cukrzycy wystąpi w następnych 10 latach.
- Diabetogeny wpływ ciąży (łożysko wydziela hormony kataboliczne: **laktogen łożyskowy – GH**; hiperglikemia matki → hiperinsulinemia płodu).
- Klasyczna cukrzyca ciążowa powstaje już po organgenezie.
- Wady rozwojowe płodu występują wówczas, gdy na początku ciąży nie wykryto obecnej cukrzycy typu 1 lub typu 2.
- **Hiperglikemia matki** w I trymestrze - wady rozwojowe, w II trymestrze – wpływ na rozwój mózgu; w III trymestrze – hiperinsulinizm płodowy, makrosomia, cushingowatość; poród – hipoglikemia.

## Cechy charakterystyczne różnicujące cukrzycę typu 1 oraz typu 2

Cecha	Typ 1	Typ 2
Patogeneza	Całkowity brak insuliny zniszczenie autoimmunologiczne komórek $\beta$	Insulinooporność i zaburzone wydzielanie insuliny, hiperinsulinizm przechodzi w brak insuliny
Stężenie insuliny w surowicy	Niskie lub nieoznaczalne	Może być normalne lub zwiększone, w długotrwałej chorobie obniżone
Poziom peptydu C	Niski lub nieoznaczalny	Może być normalny lub zwiększony, w długotrwałej chorobie obniżony
Częstość występowania	5-10% pacjentów z cukrzycą	90-95% pacjentów z cukrzycą
Początek	Przeważnie w dzieciństwie i młodości	Zwykle > 30r.ż.
Otyłość	Rzadko	Często (80-90% przypadków)
Skłonność do kwasicy ketonowej	Duża	Mała
Autoprzeciwciała	Często (85-90% przypadków)	Rzadko
Inne autoimmunologiczne schorzenia	Często (choroba Gravesa-Basedowa, choroba Addisona)	
Terapia	Dieta, insulina, leczenie wysiłkiem fizycznym	Dieta, doustne leki przeciwcukrzycowe, insulina, leczenie wysiłkiem fizycznym
Rozwój miażdżycy	Zagrożenie	Znaczne zagrożenie

# 1 TYP



BRAK INSULINY



ZWIĘKSZONA LIPOLIZA



NASILONA KETOGENEZA



KETONEMIA



KWASICA  
METABOLICZNA



KETOZA



KETONURIA



DIUREZA OSMOTYCZNA



ODWODNIENIE



GLIKOZURIA



# 2 TYP



NIEDOBÓR INSULINY

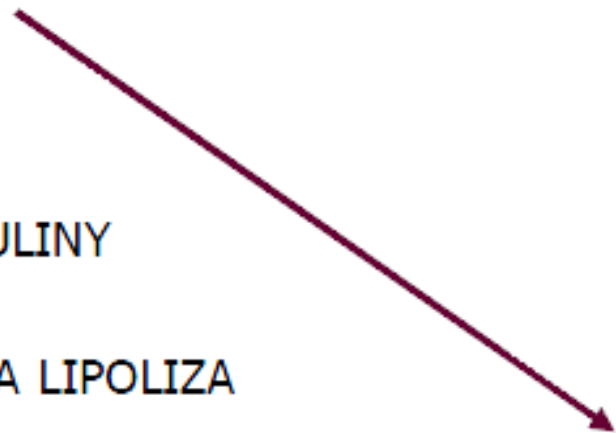
ZMNIEJSZONY WYCHWYT  
KOMÓRKOWY GLUKOZY



HIPERGLIKEMIA



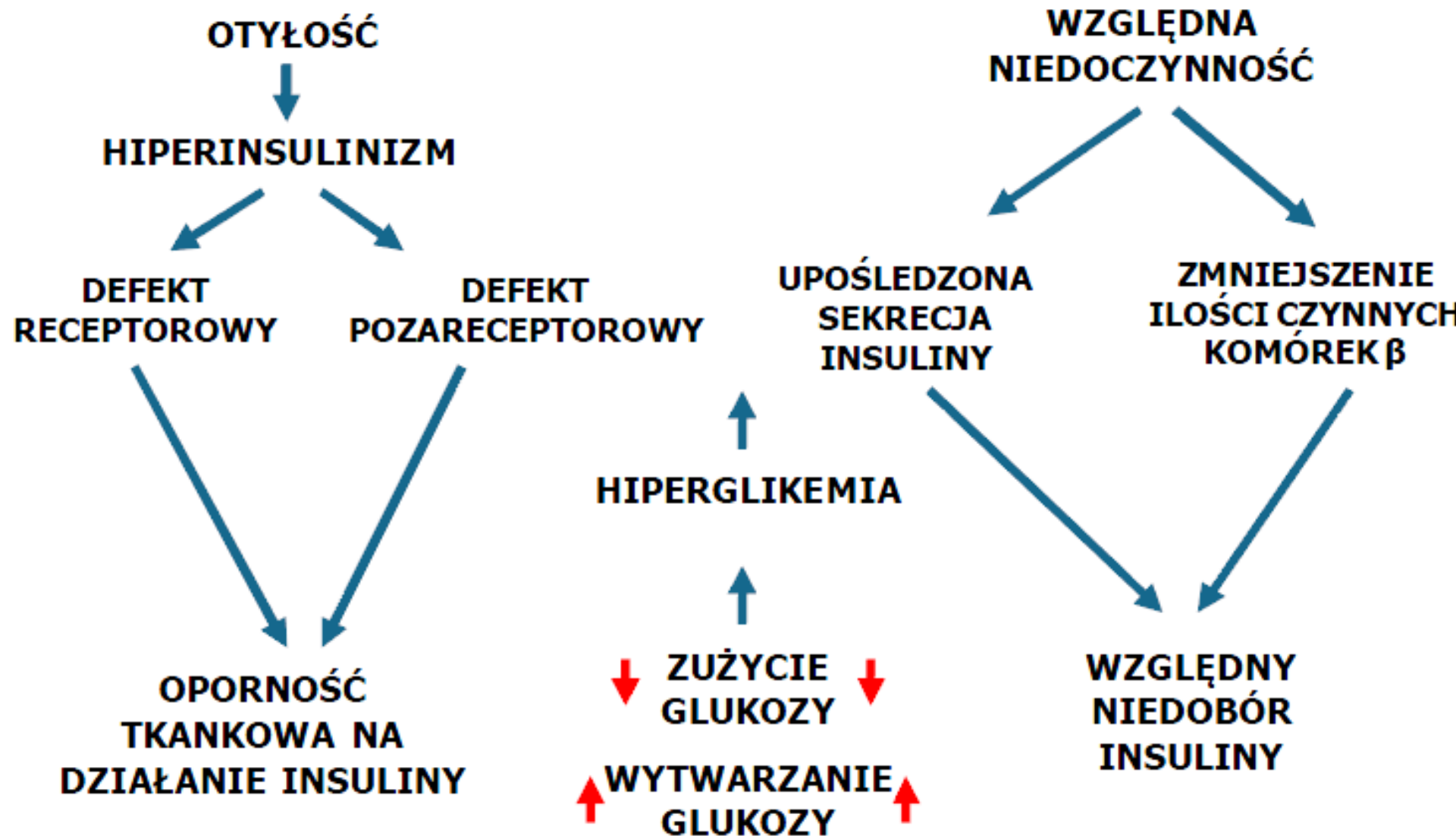
ZWIĘKSZONE  
WYTWARZANIE  
GLUKOZY



HIPEROSMIA



# ZESPÓŁ CUKRZYCOWY 2 TYPU NIDDM



*„ Nie ma wolności absolutnej, istnieje tylko wolność wyboru.*

*W chwili gdy podejmujemy decyzję, stajemy się odpowiedzialni  
za nasz wybór.”*

*Paulo Coelho*



Niezbędne informacje znajdują się w:

Dembińska-Kieć A., Naskalski J., „Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej”; Elsevier Urban&Partners, Wrocław 2013:

**Str. 305-322** – 11.1 *Wstęp do zaburzeń gospodarki węglowodanowej*

**Str. 326-330** – 11.5.1.2 *Kwasica mleczanowa*

**Str. 339-351** – 11.7 *Testy laboratoryjne w diagnozowaniu i monitorowaniu cukrzycy*

**Str. 360-379** – 12.1 *Podstawowe aspekty metabolizmu lipidów*

**Str. 383-389** – 12.2 *Apoproteiny*

**Str. 405-421** – 12.5 *Patomechanizm miażdżycy*