

Laboratorní vyšetřování diagnosy a sledování diabetu. Aktualizace 2008

Bedřich Friedecký

Klíčové prameny

- **NACB guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. Update. Draft guidelines 2008. www.aacc.org**
- **Společná doporučení EASD/ADA/IDF/IFCC o HbA1c Clin Chem Lab Med 2007,45/10 ss. 942-944,1077-1080,1081-1082**
- **www.ifcc.org
(Standardization of HbA1c. Consensus statement)
(Summary of manufacturer meeting regarding implementation of HbA1c standardization)**

Plasmatická a sérová glukosa

Odběr vzorků k stanovení plasmatické a sérové glukosy

Nestabilita vlivem glykolýzy probíhající v krevních elementech

Oddělení plasmy/séra od elementů do 60 minut

Zabezpečení stability plasmatické glukosy

Odběr do antiglykolytické směsi

Antiglykolytická směs obsahuje cca
2,5 mg NaF /ml krve a protisrážlivé
činidlo

**Ideální je odběr do směsi NaF a
heparinu a do doby centrifugace
uchovávat odebraný materiál v
ledu**

Příprava pacienta pro odběr FPG

Fasting plasma glucose-FPG-
plasmatická glukosa na lačno

Vyžaduje minimálně 8 hodin lačnění

Po tuto dobu příjem tekutin jen
formou pitné vody(bez glycidů a
bez oxidu uhličitého)

Časový průběh glykolýzy ve vzorku krve

Během první hodiny je pokles ve vzorcích s NaF a bez něj zhruba stejný

Bez přítomnosti NaF a bez oddělení od elementů klesá glukosa o 5-7% za hodinu

Sérum a plasma, oddělené od elementů jsou při 4° C aspoň 72 hodin stabilní

Nejpodstatnějším parametrem preanalytiky je čas oddělení krve od elementů

Plasma a plná krev

Plasma = krev + 11%

Jde o průměrnou diferenci u vzorků krví s normálním hematokritem

Sérum a plasma

Údaje různých autorů o rozdílech mezi plasmou a sérem nejsou shodné
Udává se rozdíl 0-0,2 mmol/l (v plasmě jsou hodnoty stejné nebo vyšší)

Kapilární a žilní odběr

Na lačno je průměrná diference 0,1 mmol/l

Po zátěži při OGTT je v žilní krvi průměrná diference 1,7 mmol/l, než v kapilární

Referenční intervaly

USA(Sacks a spol.)

3,3-5,6 děti

4,1-5,6 dospělí

Skandinávie(NORIP 2000)

4-6 mmol/l dospělí sérum

4,2-6,3 dospělí plasma

u mužů o 0,2-0,4 mmol/l vyšší hodnoty

Referenční intervaly globálních výrobců(mmol/l)

3,9-5,8 Roche, Abbott

4,1-5,9 Vitros, Olympus, Siemens
(Bayer + Dade)

4,4-6,4 Beckman

Požadavky na analytické parametry(ADA, NACB)

CV % < 3,0 (optimálně ≤ 2,2%)

Bias nulový (?)

Cílová nejistota 7,6%

V řadě programů externího hodnocení kvality se používá cílové nejistoty 10% (jako toleranční limit)

ADA-American Diabetes Assotiation

NACB- National Assotiation of Clinical Biochemistry

Reprodukovatelnost(CV%) měření sérové glukózy-SEKK 2007

	CV%		
	RMP	GOD	HK
■	3,917	2,79	2,27
■	6,767	2,34	2,44
■	7,803	2,49	2,82
■	9,721	2,23	2,51
■	13,35	2,18	2,24
■	<i>HK-hexokináza, GOD-glukosaoxidáza, 5 vzorků ve 4 cyklech, 1554 výsledky RMP-hodnota referenční ID-MS metody</i>		
■	<i>V širokém rozsahu koncentrací je CV% nižší, než 3,0</i>		

Bias (%) měření sérové glukosy- SEKK 2007, DGKL 2008

SEKK

■ RMP	HK	GOD
■ 3,917	-1,3	0
■ 6,767	0,4	0,95
■ 7,803	-1,3	0,19
■ 9,721	-2,0	0,3
■ 13,35	-0,3	0,15

■ DGKL

■ 6,771	-1,64	0
■ 9,712	-2,6	-1,2

■ *Hodnoty bias jsou nízké, avšak nejsou nulové*

Referenční měřicí postupy- RELA- IFCC-2007

RELA IFCC je speciální program externího hodnocení kvality měření v referenčních laboratořích, používajících referenčních metod (GC/LC-MS) a certifikovaných referenčních materiálů

Bias 0-87- 1,6%

Rozšířená nejistota jednotlivých referenčních laboratoří 0,4-1,7%

Rozhodovací limity diagnosy diabetu mellitu

Materiál: plasma

Odběr: na lačno

**Nediabetický pacient: < 5,6
mmol/l(ADA,NACB,ČSKB)**

<6,1 mmol/l (WHO)

Risiko DM 5,6-6,99 mmol/l(NACB,ADA,ČSKB)

Risiko DM 6,1-6,99 mmol/l(WHO)

Diabetik: ≥ 7,0 mmol/l

**Nutné jsou dva výsledky nad 7,0 mmol/l
ze dvou odběrů**

Biologická variabilita

Intraindividuální variace FPG
(aktualizovaný údaj 2008)

$$CV_i = 5,7\%$$

Reálná hodnota rozhodovacích limitů FPG

Podle požadavku doporučení NACB je $CV\% \leq 3,0$

V databázi www.westgard.com nalezneme hodnotu $CVi = 5,7\%$

Kritická difference dvou po sobě následujících měření

$$CD = (CV\%^2 + CVi\%^2)^{1/2} * 2,77 = 17,8\%$$

Limit pro diagnosu diabetu je pak vlastně interval

$$7,0 \pm 17,8\% = 5,75 - 8,25 \text{ mmol/l}$$

Limit 5,6 mmol/l je obdobně interval

$$5,6 \pm 17,8\% = 4,6 - 6,6 \text{ mmol/l}$$

Six sigma při tolerančním limitu(TL) 10%

$$\text{Sigma} = (TL - b) / CV$$

Sigma 3,0 je absolutní minimum požadované kvality

Sigma 4,0 je kritérium dobré kvality

sigma = 3,0		sigma = 4	
b%	CV %	b%	CV%
1	3	1	2,25
2	2,7	2	2,0
3	2,3	3	1,75

Vyšší hodnota bias vyžaduje k dosažení stejné úrovně kvality vyšší přesnosti měření a postup six sigma umožní relaci mezi přesností a bias kvantifikovat

FPG(plasmatická glukosa na lačno) a diagnosa diabetu

Laboratorní diagnosa při opakovaném odběru a dvou hodnotách $\geq 7,0$ mmol/l FPG stanoveno v akreditované laboratoři (USA)

Alternativou akreditované laboratoře USA je v ČR laboratoř s validovaným měřícím postupem a s pravidelně aktualizovanou roční validací přesnosti, bias a nejistoty

Glukometry

Použití POCT a osobních glukometrů

Na jednotkách intenzivní péče-POCT

V ordinacích lékařů (zejména diabetologů)-POCT

Sebekontrola pacientů-diabetiků-

SMBG (self-monitoring of blood glucose)

Doporučení striktně nerozlišují glukometry POCT od osobních glukometrů pro SMBG

Indikace použití SMBG

Monitorování stavu

Prevence hypoglykemie

Prevence těžké hyperglykemie

Monitorování změny životního stylu a léčebného režimu

Při insulinové terapii u gestačního diabetu

Diagnosa a screening u risikových osob(5,6-6,99 mmol/l)

Nejsou průkazy, že by SMBG hrálo pozitivní roli v těchto případech

SMBG u diabetu 1 typu

Potřebné pro monitování u insulinové léčby

Minimálně 3x denně

SMBG u diabetu 2 typu

Kontroverzní význam

Mnohem citlivější je sledování HbA1c

Evidence based studie 2005 a 2007

nezaznamenaly efekt SMBG na

zlepšení zdravotního stavu u

pacientů s DM 2 typu

Zásady používání SMBG a POCT

Správná aplikace vzorku plné krve na
proužek

Žádné přísady do vzorku krve

Školení v obsluze

Prověřování znalostí obsluhy

Provádění kontroly kvality

Pravidelné srovnávání s výsledky
laboratoře

Glukometry SMBG a POCT

Výsledky mají být vyjádřené jako hodnota plasmatické glukosy, nikoliv jako hodnota v plné krvi (aby bylo umožněno srovnávání s laboratorními výsledky)

Používání proužků bez otírání přebytečného vzorku krve – „no wipe“

Kriteria kvality glukometrů

CLSI/ISO(formulována pro POCT i SMBG)

Diference mezi POCT/SMBG a laboratoří
< 20% pro glukosu nad 4,3 mmol/l
a < 0,83 mmol/l pro koncentrace pod
4,2 mmol/l

ČSKB(formulována pro POCT)

Diference mezi POCT a laboratoří < 15%
Verifikace výsledků pod 3 mmol/l a nad
15 mmol/l v laboratoři

Diference POCT glukometrů od referenční metody

Clin Chem Lab Med 2006,44,888-893

Bylo testováno 10 typů glukometrů
POCT renomovaných výrobců

Bias od laboratorní metody byl zjištěn
v širokém rozmezí v rozmezí **-14,5
% až 2,4%**

POCT analyzátory pro měření v plné krvi

Vykazují v programech EHK vyšší
kvalitu, než osobní a POCT
glukometry

Demonstrace výsledků SEKK 2008

Průměr 3,3 mmol/l CV% = 8,6

Průměr 19,32 mmol/l CV% = 4,2

**Osobní a POCT přenosné glukometry-
diference v programech EHK 2007**

Intervaly průměrů jednotlivých
skupin glukometrů :

8,3-15,4 mmol/l (SEKK,ČR)

**6,9-11,7 mmol/l (DGKL
Německo)**

**■ Glukosa v moči a
ketolátky v moči
a krvi**

Ketolátky

Reakce s nitroprussidem sodným

Reaguje kyselina acetoctová a aceton, nereaguje beta-hydroxymáselná.

Význam při sledování diabetů má doplňkový charakter. K pomocné diagnóze diabetické ketoacidózy u dekompenzovaných diabetiků

Možno použít u selfmonitoringu pacientů při současných klinických příznacích ketoacidózy

Používá se v laboratořích v mnohonásobně vyšší frekvenci, než je nezbytné

Glukosa v moči

Není doporučena v procesu péče o diabetiky jako vyšetření, založené na průkazech

Nekoreluje s hodnotami plasmatické glukosy, ale je ovlivněná renálně

Pro hodnoty plasmatické glukosy pod 10 mmol/l nepřináší žádnou významnou informaci

K analýze plně postačí použití testovacích proužků

Kvantitativní stanovení je nadbytečné a frekvence požadovaných vyšetření mnohem vyšší, než skutečná potřeba

Ketolátky v krvi a séru

Stanovení beta hydroxymáselné kyseliny enzymatickou reakcí kys.beta hydroxymáselné a NAD za vzniku NADH při katalýze enzymem HBDH

Interferent: kyselina askorbová

Interpretace: výsledky závislé na metodě

**Obvyklá koncentrace u zdravých jedinců
<0,5 mmol/l**

Má jen doplňkový charakter při diabetické ketoacidóze

OGTT

OGTT při diagnostice diabetu

Zátěž 75 g

Hodnocení v 2 hodině od podání

Materiálem je plasma z žilního náběru

Rozhodovací limity pro 2h OGTT

Nediabetik < 7,8 mmol/l

Zvýšené riziko DM 7,8- 11,09 mmol/l

Diabetik ≥ 11,1 mmol/l

Reprodukovatelnost výsledků hodnocení

OGTT při diagnose diabetu je jen 50-66%

OGTT při diagnose gestačního diabetu

Zátěž 75 nebo 100 g

Materiál-žilní plasma

Rozhodovací limity

Před zátěží 5,3 mmol/l

Po 1 hodině 10,0 mmol/l

Po 2 hodinách 8,6 mmol/l

Po 3 hodinách 7,6 mmol/l

Vyhodnocení OGTT při gestačním diabetu

Zátěž 100g má vyšší validitu

Diagnosu potvrzují dvě nebo více ze čtyř hodnot nad rozhodovacími limity

Při zátěži 75 g se již nehodnotí výsledek po 3 hodinách

Dva nebo všechny tři výsledky nad rozhodovací limity při zátěži 75 g potvrzují diagnosu gestačního diabetu

OGTT a diagnosa DM

ADA – NACB, ČSKB

Jen nástroj diagnosy gestačního diabetu

WHO

Nástroj diagnosy diabetu u pacientů s FPG 6,1-7,0 mmol/l

Nástroj diagnosy gestačního diabetu

Interpretace OGTT-Itálie 2003-kvalita postanalytické fáze

Zátěž 75g použilo
87,1% účastníků

Odběr v nulté a 120 minutě použilo
33,2% účastníků

Rozhodovací limity WHO použilo
28,5% účastníků

Interpretace FPG a OGTT SEKK 2007-kvalita postanalytické fáze

Soulad s doporučením ČSKB (%)

<i>Materiál</i>	92,7
<i>Rozhodovací limity</i>	84,5
<i>Zátěž u OGTT</i>	100
<i>Čas OGTT</i>	99,0

HbA1c

HbA1c- analyt

- **Produkt posttranslační neenzymové pomalé reakce mezi glukosou a valinovou aminoskupinou proteinů.**
- **Vědecký název :
N-(1-deoxyfrokto-1-yl) hemoglobin beta
Zkráceně DOF hemoglobin**
- **V rutině považovat DOF hemoglobin a HbA1c za identickou entitu a název HbA1c pro DOF hemoglobin zůstává v používání**

Současný analytický standard je konsensus čtyř organizací

Doporučení EASD/ADA/IDF/IFCC

EASD- Evropská asociace pro studium diabetu

ADA - Americká diabetologická asociace

IDF- Mezinárodní diabetologická federace

IFCC- Mezinárodní federace klinické chemie a laboratorní medicíny

Dvě referenční metody

- DCCT/NGSP HPLC s iontovou výměnou-stará metoda
- IFCC HPLC- MS nebo HPLC-CE publikovaná již v roce 1997
- **Metoda IFCC vykazuje vysokou analytickou specifičnost a v důsledku toho nižší číselné výsledky měření**

Jednotka měření a vztahy

$$\% \text{ DCCT} = (0,915 * \% \text{ IFCC}) + 2,15$$

„Master equation“ (převod výsledků z DCCT na IFCC)

% IFCC * 10 = mmol/mol DOF Hb (čili HbA1c)-převod z procent na novou jednotku měření

Preanalytické variace HbA1c

Bez významného vlivu pohlaví, věku, etnicity

Intraindividuální biologická variace

$$\text{CV}\% = 1,9$$

Analytická přesnost- požadavky NACB

Opakovatelnost CV% < 3,0

Reprodukovatelnost CV % < 5,0

Vzorek

Odběr venosní nebo kapilární krve do
EDTA

Stabilní 1 týden při 4° C

Dlouhodobě stabilní při -70° C nebo
nižší teplotě (nikoliv při -20° C)

Reprodukovatelnost HbA1c(SEKK 2007)

	Interval	CV%	Průměr
HPLC	2,2-4,6		3,3
Imunochemie	5,9-8,2		7,05
Celkem	4,5-5,6		5,05

Imunochemické metody nejsou zatím schopné dosáhnout požadované hodnoty reprodukovatelnosti $\leq 5\%$

Rozhodovací limity HbA1c

	DCCT	IFCC
Non diabetes	4-6%	20-42 mmol/mol
Cíl terapie	<7%	< 53 mmol/mol
Změna terapie	> 8%	> 64 mmol/mol

Význam

Monitorování dlouhodobého stavu
koncentrace glukosy v krvi diabetiků
Monitorování průběhu terapie diabetu
Odpovídá stavu glukosy v krvi za cca
120 dní

IFCC metoda

Vrchol kalibrační hierarchie měření
HbA1c
Hodnoty pracovních kalibrátorů
výrobců mají být odvozeny s její
pomocí

Diagnosa a screening risika diabetu

Zatím se HbA1c k těmto účelům nedoporučuje(někdy je pro screening risika přesto používaná)

Certifikace měřících systémů

Stanovením bias vůči referenční metodě
Platnost jeden rok

Nutná je certifikace všech složek systému
(čínidlo, přístroj, kalibrátor, kolona)

Pokud je jedna ze složek celého systému necertifikovaná, nelze systém považovat za certifikovaný i kdyby ostatní složky certifikovány byly

Interference

Pathologické hemoglobiny

Produkty dlouhodobé glykace

Urémie-karbalmylhemoglobin

Stupeň interference závisí na metodě měření

HPLC metody jsou citlivější na interference, než imunochemické a metody s ionexovou chromatografií, než s afinitní chromatografií

Pacient s hemoglobinem S na dvou systémech HPLC-minikasuistika

Původní výsledek HbA1c HPLC=25%

Reanalýza na systému HPLC Variant II Turbo 3,35%

Pacient trpí srpkovitou anémií (interference hemoglobinu S)

K žádosti o reanalýzu došlo po vizuální inspekci původního chromatogramu a po urgenci diabetologa

Six sigma certifikovaných metod HbA1c

**Westgardova data z 2008 ,s použitím
výsledků kontrolního cyklu CAP USA**

První způsob výpočtu

průměr sigma= 5,08 interval 2-7,2

Druhý způsob výpočtu

průměr sigma = 4,17 interval 1,2-6,32

Závěr

Certifikace není sama o sobě ještě průkazem kvality.

**Všechny systémy byly certifikované,ale indikátor
kvality sigma poskytl obrovské rozpětí od vyložené
nekvality(sigma pod 3,0) až po optimální
kvalitu(sigma nad 5,0)**

Albumin v moči

Určení

Sledování koncentrací albuminu v moči se doporučuje u diabetiků a pacientů s ledvinovou chorobou

Proteinurie, zjištěná testovacím proužkem je pro tento účel nepostačující

Zvýšená koncentrace albuminu v moči je významným risikovým faktorem srdečních chorob

Hodnoty albuminu v moči nad 300 mg/d indikují konečnou fázi vývoje (end-stage) ledvinové choroby

Přesnost

Hodnota mezilehlé přesnosti stanovení albuminu v moči

$$CV(\%) < 15$$

Hodnota mezilehlé přesnosti stanovení kreatininu v moči

$$CV(\%) < 5,0$$

Vzorek

V doporučení se preferují:

***Sběr moči za 12-24 hodin
k měření vylučování albuminu v mg/d
nebo $\mu\text{g}/\text{min}$***

***První ranní moč pokud se měří poměr
albumin/kreatinin***

Stabilita

1 týden při 4-20° C

Údaje o zamrazování vzorků pro
skladování jsou velmi kontroverzní

Testovací proužky

Všechny vzorky, pozitivní při vyšetřování albuminu testovacími proužky mají být verifikovány kvantitativní metodou

Časté zdroje neanalytické variability

- Infekce močových cest
- Hypertense
- Tělesná zátěž
- Srdeční choroby

Četnost vyšetřování

- 1x ročně u diabetiků
- Positivní výsledek je nutné potvrdit následným druhým, případně třetím měřením v intervalu 3-6 měsíců

„Mikroalbuminurie“

30-300 mg/l

20- 200 μ g/min

2,8-28 mg/mmol kreatininu

Hodnoty nad horní hranice těchto intervalů je nutno považovat za „makroalbuminurii“, představující pravděpodobnost přítomnosti "end-stage" ledvinové choroby

Rutinní metody měření

- Zcela převládají imunoturbidimetrie a imunonefelometrie
- Dále jsou v používání screeningové testovací proužky

Používané jednotky v SEKK-2006

	% respondentů
■ mg/l	46,6
■ mg/d	19,4
■ µg/min	25,0
■ mg/mmol kreatininu	6,8
■ <i>Téměř polovina účastníků použila nedoporučených jednotek měření</i>	

Shoda s doporučeními ČSKB a NACB (program SEKK 2006)

- Jen u 35,4% respondentů

Používané jednotky v SEKK-2008

	% respondentů
■ mg/l	46
■ mg/d	18
■ µg/min	20
■ mg/mmol krea	13
■ <i>Žádná pozitivní změna po dvou letech</i>	

Shoda s doporučeními ČSKB a NACB 2008

■ **44 %**

*Mírné zlepšení souhlasu s
doporučeními po dvou letech*

Problém metody měření

**Systematické difference mezi metodami HPLC
a imunochemickými metodami**

**HPLC poskytuje významně vyšší výsledky (o
20-30%)**

**Albumin v moči je málo heterogenní analyt s
vysokým stupněm fragmentace a
konformačních modifikací**

**Tyto změny mohou být doprovázeny změnami
imunoreaktivity a ty následně působí
systematické difference mezi metodami**

Dva možné výklady diferencí

- Imunochemické metody podhodnocují výsledky měření, protože nereagují s fragmenty albuminu
- HPLC metody nadhodnocují výsledky měření, protože u nich interferuje řada jiných močových proteinů, které mohou koeluovat z kolony

Vliv zamrazení vzorků u imunochemických a HPLC metod

- Imunochemické metody vykazují nižší negativní vliv skladování (snížení hodnot jeho vlivem) vzorků při -20° i -80° C, než metody HPLC
- (J.V.Brinkman a spol.Clin Chem 2007,53,1520-1526)

Demonstrace reprodukovatelnosti měření albuminu v moči v programech EHK

- Vzorek o koncentraci 27,4 mg/l
(hraniční hodnota)
- SEKK CV(%) = 9,25
- DGKL CV(%) = 15,5

■ Insulin a C- peptid

Insulin, C-peptid

Podle doporučení NACB nehraje stanovení insulinu a /nebo C-peptidu významnou roli při **rutinním** sledování ani diagnostice u diabetických pacientů

Potenciální použití- příklady

Aplikace subkutánních insulinových pump

Insulinová rezistence u syndromu polycystických ovárií

Diagnosa insulinomu

Standardizace měření

U insulinu je v současnosti prováděna
U C-peptidu byla nedávno provedena
první mezilaboratorní srovnávací
studie

**Výsledky včetně referenčních
intervalů silně závisí na použité
metodě (systému)**

Srovnatelnost měření insulinu systémy hlavních výrobců

Clin Chem 2007,53,711-718

12 kitů od 9 výrobců

Recovery pro hodnotu 60pmol/l

0,765-1,092

Recovery pro hodnotu 600 pmol/l

0,638-1,154

Častý je chybný přepočítání z pmol/l na mU/l

Navržená referenční metoda pro insulin

Clin Chem 2007,53,1462-1469

Princip ID-LC/MS/MS

Regrese s Abbott $y = 1,08x - 0,33$

Regrese s Beckman $y = 0,84x - 0,20$

Regrese s DPC $y = 1,27x + 0,74$

Regrese s Roche $y = 1,21x - 0,33$

Reprodukovatelnost a systematické chyby v EHK u insulinu

Cyklus EHK SEKK-DGKL 2007 251 účastníků ze tří zemí

Vzorek A

Průměr 12,2 mU/l CV% = 28,2 interval průměrů skupin 5,9-17,8

Vzorek B

Průměr 60,3 mU/l CV% = 41,4 interval průměru skupin 22,2-79,9 mU/l

C-peptid-první srovnávací světová studie

16 vzorků heparinové plasmy

15 laboratoří ze 7 zemí

10 různých metod

Diference rostou s rostoucí koncentrací C-peptidu a přesahují v řadě případů 100%

Použití standardu WHO IRR 84/510 srovnatelnost nezlepšilo

**■ Minimálně
invazivní
kontinuální
měření glukosy**

Minimálně invazivní kontinuální měření glukosy

U vybraných skupin pacientů
Vyžadují intenzivní výcvik pacienta k
zacházení

**Měří koncentraci glukosy v
intersticiální tekutině
Jsou kalibrovány na osobní
glukometry**

Detekce u kontinuálně měřících glukometrů

Enzymové elektrody
Změna fluorescence po navázání
glukosy na cílovou molekulu
Výhledově použití umělých
„glukosových receptorů“

Minimálně invazivní glukometry

Měří glukosu v intersticiální tekutině

Subkutánně- GlukoWatch

Zavedením katetru - Medtronic

Mikrodialyzou-Menarini

- Odchylky od osobních glukometrů 10-12%

Neinvazivní glukometry

- Založeny na principu IR spektrometrie
- FDA je momentálně považuje za riziková zařízení

Shrnutí klinických aplikací

Diagnosa diabetu

- FPG
- OGTT

Shrnutí klinických aplikací

Screening rizika diabetu

- FPG
- OGTT
- Sérová glukosa při odběru vzorku na větší počet vyšetření

Shrnutí klinických aplikací

Sledování stavu pacienta

- HbA1c

Shrnutí klinických aplikací

Samosledování

- B-glukosa (glukosa v plné krvi) s použitím osobních glukometrů

Shrnutí klinických aplikací

Sledování kritických pacientů

Glukosa v plné krvi pomocí POCT

Kontinuální sledování glukosy v intersticiální tekutině