



Měření glykémie v praxi

SMBG (self-monitoring of blood glucose)

Test ze vzorku moči

Benedict's Test Results



Blue
solution

Green / yellow
ppt

Orange
red ppt

Brick-
red ppt



SMBG (self-monitoring of blood glucose)

Fotometrická metoda



- Fotometrická metoda je založena na chemické reakci mezi glukózou v krvi a látkou obsaženou v reagenční plošce proužku. Výsledkem této chemické reakce je určitá sytost zbarvení plošky. Glukometr potom vysílá světelný paprsek, který se úměrně sytosti zbarvení plošky částečně pohlcuje a částečně odráží. Glukometr posoudí intenzitu odraženého paprsku a dle toho vyhodnotí glykémii.

Accu-chek Active



SMBG (self-monitoring of blood glucose)

Elektrochemická metoda



- Elektrochemická metoda vychází z chemické reakce glukózy na plošce proužku, jejímž výsledkem je vznik volných elektronů. Čím více glukózy v krvi, tím více elektronů. Volné elektrony spojí miniaturní elektrický obvod mezi glukometrem a proužkem. Dle intenzity probíhajícího elektrického proudu glukometr vyhodnotí glykémii.



SMBG (self-monitoring of blood glucose)

Elektrochemická metoda



<http://onedrop.today/>



©pearlsa.com/blog

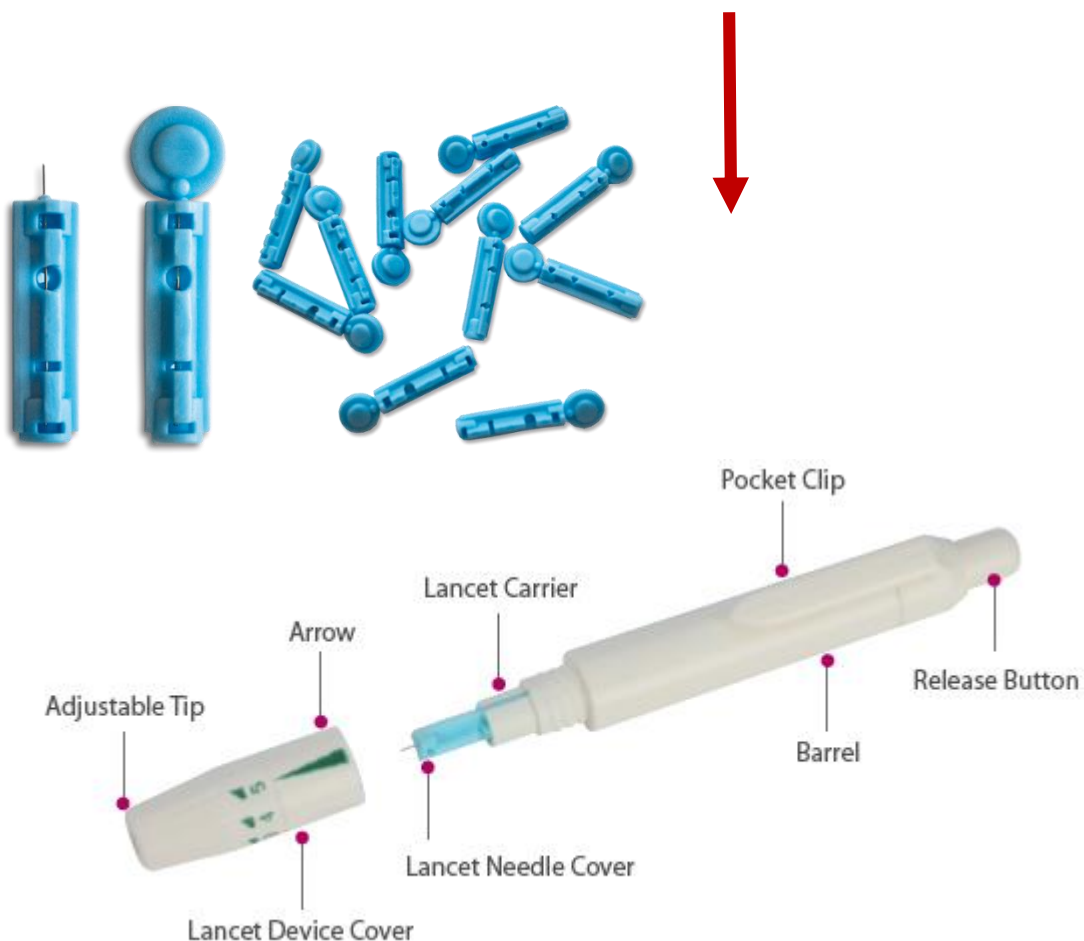
<http://www.mystarsanofi.com/web/products/glucometers/ibgstarrop.today/>

Obvyklý obsah glukometru



Lanzetové pero

Jednorázové lanzety

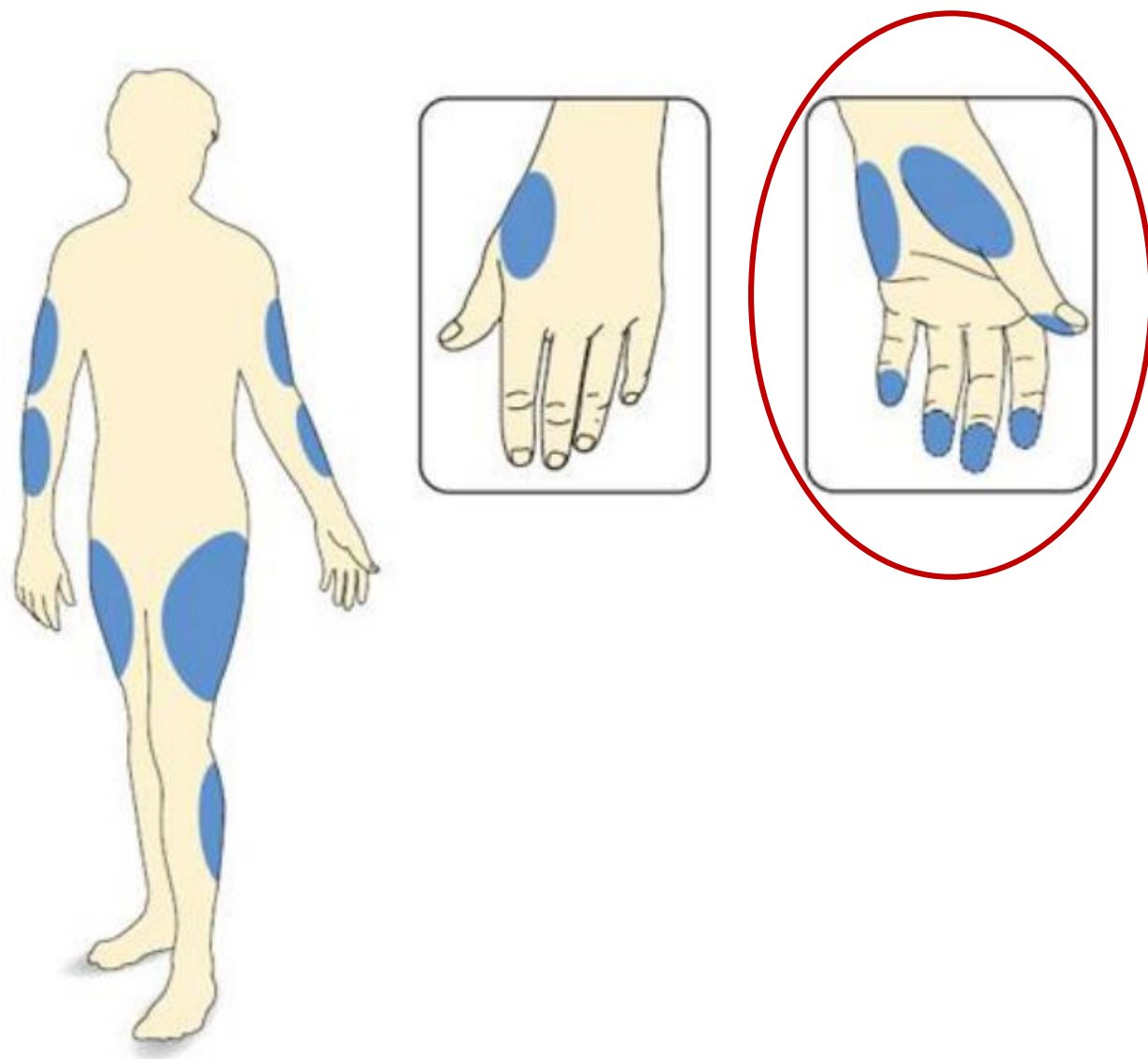


Pero se zásobníkem (většinou 2-6ks)



Místa vpichu

- Paže
- Předloktí
- Lýtko
- Ruka – prsty a dlaně



Důležité parametry

- **Přesnost**

- Systematická chyba - chyba přístroje
- Náhodná chyba – př. vliv prostředí
- Hrubá chyba - kalibrace, hygiena,...

- **Rychlost měření (~3-10 s)**

- Starší modely i v řádech několika minut

- **Požadované množství vzorku krve (0.3 – 1.5 μ l)**

- Při nedostatečném množství naneseného vzorku je strip znehodnocen a nelze ho znovu použít k opakování měření

- **Velikost/Praktičnost**

- Dostatečně malý, ale dobře uchopitelný do ruky – pacient se během dne i v rámci života měří v různém terénu (doma, ve škole, na ulici, v přírodě, na horách, ve sněhu, na pláži,...)

- **Diskrétnost měření**

- Pacient na sebe nechce upozorňovat okolí (zjm. v restauraci, v divadle, na zastávce, atp.)

- **Údržba**

- Neustálá manipulace s krví, použité stripy, lanzety, buničina,...

- **Paměť**

- Limitace počtu ukládaných měření – po dosažení limitu se výsledky přemazávají

- **Další funkce**

- přenos hodnot do jiných zařízení, výpočty, grafy, možnost dalších registrací,...

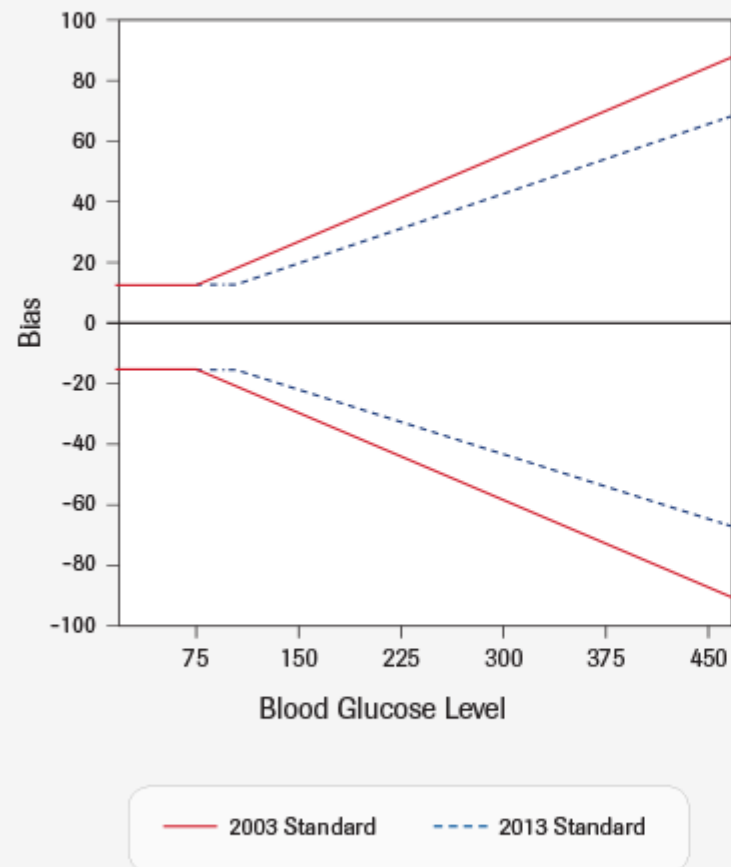
- **„User-friendliness“ (jednoduchost ovládání)**

- Glukometr musí umět ovládat předškolák, teenager, dospělý, senior,... často i zrakově postižený -> různé varianty glukometrů

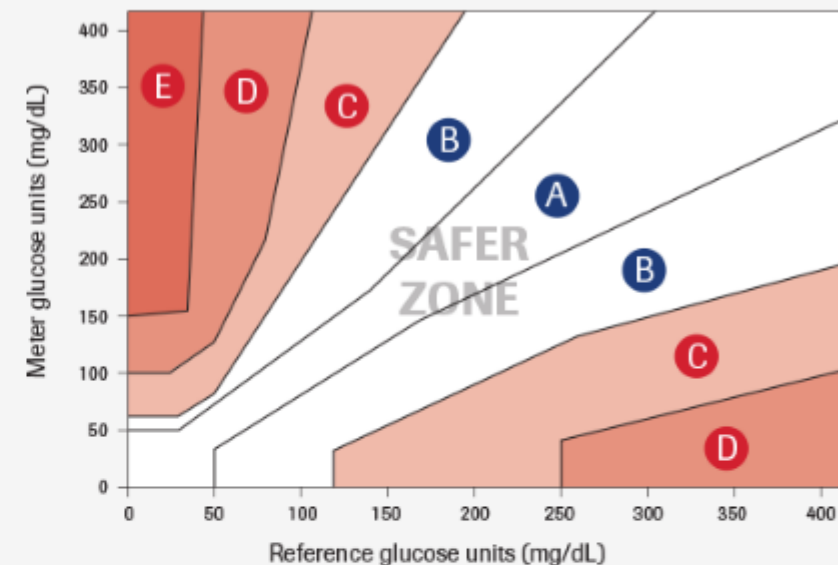
Chyba měření

ISO 15197:2013

95% of meter results must fall within the respective areas indicated below to meet the ISO 15197 standard



Parkes Error Grid



- A** No effect on clinical action
- B** Altered clinical action—little or no effect on clinical outcome
- C** Altered clinical action—likely to affect clinical outcome
- D** Altered clinical action—could have significant medical risk
- E** Altered clinical action—could have dangerous consequences

• povolená celková chyba měření nesmí v 95 % případů překročit:

- $\pm 0,8 \text{ mmol/l}$ při glykemiích $< 5,6 \text{ mmol/l}$ a
- $\pm 15 \%$ v rozsahu glykemií $\geq 5,6 \text{ mmol/l}$

Přesnost



CGM (continuous glucose monitoring)

- Sledování **trendů** – reakce glykémie na různé situace, Alarmy, Predikce hypo/hyperglykémie

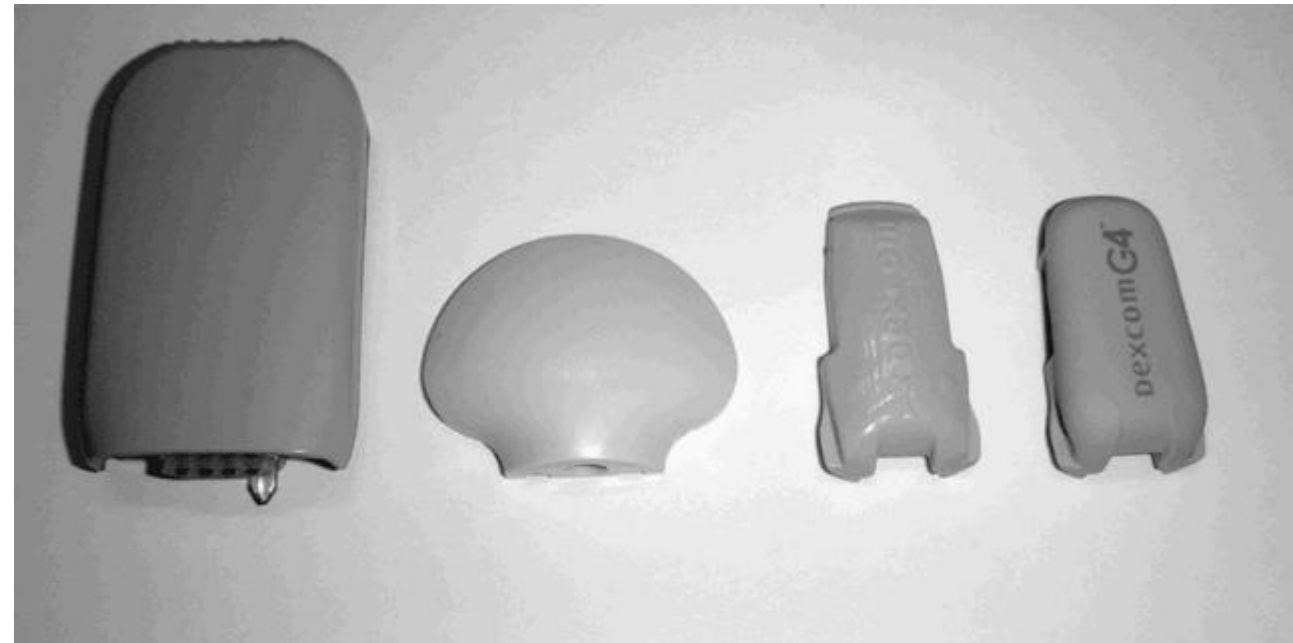
Freestyle Navigator



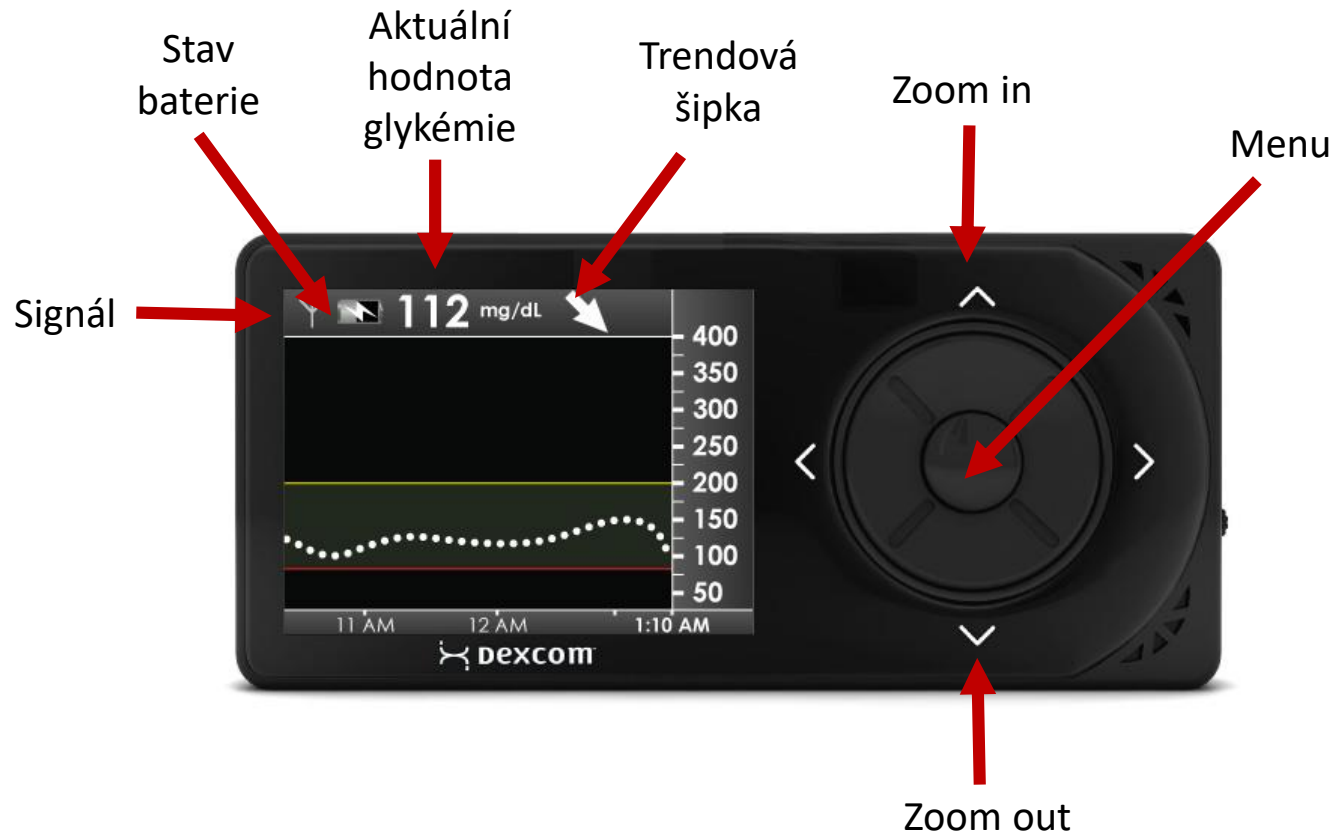
Medtronic Enlite



Dexcom G4 Platinum



CGM (continuous glucose monitoring)



Menu:

- **Graf trendu**
- **Vložení glykémie**
 - Kalibrační hodnota z SMBG
- **Profily**
 - vibrace, slabé, hlasité zvuky,...
- **Události**
 - Sacharidy, inzulin, Pohyb, Zdraví
- **Alarmy**
 - Vysoká BG/Nízká BG/Stoupání/Klesání/Oddálení alarmu

Dexcom G4 Platinum



Medtronic Enlite



CGM – coming up...

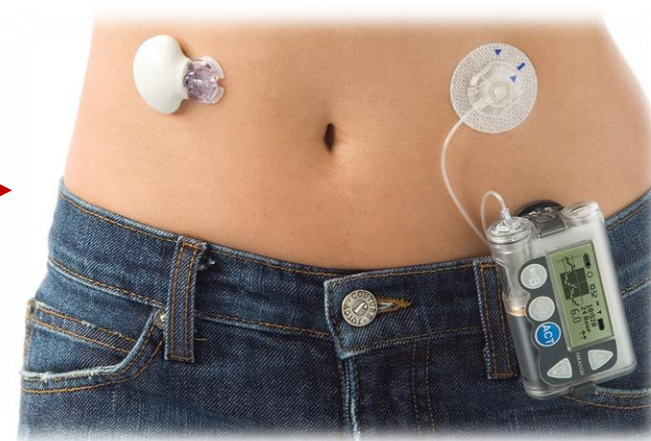
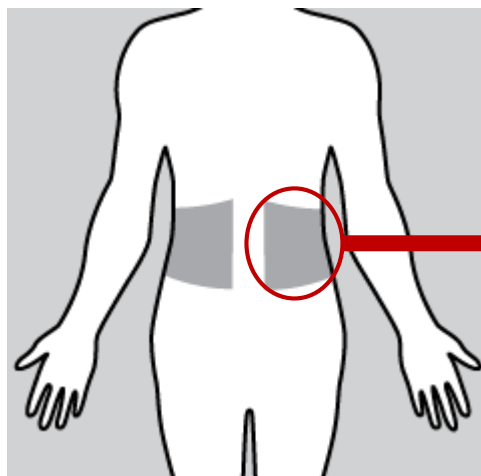
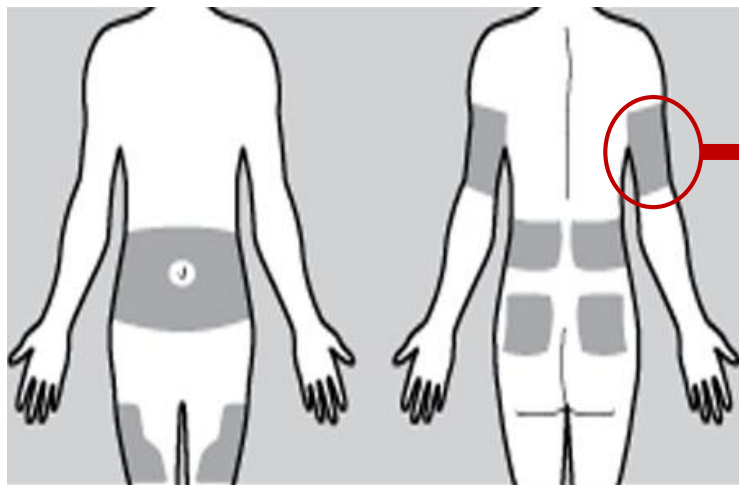
Eversense (Senseonics)



Freestyle libre (Abbott)



Místa vpichu



Důležité parametry

- **Přesnost**

- Metoda (princip) měření, aktuální trend glykémie a hodnota, pohyb, teplota, doba nošení
- Zpoždění hladiny cukru v krvi vs. v intersticiální tekutině (4-10 min)

- **Doba nošení**

- Dexcom G4 – 7 dní
- Medtronic Enlite – 6 dní
- Freestyle Libre – 14 dní
- Eversense – 90 dní

- **Frekvence měření (5-1min intervaly)**

- **Velikost/Praktičnost**

- Transmitter musí být co nejlehčí (náplast se odlepuje, problém s povislou kůží) a nejmenší (aby nepřekážel)

- **Diskrétnost**

- Pacient na sebe nechce upozorňovat (X NEBO opačný přístup -> prvek výstřednosti, výjimečnosti)

- **Údržba**

- Voděodolnost, snadná omyvatelnost

- **Cena**

- Př. dexcom: transmitter 10 000,- (168h), receiver 13 000,-, senzor 1700,- (jednorázový)

- **Paměť**

- Dexcom – transmitter hodnoty rovnou přenáší, neuchovává si je – v případě ztráty signálu data ztracena
- Medtronic – transmitter uchovává hodnoty po čas 40 minut

- **Další funkce**

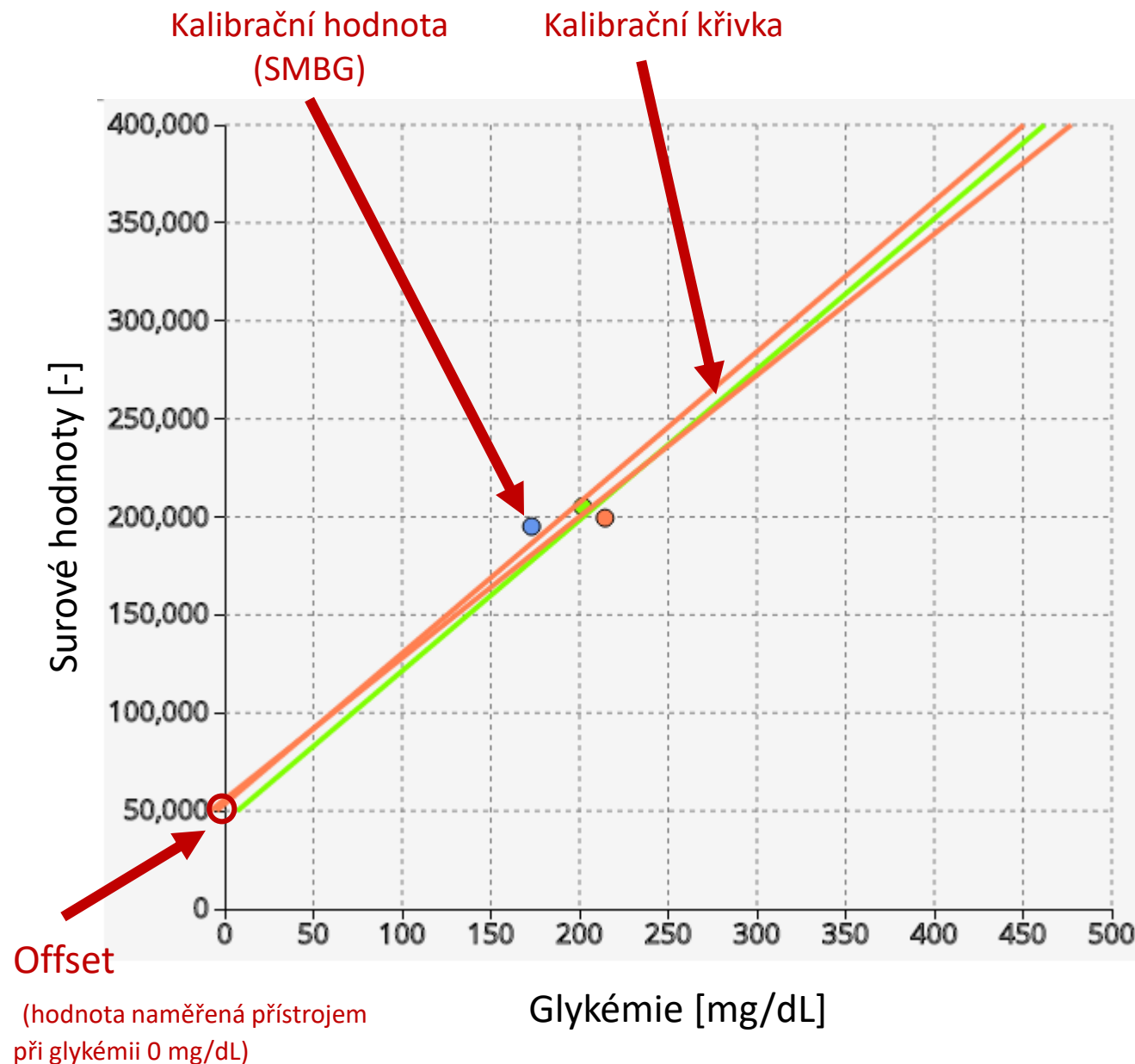
- Přenos hodnot do jiných zařízení, výpočty, grafy, možnost dalších registrací,...
- Alarmy

- **„User-friendliness“**

- Jako glukometry

Kalibrace

- Dexcom, Medtronic: nutná kalibrace min. 2x denně
- Není vhodné kalibrovat v průběhu rychlého poklesu/vzestupu -> glykémie musí být stabilní
- Špatná kalibrace může znamenat velké odchýlení od přesné hodnoty až zcela nesmyslné výsledky
- Kalibrační křivka by měla mít ideálně tvar přímé úměrnosti (reálně vždy nutno počítat s hodnotou offsetu)

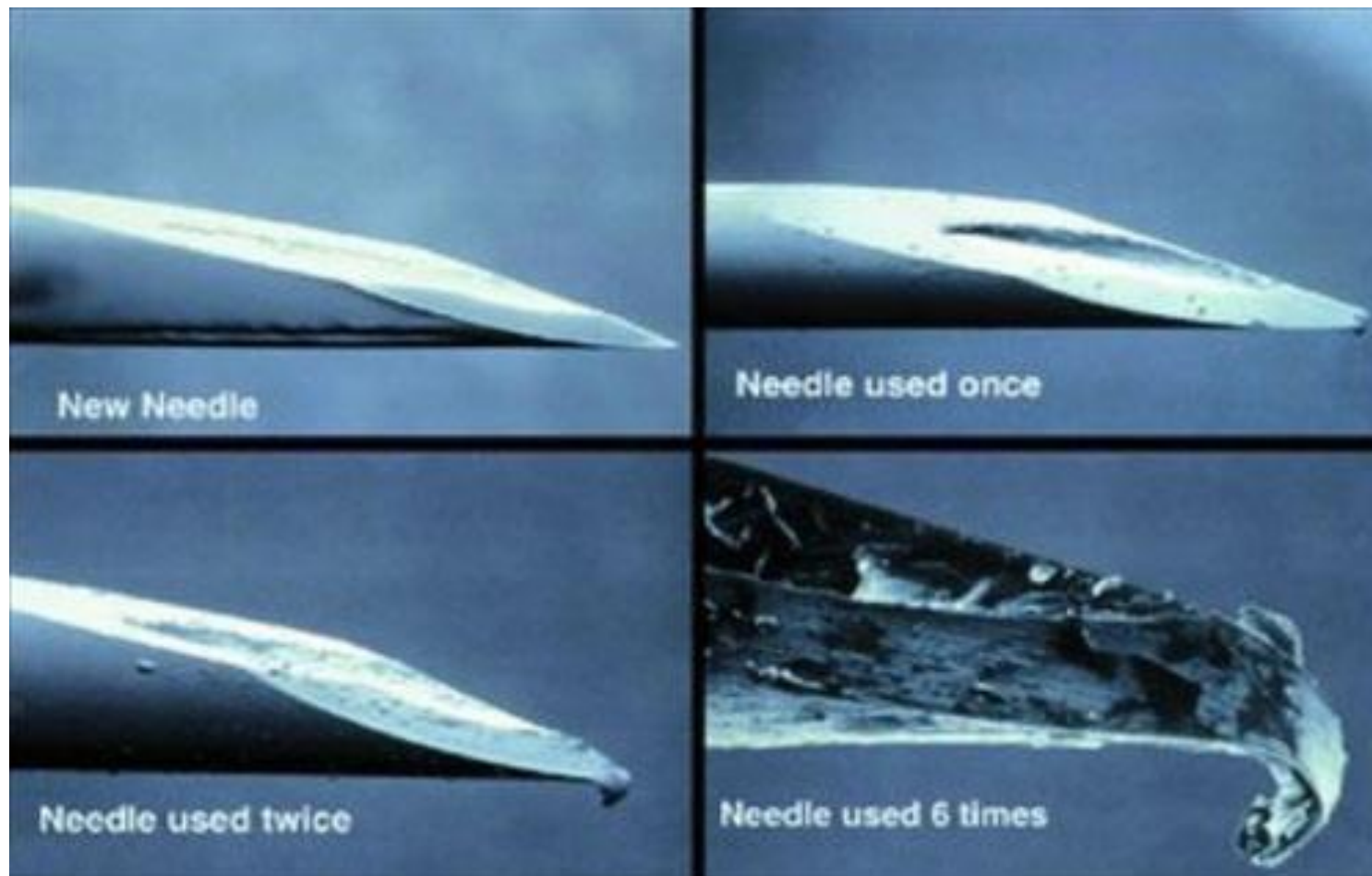


**Komplikace spojené s používáním těchto
technologií...**

Glukometr

- Využití jiné (zdravé) osoby pro uložení pěkných hodnot do glukometru
- Ředění krve vodou pro získání lepších glykemií
- Příliš malý vzorek krve
- Nemytí rukou před měřením, použití nevhodného čistícího přípravku, který ovlivňuje hodnotu měření
- Špatné skladování zařízení (proužků) – teplota
- Používání prošlých proužků
- Nedostatečná výměna jehel (lancet) v peru
- Kontrola stavu nabití glukometru
- Údržba – skoro bych se raději zdržela komentáře 😊

Nízká frekvence výměny jehly v lanzetě

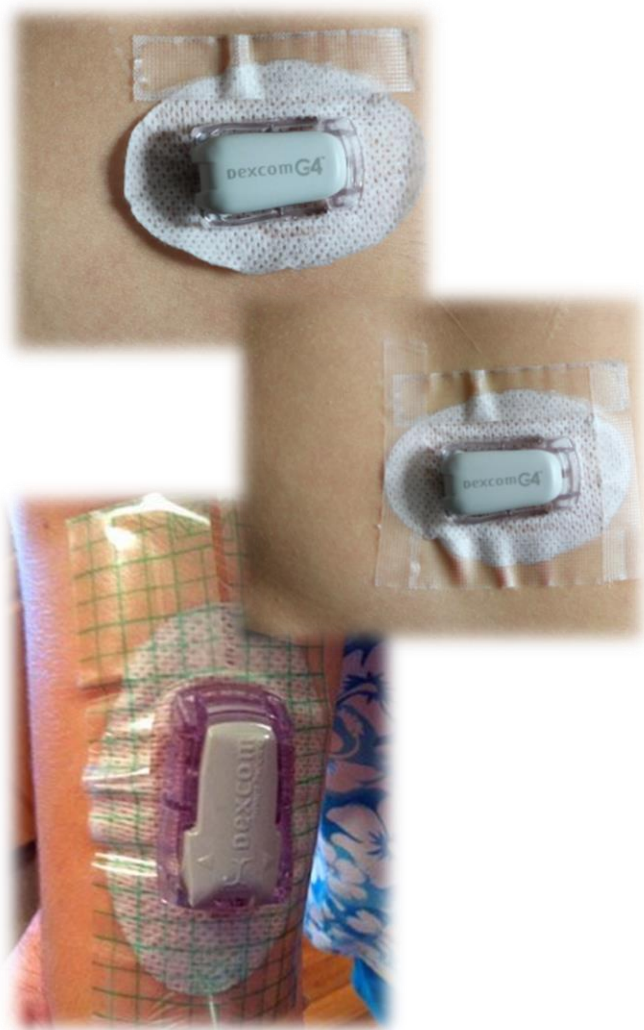


CGM

- Přesnost měření - pacienti věří cgm a neujistí se glukometrem, zda jsou hodnoty validní
- Špatná kalibrace
- kontrola paměti - data se po několika týdnech přemazávají
- používání prošlých senzorů
- skladovací podmínky
- kontrola stavu baterie
- (repasování transmitteru)
- receiver mimo dosah
- Vybíjení baterie
- Překračování délky nošení senzoru
- Nedezinfikování místa vpichu před zavedením senzoru
- Aplikace do špatných míst
- Alergie na náplast, iritace pokožky, infekce,...

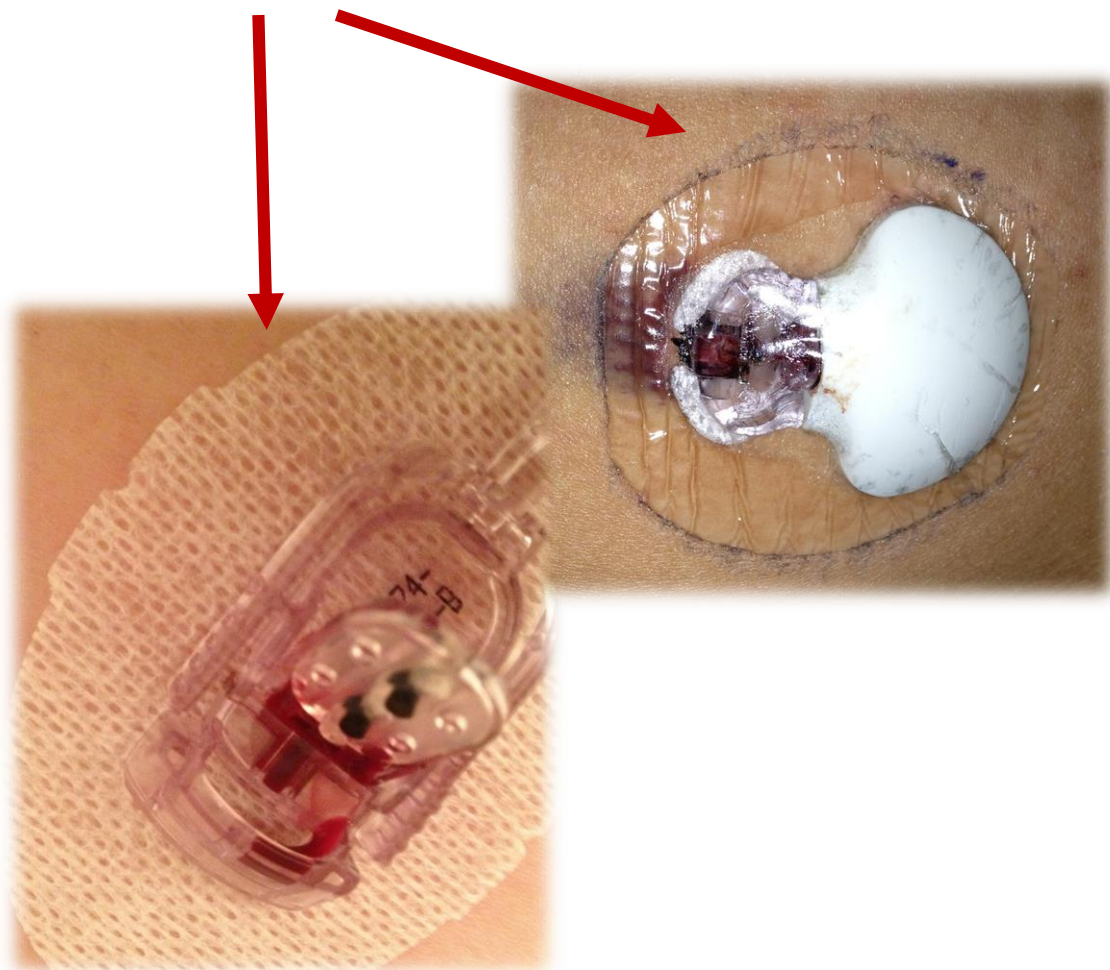
Nošení senzoru s transmitterem

- Náplast se časem odlepuje -> různá řešení pro alternativní přichycení
- Komerčně dostupné nálepky pro děti/teenagery -> nový přístup -> ne diskrétnost ale přednost, nevšednost, výjimečnost!



Zavádění a odstranění senzoru

Špatné zavedení
(krvácení, podlitiny)



Infekce, alergie,
zánět, iritace pokožky



Děkujeme za pozornost!

Literatura

- ŠTECHOVÁ, Kateřina. *Technologie v diabetologii*. Praha: Maxdorf, 2016. Jessenius. ISBN 978-80-7345-479-1
- RUŠAVÝ, Zdeněk (ed.). *Technologie v diabetologii 2010*. 1. vyd. Praha: Galén, c2010. ISBN 978-80-7262-689-2
- CGM:
 - <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/manage-monitoring-diabetes/continuous-glucose-monitoring>
 - <http://www.diabetesselfmanagement.com/managing-diabetes/blood-glucose-management/continuous-glucose-monitoring/>
- Přesnost glukometrů:
 - <http://ulbld.lf1.cuni.cz/file/1052/norma-15197.pdf>
 - <https://sites.accu-chek.com/microsites/accuracy/healthcare-professionals.html>
 - <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2013/06/04.pdf>