

Měření glykémie v praxi

Anna Holubová

holubann@gmail.com

Centrum podpory aplikačních výstupů a spin-off firem 1. LF UK

Moderní technologie v diabetologii
Zimní semestr 2017/18

UGT (Urine Glucose Test)

Test ze vzorku moči

Benediktova zkouška

(CuSO₄ a citrát sodný v alkal. prostředí)



Barva	% glukózy
Modrá	0%
Zelená	0.5 - 1%
Žlutá	1 - 2 %
Červená	2 % a více

Testovací proužky (např. Diaphan)

- glukóza, ketolátky
- fyziolog. renální práh pro glukózu ≈ 10 mmol/l



SMBG (self-monitoring of blood glucose)

Fotometrická metoda



+ orientační kontrola glykémie
(vybití glukometru, nezdařené
změření, málo krve,...)

- 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.

SMBG (self-monitoring of blood glucose)

Elektrochemická metoda



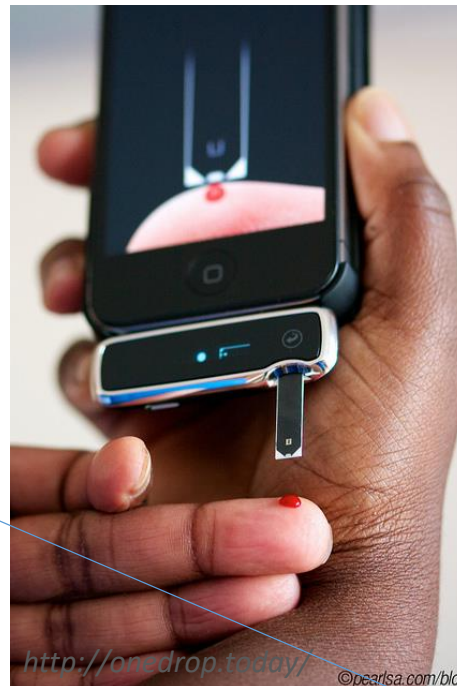
- Elektrochemická metoda vychází z chemické reakce glukózy na plošce proužku, jejímž výsledkem je vznik volných elektronů. Čím více glukózy v krvi, tím více elektronů. Volné elektrony spojí miniaturní elektrický obvod mezi glukometrem a proužkem. Dle intenzity probíhajícího elektrického proudu glukometr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



SMBG - trendy

Elektrochemická metoda

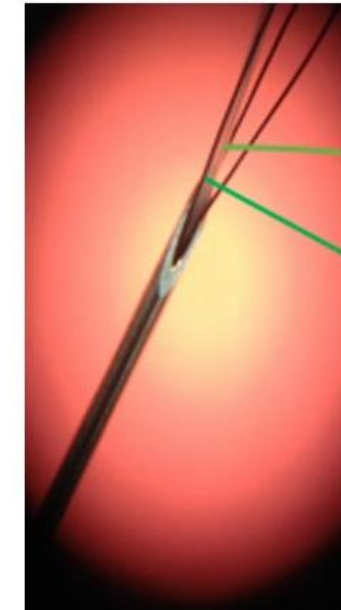
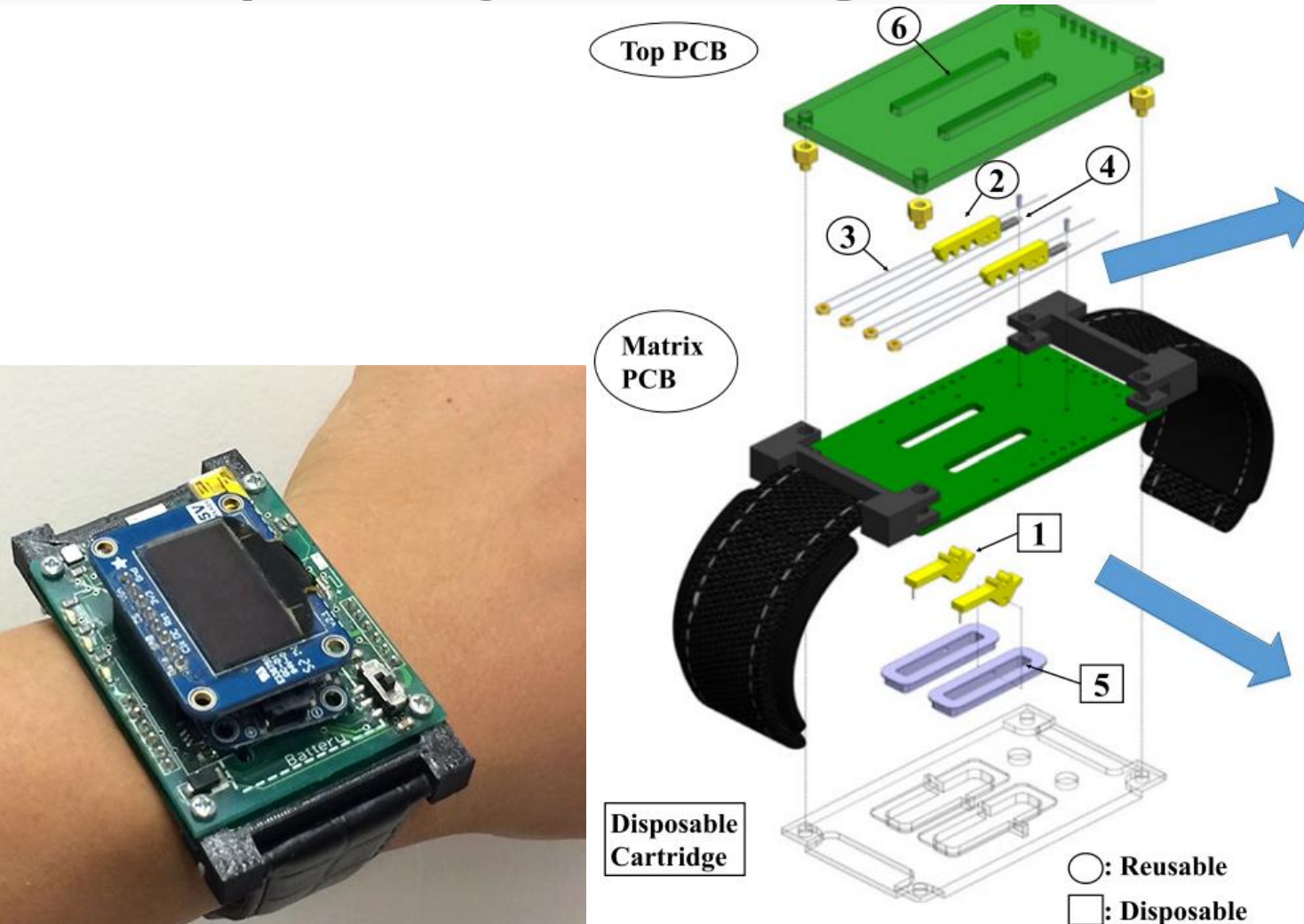
- miniaturizace
- praktičnost
- design
- výdrž baterie
- automatizace (přenos a zpracování dat)



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

SMBG – trendy - minimální invazivita

The e-Mosquito bites you to monitor glucose levels



Three Electrodes in a 26g needle suspended by CCM fiber

Min Wall .001"



No Blood

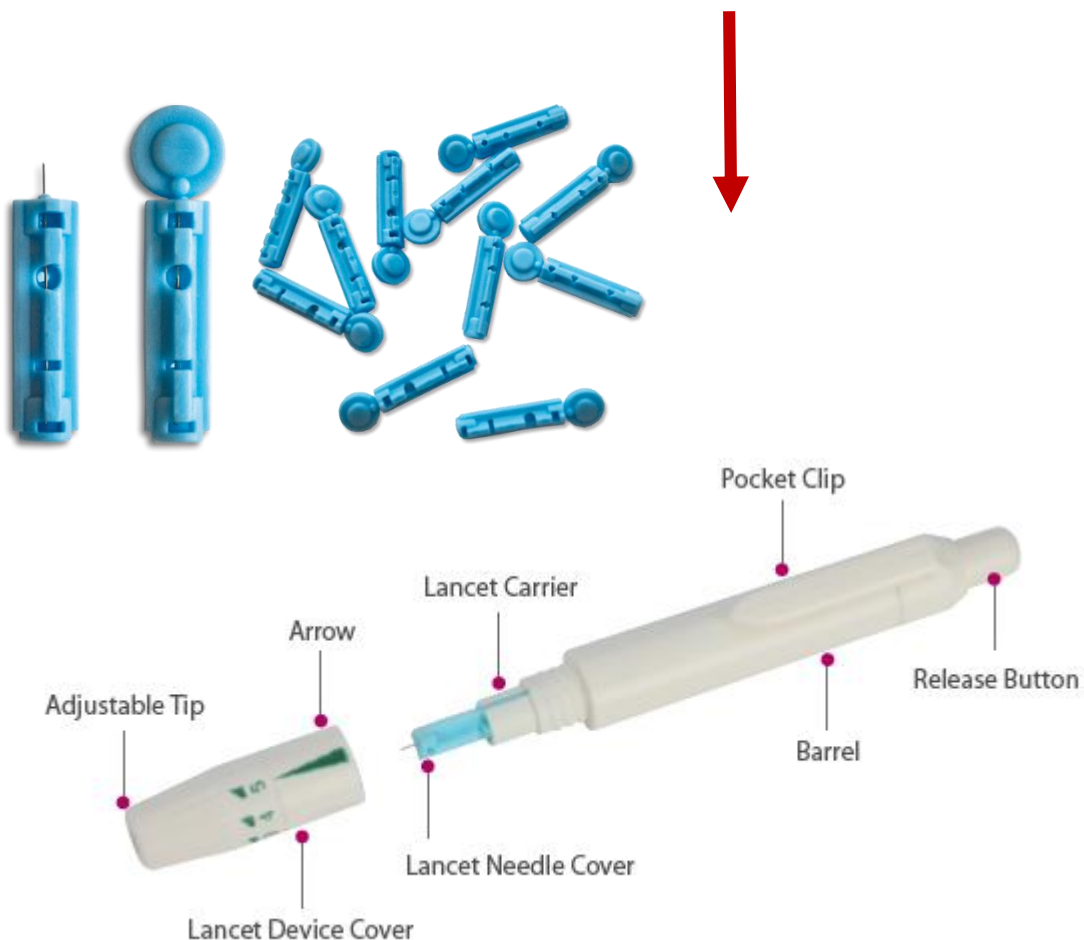


Obvyklý obsah glukometru



Lanzetové pero

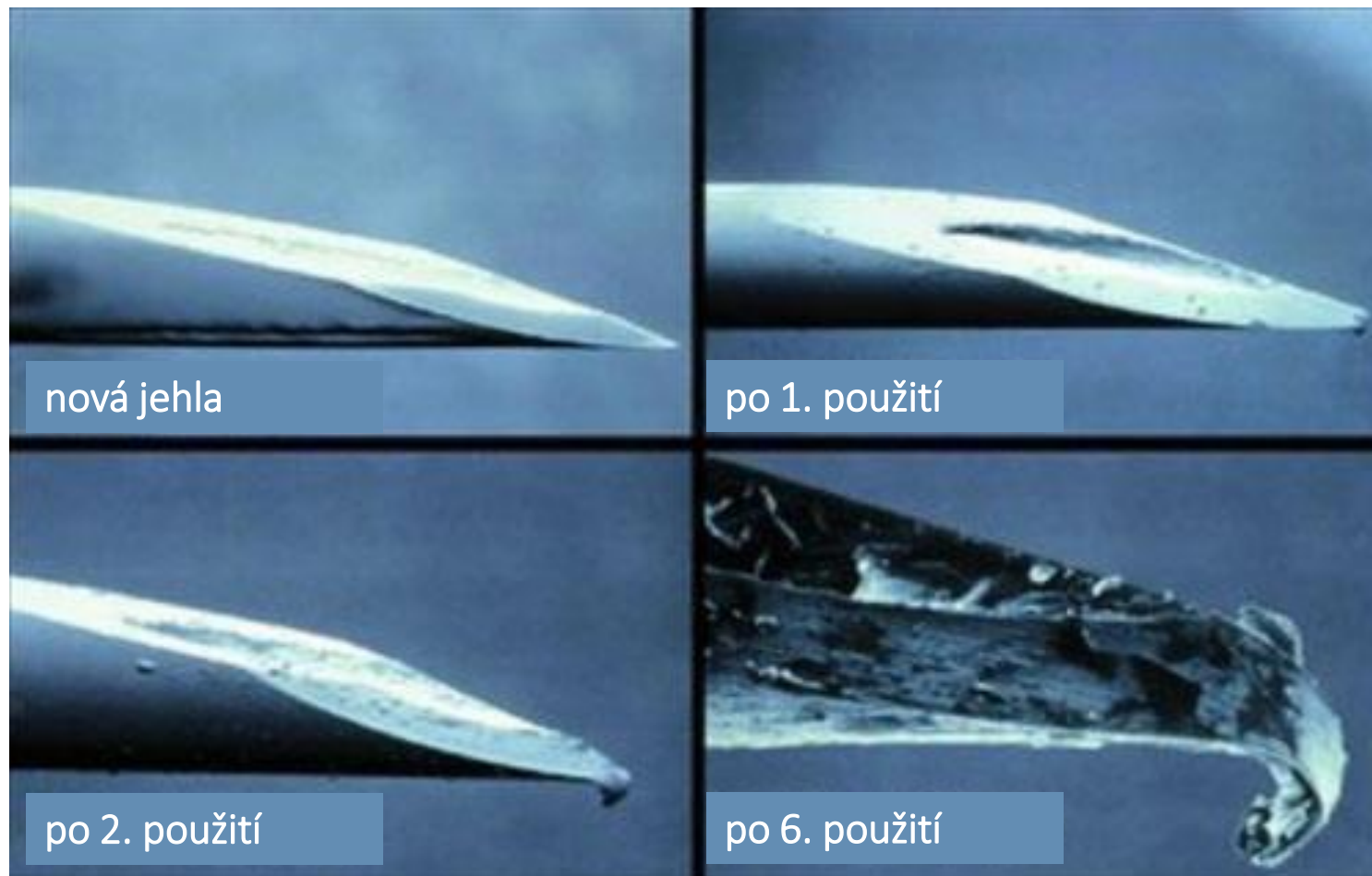
Jednorázové lanzety



Pero se zásobníkem (většinou 2-6ks)

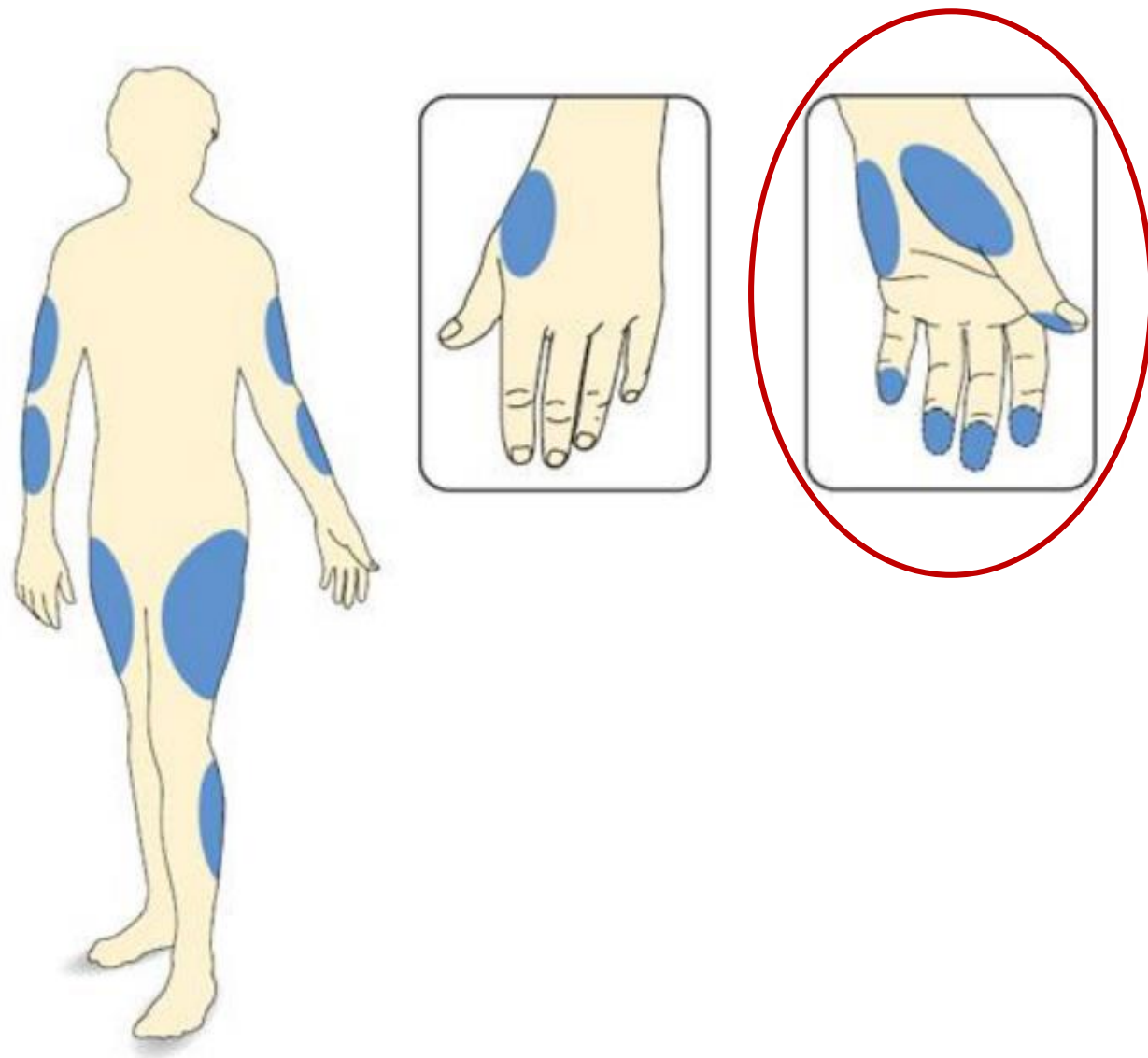


Nízká frekvence výměny jehly v lanzetě



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 µl)

- 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

Přesnost



CGM (continuous glucose monitoring)

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

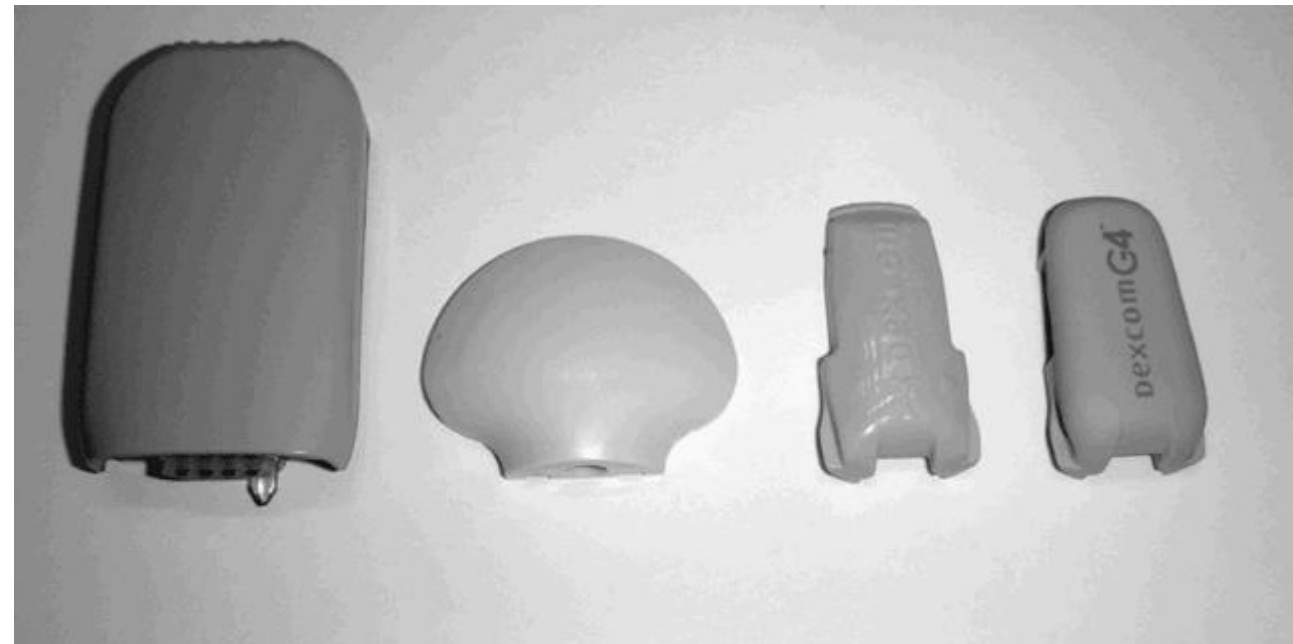
Freestyle Navigator



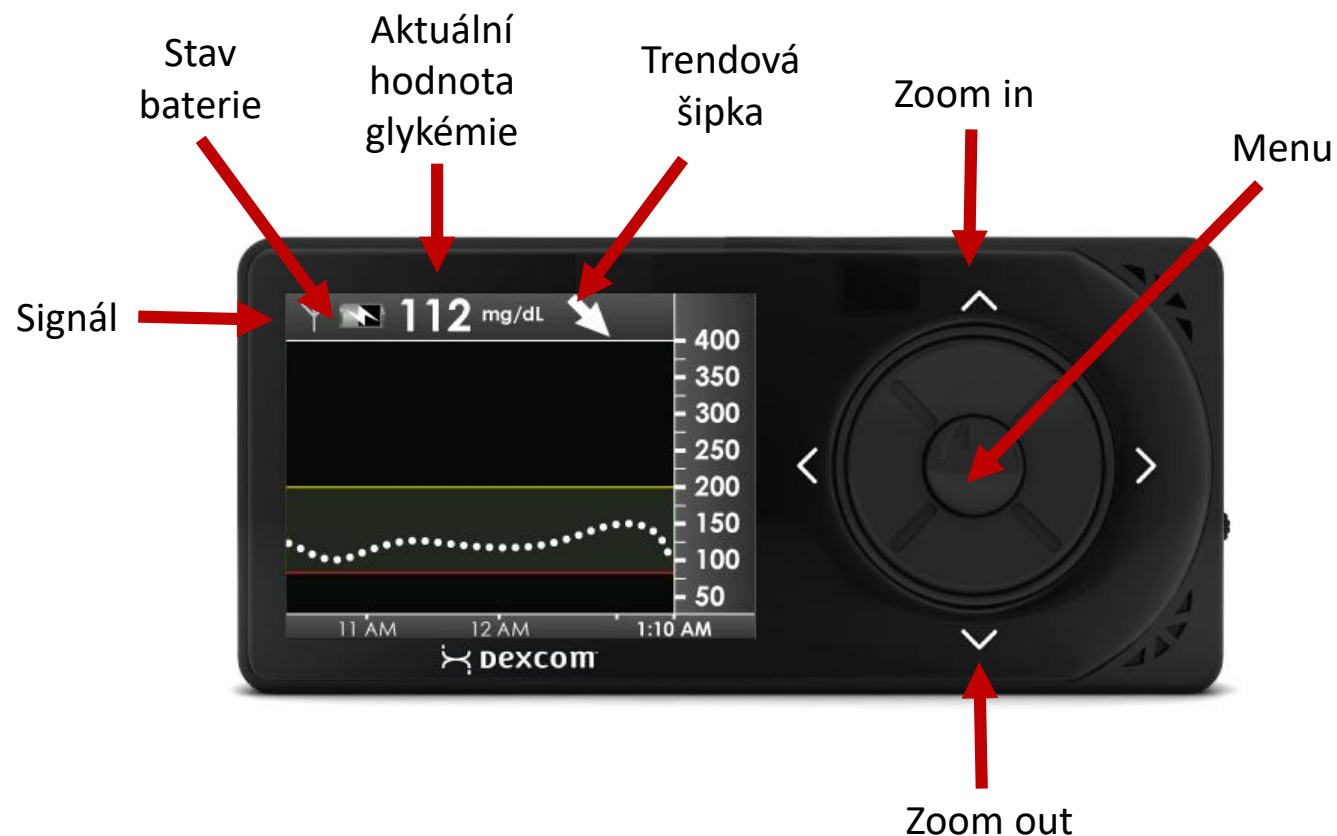
Medtronic Enlite



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)



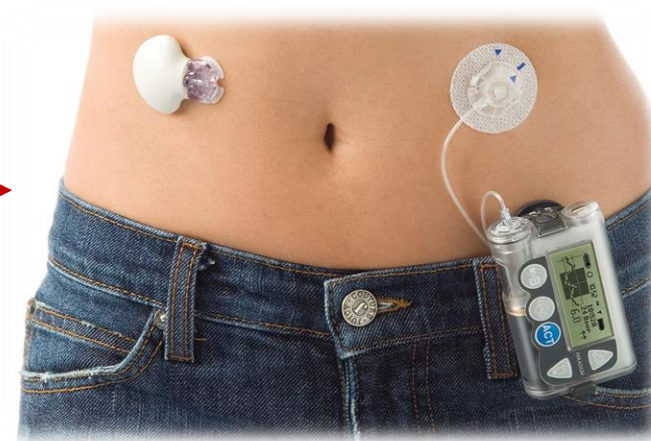
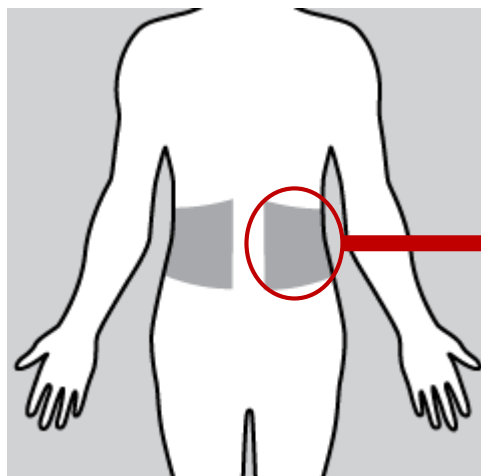
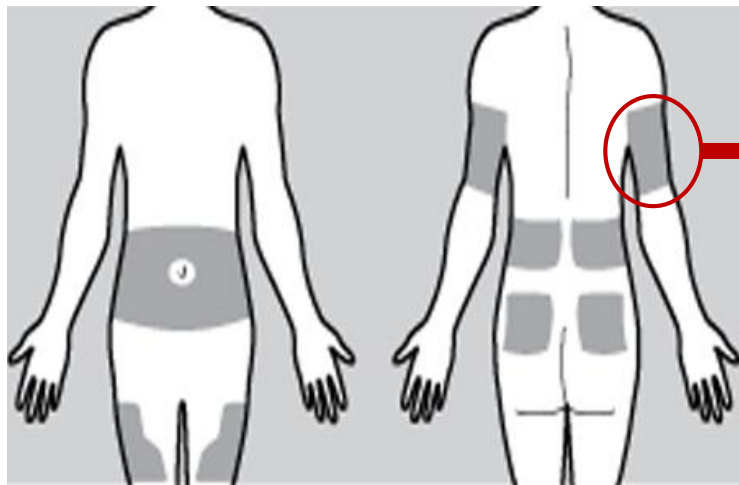
Flash glucose monitoring



- průběh glykemické křivky spolu s aktuální hodnotou a trendovou šipkou po načtení přes NFC čtečku
- nekalibruje se
- výdrž 14 dní
- neobsahuje alarmy



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 (reálně 2-3 týdny)
- Medtronic Enlite – 6 dní (reálně 1-2 týdny)
- Freestyle Libre – 14 dní (nelze prodloužit)
- Eversense – 90 dní (nelze prodloužit)

- **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 5 000,- (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**

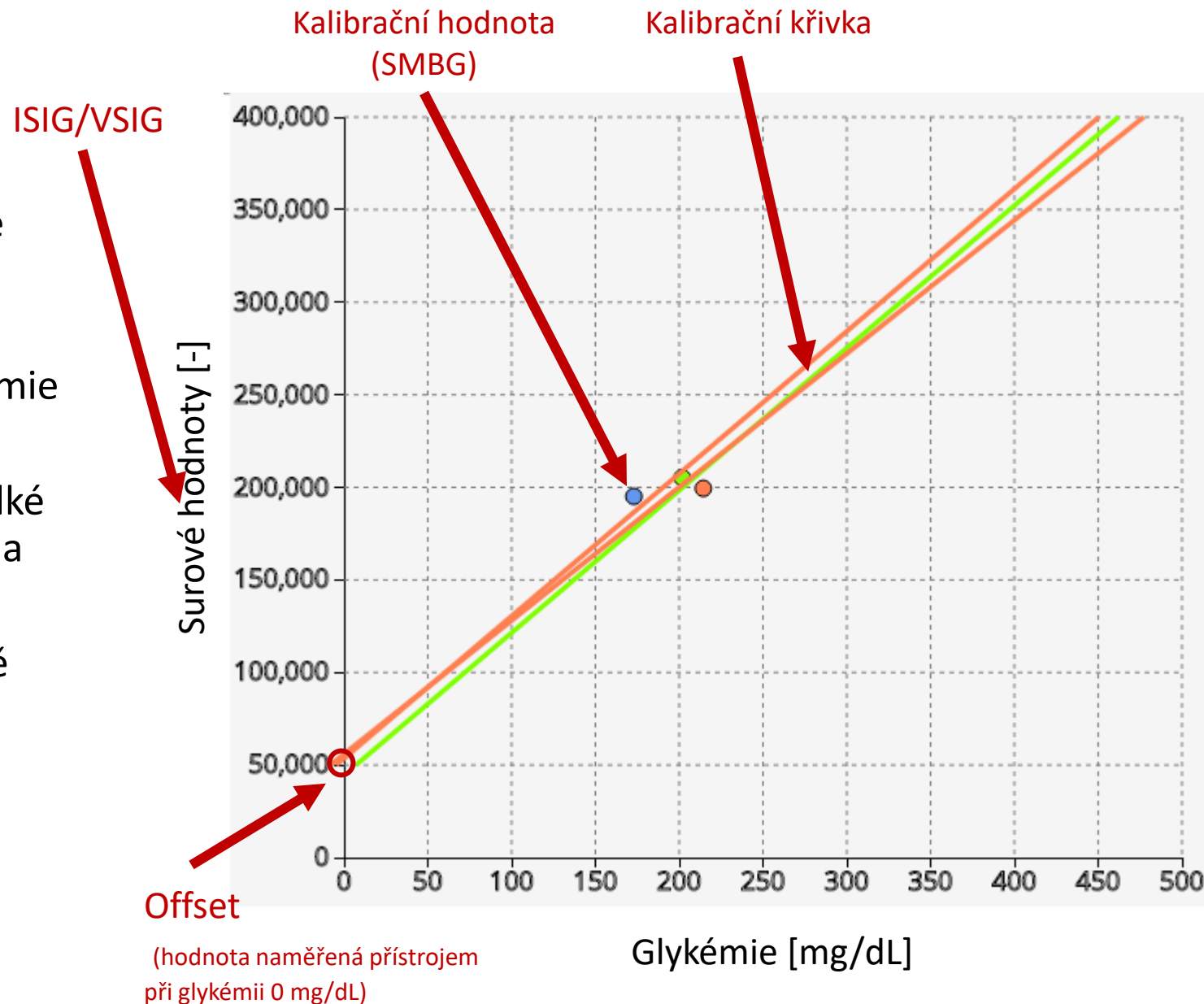
- Přenos hodnot do jiných zařízení, výpočty, grafy, možnost dalších registrací,...
- Alarmy

- **„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 (lanzet) v peru
- Kontrola stavu nabití glukometru
- Údržba😊

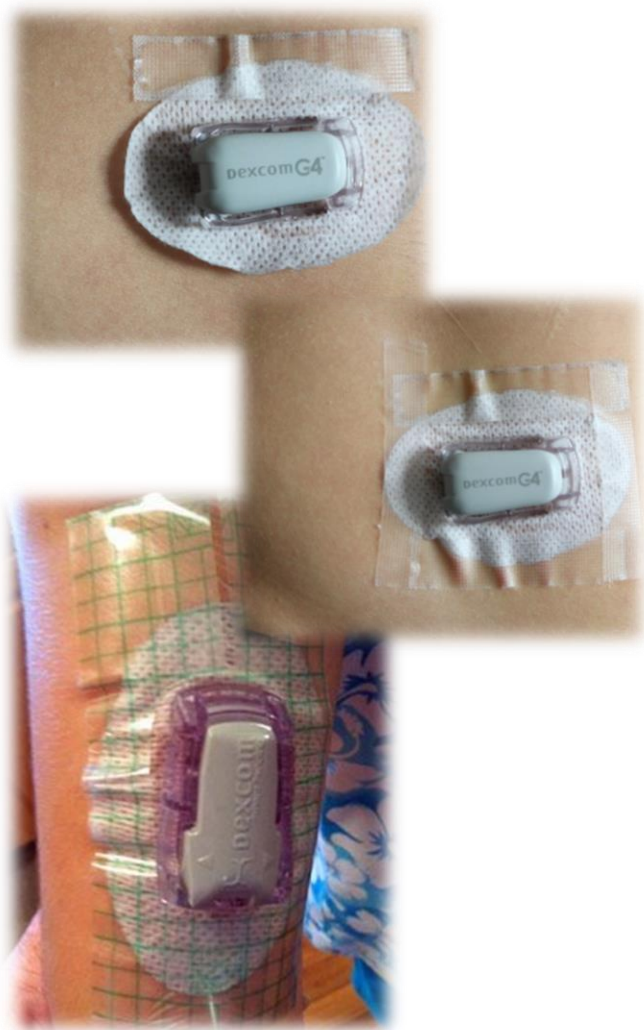
CGM

- 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, překračování délky nošení senzoru
- skladovací podmínky
- kontrola stavu baterie a její vybíjení
- (repasování transmitteru) 
- receiver mimo dosah -> ztráta dat
- Nedezinfikování místa vpichu před zavedením senzoru
- Aplikace do špatných míst
- Alergie na náplast, iritace pokožky, infekce,...



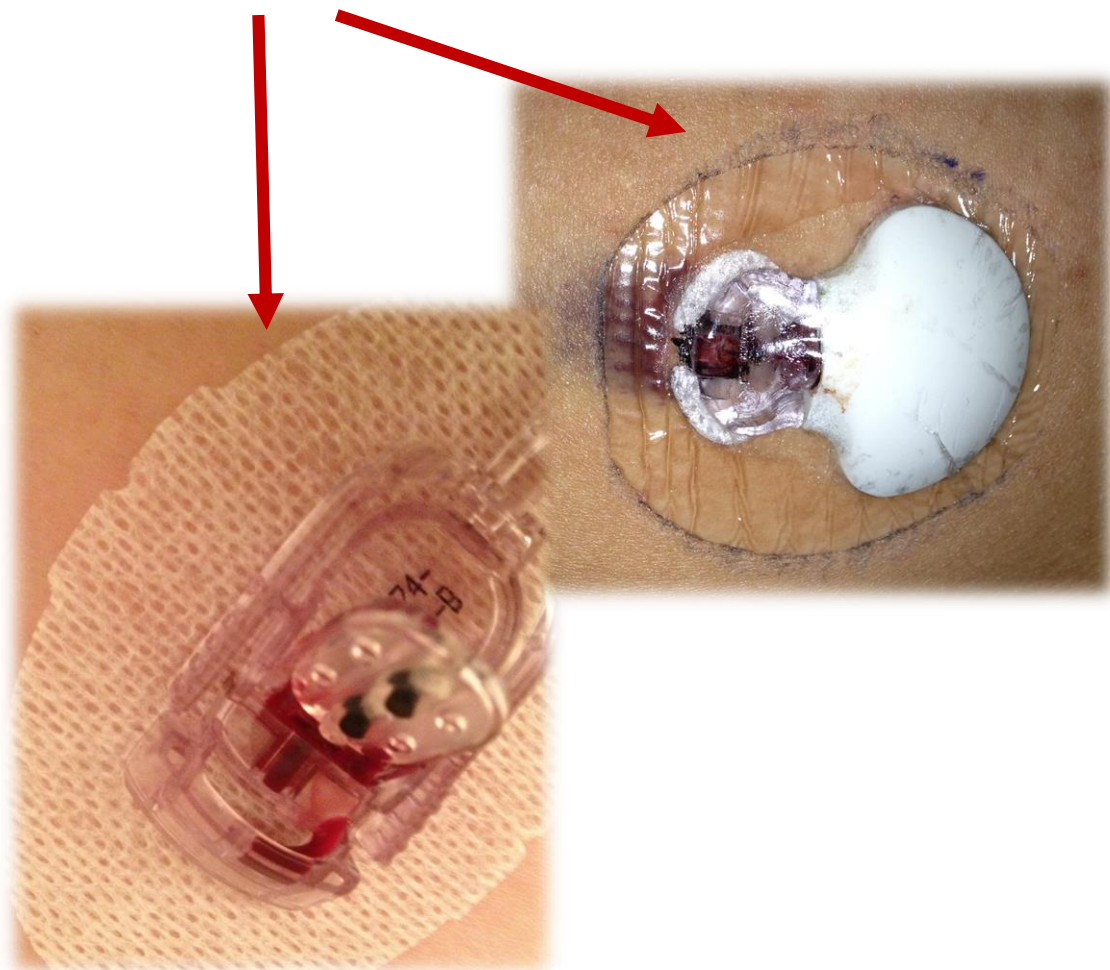
Nošení senzoru s transmitterem

- 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



Děkuji za pozornost!

Anna Holubová

holubann@gmail.com

Centrum podpory aplikačních výstupů a spin-off firem 1. LF UK

Moderní technologie v diabetologii
Zimní semestr 2017/18

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>