

# Neinvazivní měření glykémie

První snaha o zjištění hladiny glykémie neinvazivní metodou je analýza moči. To je však pouze orientační metoda, a je zapotřebí zjistit velmi přesné hodnoty, zvláště pro pacienty s DM1. Přesto i dnes tato metoda analýzy může napomoci při podezření na Diabetes mellitus či poruchu glukózové tolerance.

Snahou při neinvazivním měření glykémie je v ideálním případě CGM, přičemž by sám pacient byl informovaný o svých současných hodnotách hladin glukózy bez potřeby odběru kapilární či venózní krve. Jednou z možností je detekce z intersticiální tekutiny, neboť hladina glukózy v krvi koreluje s hladinou glukózy v intersticiální tekutině. V intersticiální tekutině se zobrazí jen o pár minut později. Snaha o neinvazivní monitorování glykémie je v současnosti velická. Avšak metody zatím nejsou dost spolehlivé a často mají velkou odchylku.

## Rozdělení metod

1. **Optické:** NIR Spectroscopy a Ramanova spektroskopie.
2. **Transdermální:** Transport glukózy skrz kůži (ultrazvuk, elektroforéza).

## Near IR Spektroskopie

Spektrum pro měření je infračervené záření, které má vlnovou délku v oblasti 1 000–10 000 nm. Analýza této oblasti spektra přináší důležité informace (včetně typu atomů v molekulách):

- **metoda (NIR) se nachází v oblasti 800–2500 nm,**
- střední oblast (**MIR**) 2500–5000 nm,
- vzdálená oblast (**FIR**) 5000–10000 nm.

Avšak s rostoucí vlnovou délkou klesá energie. Jinými slovy záření s delší vlnovou délkou (MIR a FIR) se nedostanou dostatečně hluboko do kůže a tudíž jsou k analýze nevhodné.

NIR spektrometr se skládá ze zdroje záření, kterým je rozžhavená látka (např. Nernstova tyčinka). Za zdrojem světla bývá umístěn monochromátor. Na něm se vybere vhodná vlnová délka pro detekci. Záření prochází skrze vzorek a dopadá na příslušné detektory. Platí, že vibrační pásy glukózy se nachází v rozmezí 1530–1850 nm v NIR. Na vlnové délce 1536 nm se totiž nachází pás skupiny –OH a –CH, proto je tento pás nejvhodnější. Nevýhodou však je, že měření není úplně přesné.

Jednou z možných NIR metod je *pulzní glukometrie*, která vychází z měření propustnosti záření ve spektru v rozsahu od 900 nm do 1700 nm. Měříme zde pouze spektrum pulzující krve a množství glukózy v ní.

Další možností je *měření zeslabené úplné reflektance*. Při tomto měření se využívá optický hranol. Ten má na vnitřních stěnách odrazové plochy a v nich je znásobován odražený paprsek od měřeného vzorku. Ten je zaslán do snímacího zařízení a následně analyzován.

Další možností měření glukózy je *difúzní reflektance*. Zde jde o zachytávání odražené části záření pomocí rozděleného optického vlákna.

## Ramanova spektroskopie

Tato metoda vychází z užití rozptylu monochromatického světla při interakci s hmotou. Každý atom nebo molekula má své specifické vlastnosti při dopadu záření. Může dané záření pohltit (absorpce) nebo energii emitovat ve formě záření (emise) či oboje (fluorescence). Každá chemická látka má specifické vlastnosti pro absorbované nebo emitované spektrum záření. Platí, že dané spektrum není spojitě a je možné ho detekovat, z toho lze získat informace o daných atomech a molekulách. Neexistují dvě chemicky odlišné látky mající stejné absorpční nebo emisní spektrum.

V tomto případě se jedná o to, že glukóza jako molekulární struktura po interakci se zářením vydává specifické vibrační pásy, které se dají detekovat – dobře a selektivně. Paprsek světla zde excituje elektron, ten po návratu uvolní foton. Toto rozptýlené světlo má jinou vlnovou délku než to, které na něj dopadlo. To je umožněno kvůli vzniklým vibracím molekul glukózy.

Dále by se dalo říci, že Ramanova spektroskopie je vlastně doplňkovou metodou k infračervené spektroskopii, avšak je selektivnější. Tato technologie může být využita při měření koncentrace glukózy v komorové vodě oka. Nevýhodou však je, že by zde byla nutná dlouhá doba pro snímání, aby byl získán kvalitní signál s minimem šumu.

## Transdermální

Hlavním principem je elektroosmóza a pohyb iontů skrz kůži v přítomnosti elektrického pole a následné změření. Viz GlucoWatch Biographer

## Neinvazivní glukometry

### GlucoWatch Biographer

Hodinky vyráběla firma Cygnus od roku 2002 po 4 roky. Poté se s výrobou přestalo, neboť byly moc vysoké náklady na výrobu a problémy s krátkou životností přístroje. Toto zařízení se připínalo jako hodinky. Jeho další velkou nevýhodou bylo, že potřebovalo tři hodiny na zahřátí. Následně mohlo být v provozu až 12 hodin a během této doby zařízení několikrát za hodinu měřilo glykemií. Informace se poté ukládaly, ale byla zde i možnost nastavení zvukového alarmu pro upozornění na hypoglykemií.

Hlavním principem funkce hodinek byla elektroosmóza a pohyb iontů v přítomnosti elektrického pole. Kůže člověka je fyziologicky záporně nabitá, což umožňovalo funkci hodinek. Velmi nízký elektrický proud v hodinkách vytáhl glukózu skrz kůži na povrch, kde následně 2 disky, které byly součástí automatického senzoru, shromáždily glukózu a poslaly k elektrodě, která změřila glykemií. Hodnota se uložila a zobrazila při stisknutí tlačítka.

Nevýhodou tohoto měření byla závislost potu a intersticiálních tekutin na stavu těla pacienta. Například hodnotu měření mohl pacient ovlivnit i jen zvýšeným příjmem tekutin v potravě. Nanesení hodinek zahrnovalo jen omytí zápěstí alkoholem, popř. oholení chlupů kvůli dostatečným kontaktům. Pacienti si bohužel často stěžovali na zrudlou kůži až vznik puchýřů. Doporučovalo se udržovat dané místo pleti čisté a suché, popř. užívat pleťové krémy. V případě, že podráždění trvalo déle než týden, doporučovala se konzultace s lékařem.

### Google Contact Lens

Tento projekt inteligentních čoček začal v lednu 2014 ve spolupráci firem **Google** a farmaceutické firmy **Novartis**. Kompletní zařízení se skládá ze tří částí:

- samotná kontaktní čočka s mikročipem a anténou;
- čtecí zařízení neboli čtečka;
- nástroj s displayem pro zobrazení dat.

Kontaktní čočky by měly být ze stejného materiálu jako běžné čočky a uživatel by neměl při nošení cítit žádnou změnu oproti obyčejným čočkám. Google uvádí, že energie vylepšené čočky bude získávána ze čtečky. Tento systém bude obsahovat technologii NFC (**Near Field Communication**), z toho důvodu nebudou energetické požadavky ze strany čoček. V tomto směru se plánuje maximální miniaturizace techniky, například anténa v čočce bude tenčí než lidský vlas. Uvažuje se o umístění čtečky do brýlí, oblečení (šála, čepice), či šperku (náušnice). Zobrazovacím displayem by mohl být mobilní telefon s chytrou aplikací, notebook, popř. Google Glass. Problematická je však korelace mezi glykemií a koncentrací glukózy v slzách, tedy přesnost a spolehlivost. Nemluvě o nákladech k výrobě. Google o projektu v současnosti nepodává informace.

### GlukoTrack

Jedná se o neinvazivní glukometr izraelské firmy stejného názvu.

Toto zařízení kombinuje data ze tří senzorů

1. **Ultrazvukový** – fyzikální vlastnosti tkáně se změni v závislosti na koncentraci glukózy (rychlost šíření zvuku a stlačitelnost).
2. **Elektromagnetický** – měření změny impedance (odporu).
3. **Tepelný** – v důsledku změny perfuze se mění přenos tepla ve tkáních.

Je určen pro Pacienty s DM2 a pacienty s prediabetem.

- Jedná se jen o monitorovací zařízení.
- Pro samotnou diagnostiku a zahájení případné léčby se zařízení nevyužívá.
- Je určen pro pacienty od 18 let a pro ovládání je velmi jednoduchý.

Skládá se z tzv. hlavní jednotky a připínacího zařízení na ušní lalůček. Analýza proběhne do 30 vteřin a uživatel vidí glykemií na displayi. Hlavní jednotka má přibližně velikost většího mobilního telefonu. Výhodou je, že zařízení mohou využívat až tři uživatelé současně a baterii v hlavní jednotce lze dobíjet. Data se mohou stáhnout pomocí USB a popř. následně analyzovat.

## Odkazy

### Související články

- Diabetes mellitus
- Ultrazvuk
- Diabetes mellitus 1. typu (endokrinologie)
- Elektroforéza
- Diabetes mellitus 2. typu (endokrinologie)
- Spektrofotometr
- Selfmonitoring glykemie

## Zdroj

- VÍTOVÁ, Hana. *Neinvazivní měření glukózy v krvi* [online]. Brno, 2012, dostupné také z <[https://www.vutbr.cz/\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=51236](https://www.vutbr.cz/_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=51236)>.

{{CMUŽÍK, Jan. *Zahraniční projekty, neinvazivní senzory, dual hormon, léčba diabetu, úvod do Wikiskript* [přednáška k předmětu Pokročilé technologie v diabetologii, obor Všeobecné lékařství, 1. lékařská fakulta Univerzita Karlova]. Praha. 2.10.2016. Dostupné také z <<http://www.albertov.cz/wp-content/uploads/2018/03/zahraniční-projekty-neinvazivní.pdf>>.

- 2. Jan Mužík, Pokročilé technologie v diabetologii, Zimní semestr 2016/17 <http://www.albertov.cz/wp-content/uploads/2018/03/Zahraniční-projekty-neinvazivní.pdf>
- 3. Svět androida, Co je NFC a k čemu je dobré ho použít?, 10.5.2016, <https://www.svetandroida.cz/co-je-nfc-k-cemu-je-dobre-ho-pouzit/>
- 4. 100+1 Zahraniční zajímavosti, Jan Miklin, 18. 1. 2014, Chytré kontaktní čočky od Google: V boji proti cukrovce, <https://www.stoplusjednicka.cz/chytre-kontaktni-cocky-od-google-v-boji-proti-cukrovce>
- 5. Václav Roman, 21. století, Chytré kontaktní čočky dokáží změřit hladinu cukru, <https://21stoleti.cz/2015/03/11/chytre-kontaktni-cocky-dokazi-zmerit-hladinu-cukru/>
- 6. PR servis České tiskové kanceláře, <http://www.protext.cz/zprava.php?id=25089>
- 7. 20451 Seneca Meadows Parkway, Germantown, MD 20876-7005, <https://www.eversensedidiabetes.com/products/>,
- 8. K. Peterson, Invazivní a neinvazivní metody kontinuálního monitorování koncentrace glukózy, <http://www.bulletinfons.cz/22009/labo2.pdf>
- 9. GlucoTrack, Non-invasively measure glucose levels in the body, Location Address: 19 Ha'Yahalomim St., Ashdod, ISRAEL <http://www.integrity-app.com/the-glucotrack/>
- 10. Od autorů: Rybka Jaroslav, a kolektiv, Diabetologie pro sestry, nakladatelství GRADA, strana 92
- 11. DiaTribe, Making Sense of Diabetes, Google Secures Patent for Glucose-Sensing Contact Lens, 4/16/15, <https://diatribe.org/google-secures-patent-glucose-sensing-contact-lens>
- 12. GlucoWatch G2 Biographer, [https://www.accessdata.fda.gov/cdrh\\_docs/pdf/P990026S008c.pdf](https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf/P990026S008c.pdf)
- 13. Wikipedie, otevřená encyklopedie, Ramanova spektroskopie, [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ramanova\\_spektroskopie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ramanova_spektroskopie)