

# Glykovaný hemoglobin HbA1c

Petr Breinek

# Glykovaný hemoglobin (HbA1c)

- Ukazatel dlouhodobé kompenzace diabetu
- Diagnostika onemocnění
- Kontrola terapie
- Včasné odhalení hrozících komplikací
- V roce 2009 ADA (USA) připustila užití HbA1c k diagnostice diabetu

# Výhody proti glykémii

- Není třeba konzervovat krev (větší stabilita)
- Menší intraindividuální variabilita ( $CV < 2\%$ )
- HbA1c není ovlivněn krátkodobou glykemií
- Nemocný nemusí být lačný
- Využití pro diagnostiku i kontrolu léčby

Návrh (IFCC-IUPAC C-NPU):

Hemoglobin beta chain(Blood)-N-(1-deoxyfructos-1-yl)hemoglobin beta chain

Jednotky: místo % → mmol/mol

# Co je vyšetřováno?

- ❖ **HbA1c odpovídá dlouhodobému stavu koncentrace glukózy v krvi** (průměrný poločas života erytrocytů je 60 dní → **koncentrace HbA1c odráží průměrnou koncentraci glukózy v průběhu předcházejících 2-3 měsíců**)
- ❖ **HbA1c neodpovídá aktuální hodnotě glykémie, jejímu poklesu nebo zvýšení** (glykémie může velmi kolísat beze změn HbA1c)

# Co může ovlivnit hodnocení vyšetření HbA1c

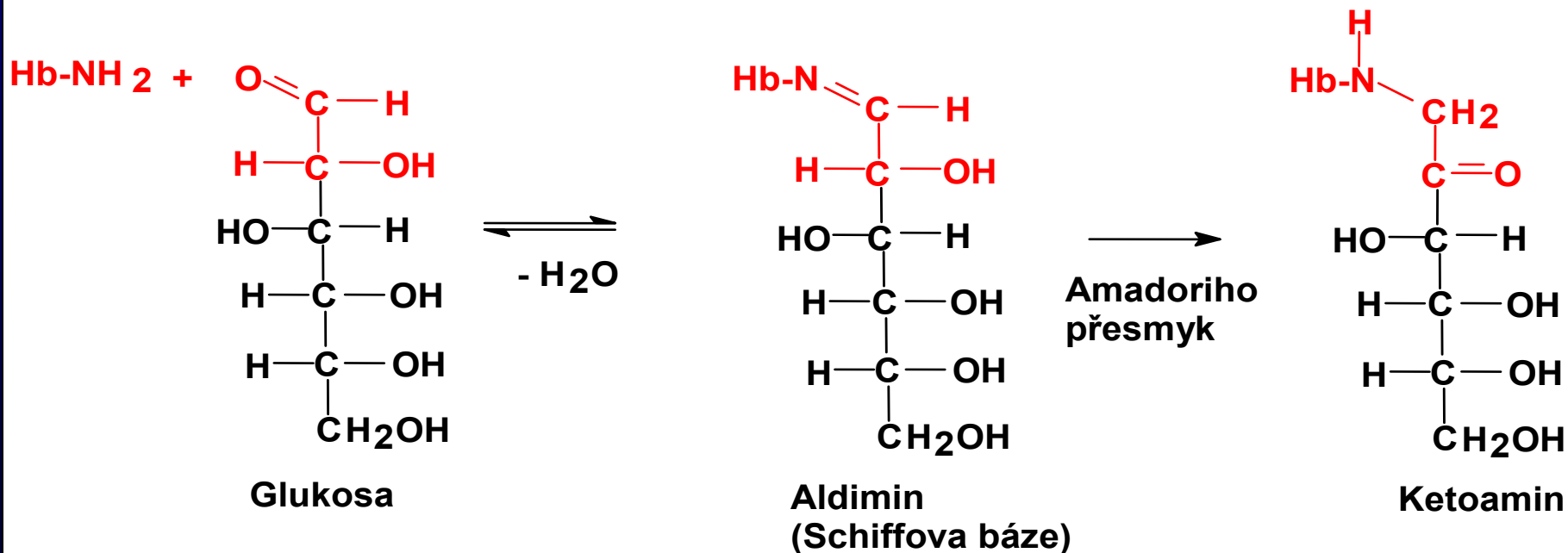
- ❖ Přítomnost abnormálního typu hemoglobinu (např. thalasemie)
- ❖ Hemolýza
- ❖ Těžké krvácení

# Glykace proteinů

- chemická vazba sacharidů na N-koncové aminokyseliny proteinů (neenzymová reakce)
- in vivo- vznikají glykované (modifikované) proteiny se závažnými patobiochemickými důsledky
- in vitro- hnědnutí proteinů v přítomnosti sacharidů

# Glykace hemoglobinu

- rychlá tvorba labilní Schiffovy báze (aldimin)
- pomalý Amadoriho přesmyk za vzniku stabilního ketoaminu (ireversibilní)
- koncentrace závisí na koncentraci glukózy a poločasu života erytrocytů

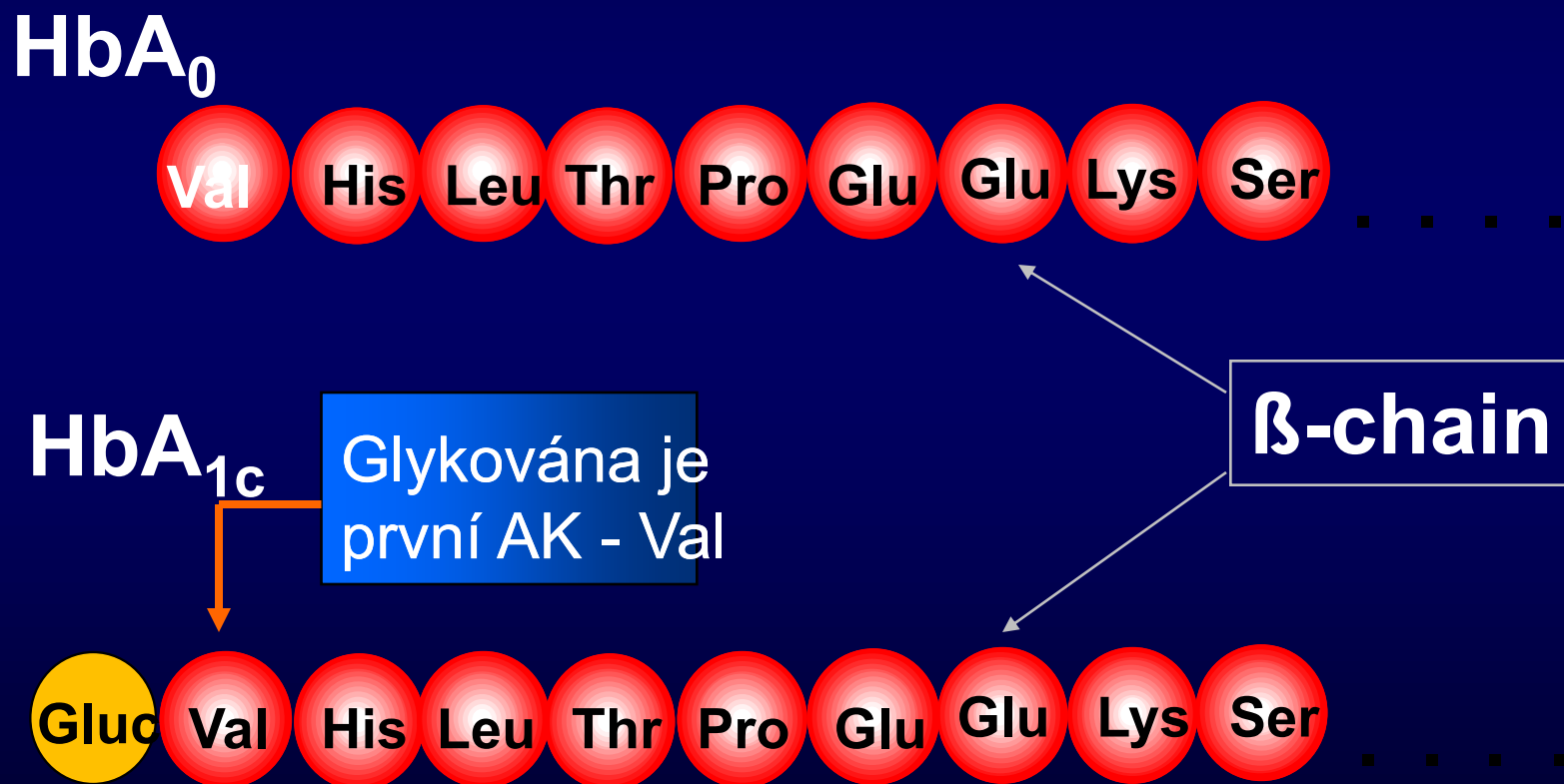




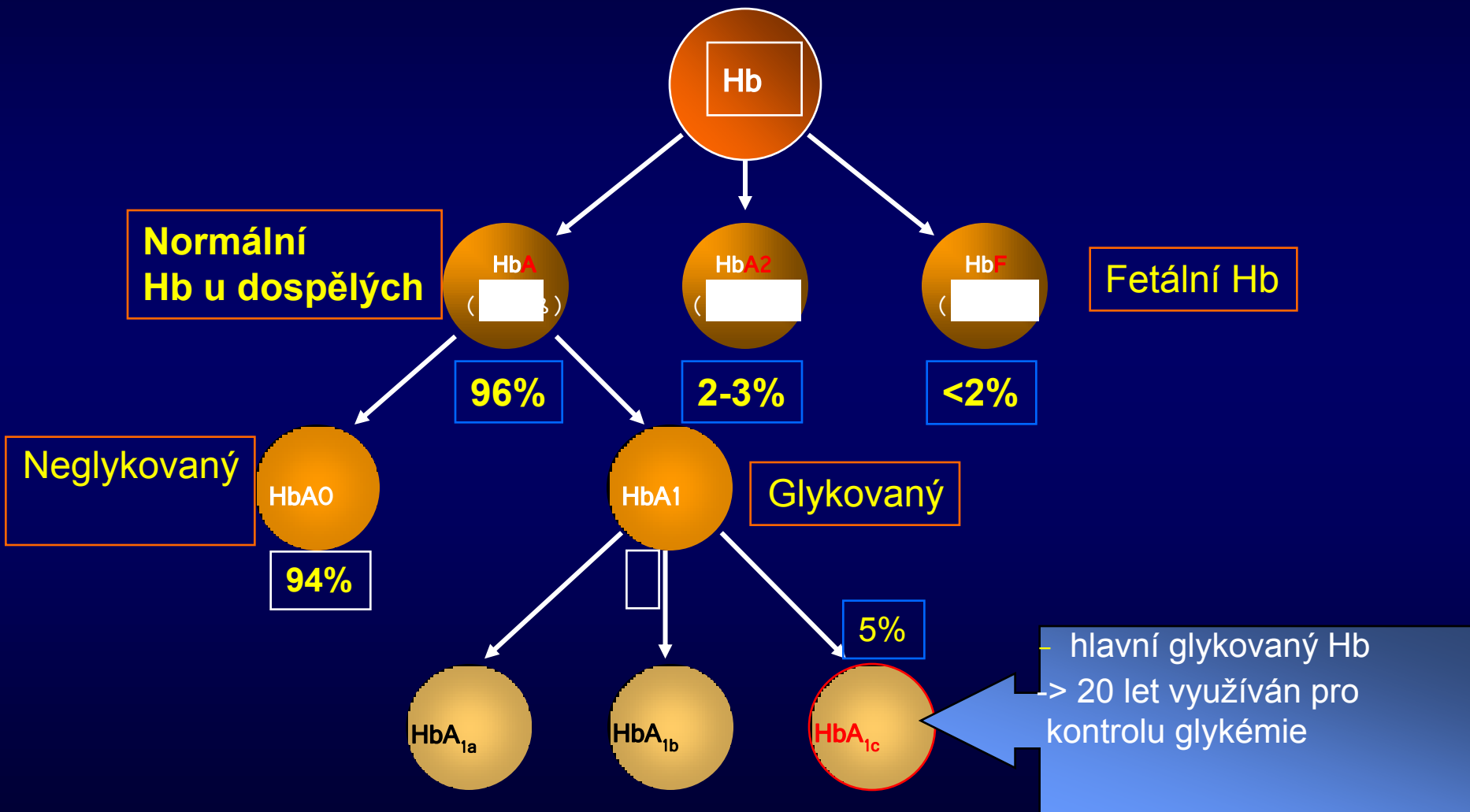
# Faktory ovlivňující neenzymovou glykaci proteinů

- koncentrace sacharidů a proteinů a jejich kolísání  
(koncentrace proteinů v krvi relativně konstantní, rychlost glykace je úměrná koncentraci sacharidů)
- doba expozice
- biologický poločas daného proteinu
- teplota

# HbA<sub>1c</sub> vzniká glykací na N-konci $\beta$ -řetězce hemoglobinu



# Hemoglobiny



# Odběr a analyzovaný materiál

- Krev (B) - odběr do EDTA

Stabilita:	2d	(+20 až +25°C)
	1t	(+4 až +8°C)
	1r	(<-20°C lépe při -80°C)

- HbA1c by měl být stanovován u nemocných minimálně 2x ročně, optimálně 4x ročně
- DM 1.typu – 4x ročně
- DM 2.typu – 1x ročně, při léčbě perorálními antidiabetiky 2x ročně, inzulinem 4x ročně

# Referenční meze

B-HbA1c

2,8-4,0 %

<b>Kompenzace diabetu</b>	<b>IFCC,2004</b>	do 2004
<b>Výborná</b>	<b>&lt; 4,5 %</b>	< 6,5 %
<b>Uspokojivá</b>	<b>4,5 - 6,0 %</b>	6,5 - 7,5 %
<b>Neuspokojivá</b>	<b>&gt; 6,0 %</b>	> 7,5%

# Referenční meze

Klinický stav	IFCC,2004 %	IFCC mmol/mol
Zvýšené riziko DM	4,2 - 4,6 %	42 - 46
Diagnóza DM	≥ 4,7%	≥ 47
Kompenzovaný DM	≥ 5,3%	≥ 53
Indikace změny terapie	≥ 6,4 %	≥ 64

# Přepočty výsledků

- $X_{\text{mmol/mol}} = 10 \cdot X_{\% \text{IFCC}}$
- $X_{\text{mmol/mol}} = (X_{\% \text{DCCT}} - 2,15) / 0,0915$



# Metody stanovení

## 1. Referenční metody IFCC, 2002

Izolace a **hemolýza** erytrocytů (+ odstranění labilních pre-HbA1c)

Enzymové **štěpení hemoglobinu** (endoproteináza Glu-C)

Analytické měření (**detekce glykovaných hexapeptidů**)

**a) HPLC/ESI /MS**

**b) HPLC/CE**

**c) RM DCCT (HPLC)**

(Diabetes Control and Complication Trial, USA, v programu **NGSP**=The National Glycohemoglobin Standardization Program)

CRM: IRMM 466  
IRMM 467  
(směs čistých HbA0 a HbA1c)

### Přesnost měření a nejistota

Opakovatelnost CV=1,05 %

Reprodukovatelnost CV=1,8 %

Kombinovaná standardní nejistota primárních kalibrátorů 0,63 %

TMU (teoretická):4%

## 2. Doporučené metody:

### a) Chromatografické

- ❖ HPLC (vysokoúčinná kapalinová chromatografie)
- ❖ LC (nízkotlaká kapalinová chromatografie)
- **Afinitní chromatografie** (aminofenylboronátová)
- IEC (kapalinová chromatografie s **výměnou iontů**)

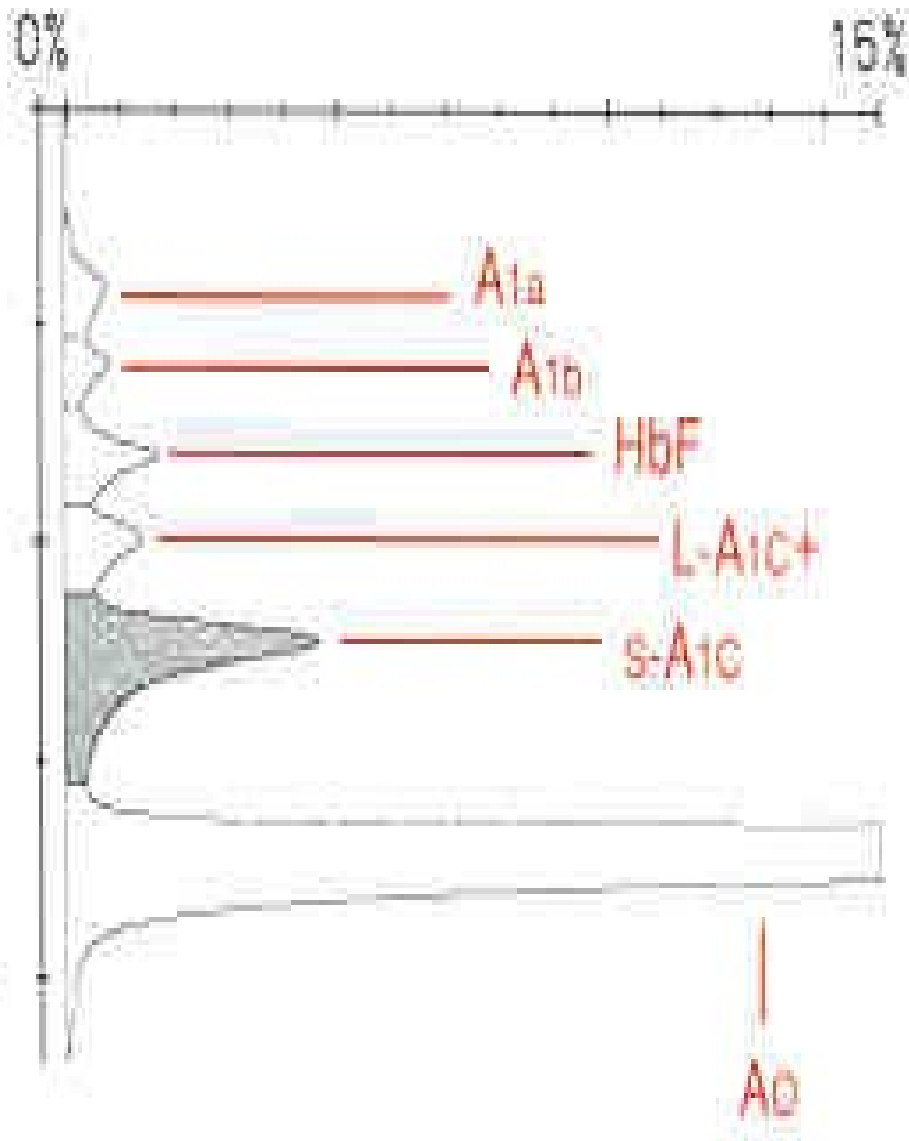
## Princip (Tosoh G7)

### Iontově výměnná vysokoúčinná kapalinová chromatografie

- Hemolyzačním a promývacím roztokem se vzorek naředí a přivede na chromatografickou kolonu
- Používá se třístupňový gradient roztoků s různou koncentrací solí
- Na koloně dochází k výměně kationtů a rozdělení hemoglobinů
- Rozdělené frakce postupují k detektoru, kde se měří absorbance při 415nm
- Jednotlivé typy hemoglobinových frakcí jsou vyjádřené v % celkového množství hemoglobinu

# HPLC Tosoh



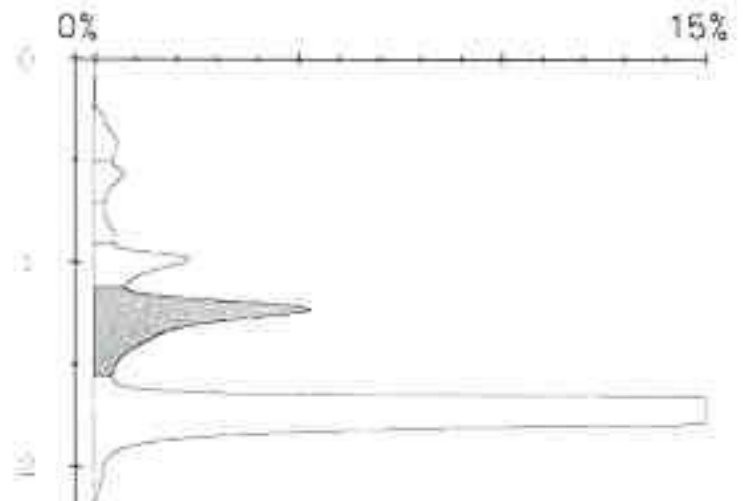


\*\*\*\*\* GLYCOHEMOGLOBIN REPORT \*\*\*\*\*

NO. 404 01D20 1998/04/04 15:43  
 SAMPLE ID 03 - 10  
 CALIB Y = 1.0911X + 0.0765

NAME	%	TIME	AREA
A1A	0.6	0.43	13.70
A1B	0.5	0.57	12.19
F	0.4	0.89	9.21
LA1C+	1.6	0.99	36.68
SA1C	5.4	1.23	109.65
A0	92.0	1.69	2084.81

TOTAL AREA 2266.24  
 SA1C 5.4 TOTAL A1 6.5



## b) Elektroforetické

ELFO (elektroforéza)

IEF (izoelektrická fokusace)

CE a HPCE (kapilární elektroforéza)

## c) Imunoanalytické

**IT** (imunoturbidimetrie)

**TINIA** (Turbidimetric Inhibition Immunoassay)  
(Imunoinhibiční turbidimetrie)

**IN** (imunonefelometrie)