

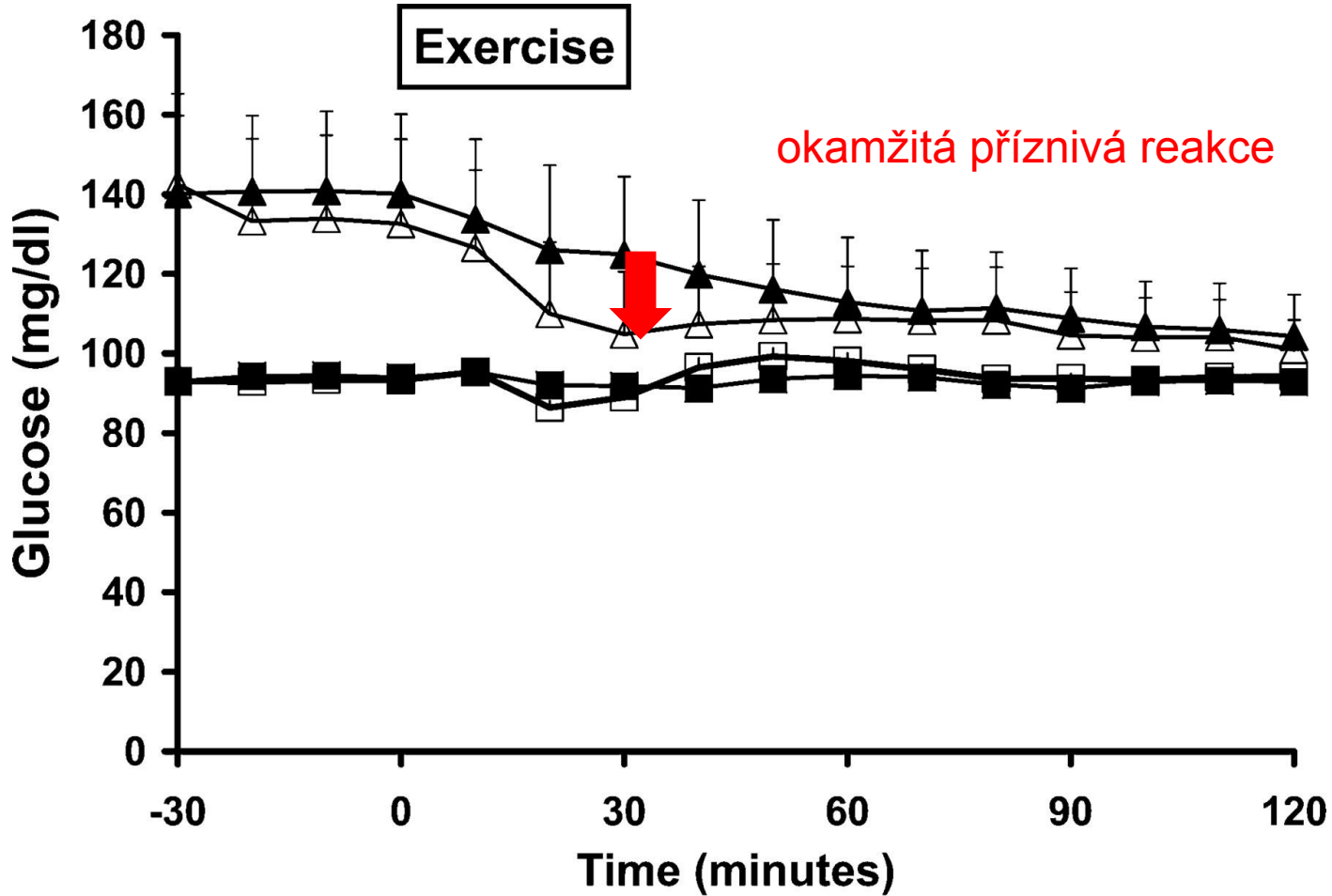
INSULIN  
EXERCISE  
DIET

# DIABETES MELLITUS, CVIČENÍ A SPORT

*Jan Novotný, 2015-2021*

# Glykémie diabetiků II. typu při po 30 min cvičení (cykloergometr, 70%VO<sub>2</sub>peak)

Christ-Roberts et al., 2003



Plasma glucose concentrations during euglycemic, hyperinsulinemic clamps. Plasma glucose levels for control and diabetic subjects are shown during insulin stimulation alone and insulin stimulation with concomitant exercise. Glucose levels were maintained at euglycemia (90-100 mg/dl) by a variable glucose infusion. For diabetic subjects, glucose levels were allowed to fall until within the euglycemic range before variable glucose infusion was begun. Values are means  $\pm$  SE. ■, Control, insulin alone; □, control, insulin + exercise; ▲, diabetic, insulin alone; △, diabetic, insulin + exercise.

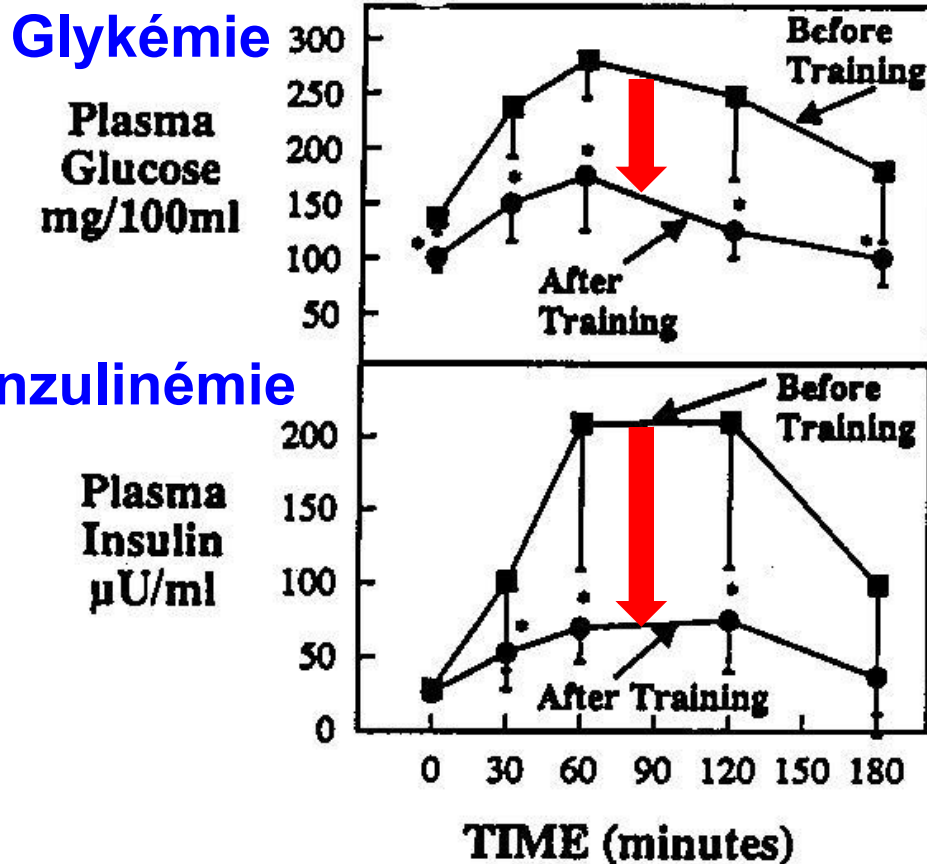
## Orální glukózový test

netrénovaných - ■

a trénovaných - ●

diabetiků II typu

dlouhodobá příznivá adaptace



**Figure 2.7.** Values are means  $\pm$  SE for five patients. Plasma glucose and insulin responses to a 100-g oral glucose load in patients with mild NIDDM before and after 12 months of vigorous aerobic exercise training. The after-training glucose tolerance test was performed ~18 h after the patients' most recent bout of exercise.

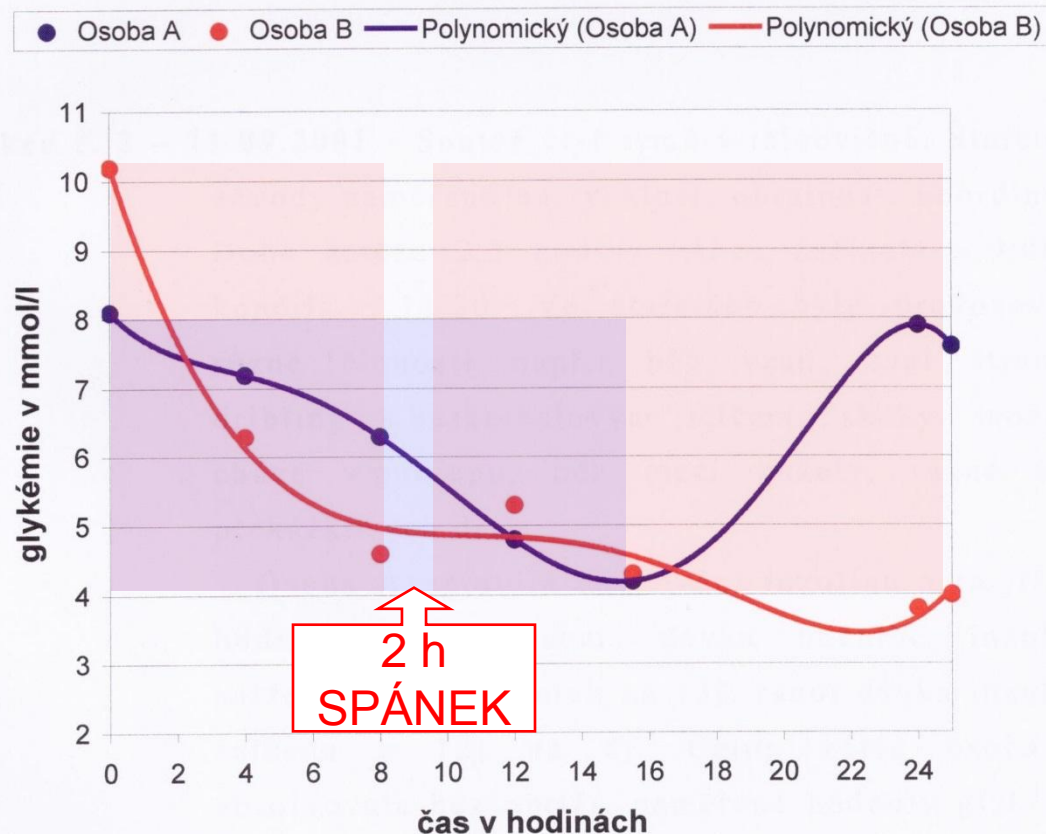
Modified from Holloszy and colleagues (37).

N. Ruderman et al. The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise. American Diabetes Association. Alexandria 1995, 335 pp.

# Cvičení dvou diabetiků I. typu

Výstup na „M.Everest“ (1240 pater)  
 A(trénovaný)/15,5h; B(netrénovaný)/25h  
 Sacharidy (g): 640; 1150  
 RPE: 13-17; 15-19

	<b>A</b> trén.	<b>B</b> netrén.
Věk (r)	24	23
Hmot. (kg)	77	85
Výška (cm)	170	176
BMI (kg.m <sup>-2</sup> )	26,6	27,4
Trvání DM (r)	7	9
HbA <sub>1c</sub> (%)	6,8	11,8
DDI (j)	12-10-12	16-14-14
DDdep.I (j)	16	12



	0	4	8	12	15,5	24	25
<b>Osoba A</b>	8,1	7,2	6,3	4,8	4,2	7,9	7,6
<b>Osoba B</b>	10,2	6,3	4,6	5,3	4,3	3,8	4,0

## Výjezd na kole (25km/2h) v 16-18 h

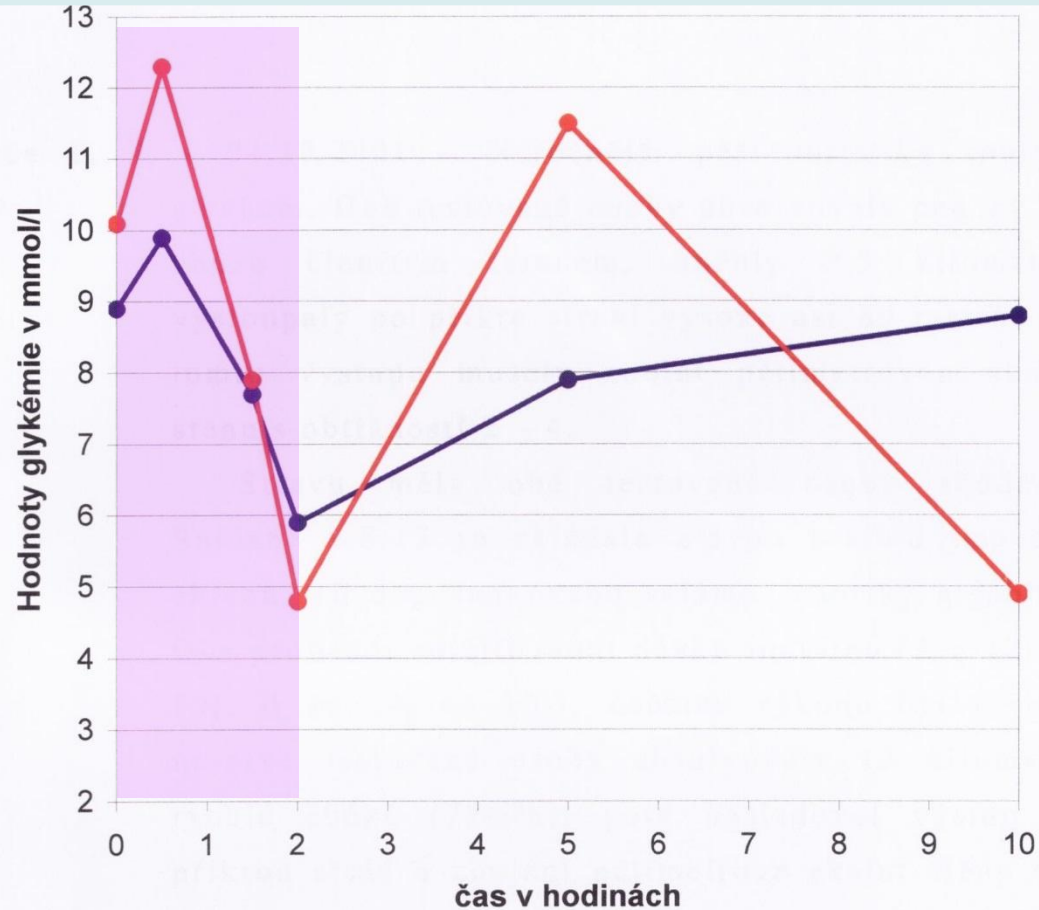
A(trénovaný); B(netrénovaný)

Sacharidy (g): 0, 70

RPE: 17; 19

Tekutiny (l): 1; 0,75

Cvičení dvou  
diabetiků I. typu



	0	0,5	1,5	2	5	10
<b>Osoba A</b>	8,9	9,9	7,7	5,9	7,9	8,8
<b>Osoba B</b>	10,1	12,3	7,9	4,8	11,5	4,9

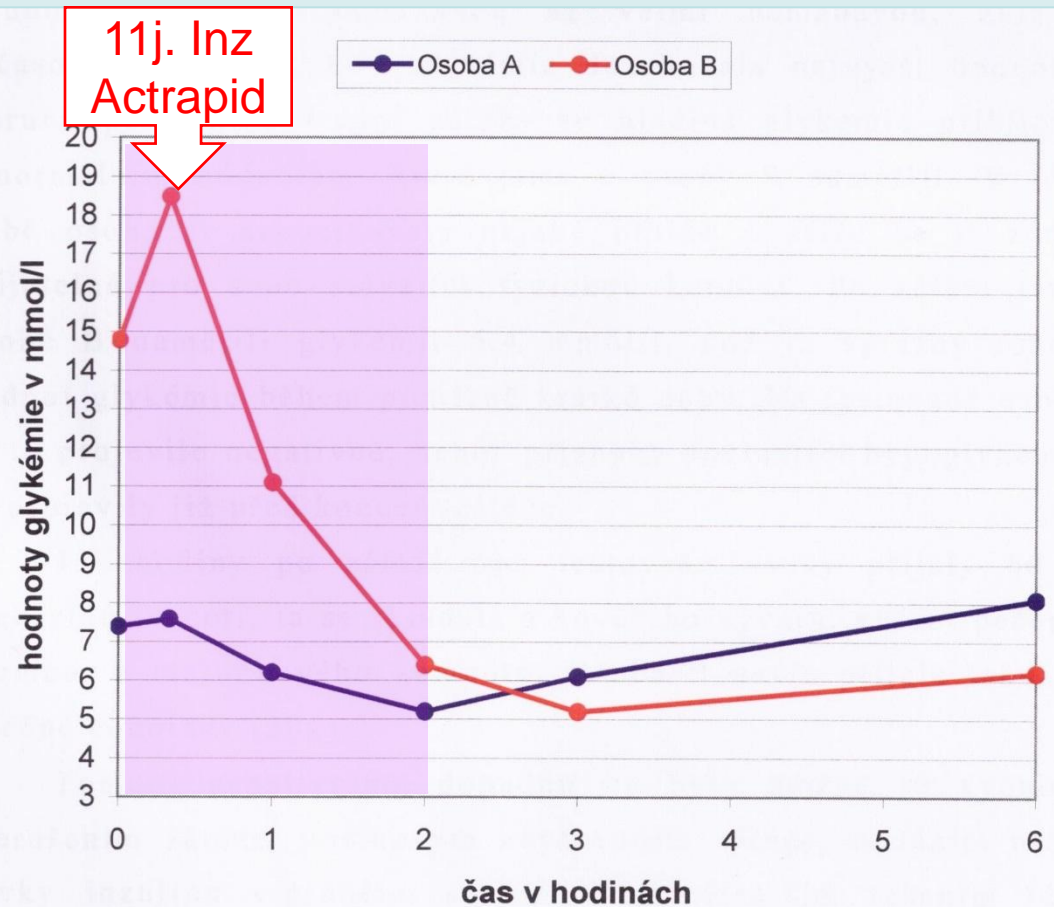
## Kruhový trénink v posilovně (2 h) ve 14:00 h

A(trénovaný); B(netrénovaný)

Snížení dávky Inz před obědem: 10→8; 14→10 j.

RPE: 14; 16

Cvičení dvou  
diabetiků I. typu



	0	0,33	1	2	3	6
<b>Osoba A</b>	7,4	7,6	6,2	5,2	6,1	8,1
<b>Osoba B</b>	14,8	18,5	11,1	6,4	5,2	6,2

# PŘÍZNIVÝ VLIV AEROBNÍHO CVIČENÍ NA DIABETIKY

U dobře léčeného diabetika 1. typu (inzulínem a dietou) správně prováděné cvičení přispívá ke:

- ❑ zlepšení kompenzace onemocnění
  - ↑ počtu inzulínových receptorů a účinnosti inzulínu
    - lepší využití glukózy v buňkách → ↓ glykémie,
    - (případně) ↓ dávek inzulínu
- ❑ zbrždění rozvoje dlouhodobých komplikací, zlepšení lipidového spektra

U mnohých diabetiků 2. typu vhodná aktivita

- ❑ zlepšení kompenzace onemocnění
- ❑ odbourává přebytečné energetické zásoby (obezitu)

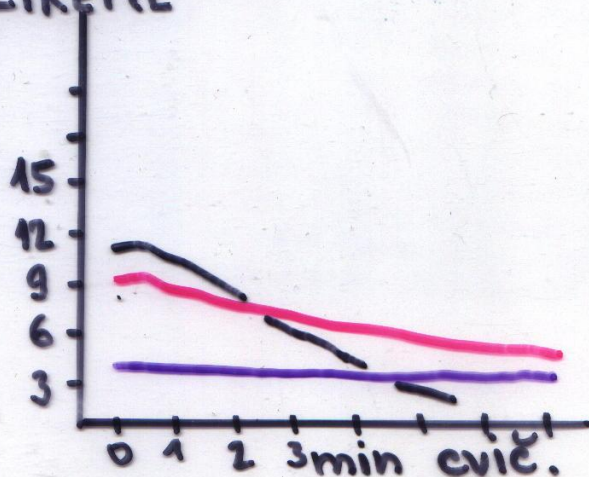
- ❖ zlepšení **funkcí oběhového systému** (→ ↓ srdeční autonomní neuropatie, kardiomyopatie, ischemická choroba srdeční),
- ❖ zlepšení začínajících a mírných poruch **regulace krevního tlaku**,
- ❖ preventivní a léčebný účinek **osteoporózy**,
- ❖ udržení nebo zlepšení fyzické a duševní zdatnosti a výkonnosti, psychosociální situace a **kvality života**.

# AKUTNÍ METABOLICKÁ RIZIKA PŘI CVIČENÍ DIABETIKŮ

## HYPOGLYKEMIE CVIČÍCÍCH DIABETIKŮ



GLYKEMIE



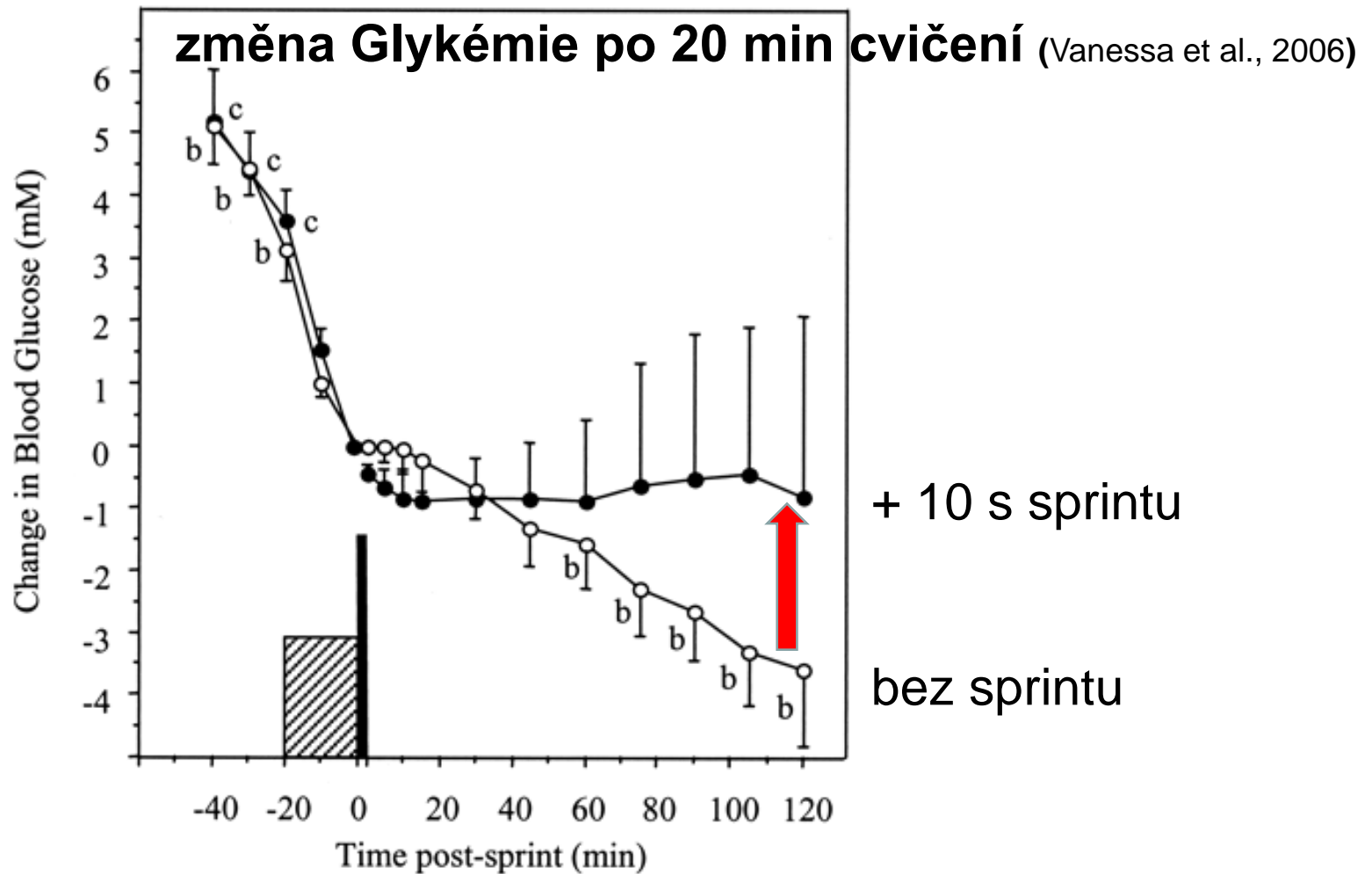
HYPERINZUL  
KOMPENZ. DI  
ZDRAVÍ



## HYPOGLYKÉMIE

- Příčina
  - málo jídla, příliš inzulínu nebo příliš cvičení, aplikace inzulínu v místech s rychlejším uvolňováním do oběhu
- Prevence
  - více jídla před cvičením,
  - menší dávka inzulínu před cvičením
- Příznaky
  - **SUBJEKTIVNÍ**
    - **LEHKÉ (NĚKTEŘÍ JE NEPOCITUJÍ !)** - svědění, pocit sucha v ústech, pocení, hlad, slabost v kolenou, nervozita, strach a pocit napětí, podrážděnost, pocit zimy, nesoustředěnost, bušení srdce.
    - **TĚŽKÉ** – poruchy soustředění, řeči, vidění (dvojité), vrávorání, křeče, únava, malátnost, studený pot, závrať, bolest hlavy a břicha,
  - **OBJEKTIVNÍ:** bledost, třes, agresivita nebo klaun, ospalost, porucha vědomí, ztráta vědomí, měření glykémie glukometrem (<3,5-4,5 mmol/l?)
- Řešení
  - podat sacharidy (sladké oplatky, čokoláda, sladký nápoj, svačina - chleba, rohlík), glukózu
  - případně aplikace glukagonu
  - zavolat RZP, kontrolovat základní životní funkce ...

# AKUTNÍ METABOLICKÁ RIZIKA PŘI CVIČENÍ DIABETIKŮ

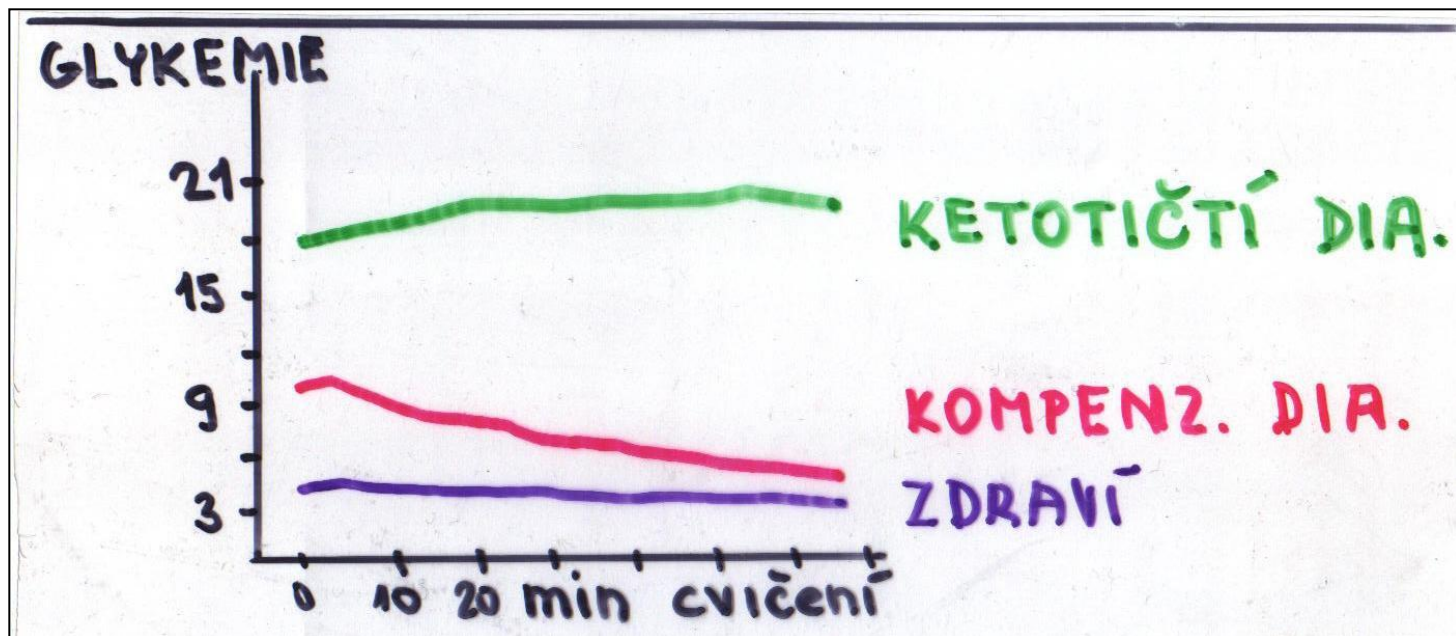


10 s sprint brání rozvoji hypoglykémie po středně intenzivním cvičení u diabetiků I. typu

Effect of a 10-s sprint (ergometer) on blood glucose after moderate-intensity exercise (40%VO<sub>2</sub>max). The moderate-intensity exercise commenced at time point -20. Blood glucose levels are expressed relative to those immediately after the moderate-intensity exercise (time point = 0). All data are means ± SE. •, moderate-intensity exercise; vertical bar, sprint; •, sprint trial; ○, control trial. <sup>b</sup>P < 0.05 vs. 0-min time point (after moderate-intensity exercise) in control trial; <sup>c</sup>P < 0.05 vs. 0-min time point (after moderate-intensity exercise) in sprint trial.

# AKUTNÍ METABOLICKÁ RIZIKA PŘI CVIČENÍ DIABETIKŮ

## HYPERGLYKÉMIE



## HYPERGLYKÉMIE

- Příčina
  - nedostatečná kompenzace diabetu - nedostatek inzulínu
  - dietní chyba – nadměrný přísun sacharidů
- Prevence
  - dostatečná kompenzace diabetu (dávka inzulínu, dieta)
  - vhodné načasování cvičení vzhledem k inzulínu
- Příznaky
  - **SUBJEKTIVNÍ:** slabost, malátnost, porucha orientace.
  - **OBJEKTIVNÍ:** kůže spíše červená, zpocená, spavost, porucha až ztráta vědomí.
    - měření glykémie glukometrem (>17 mmol/l?)
- Řešení
  - zavolat RZP, pití vody, sledování základních životních funkcí
  - aplikace inzulínu

# DLOUHODOBÉ KOMPLIKACE DIABETU

mikro- a makro-angiopatie ...

## Diabetic Retinopathy

Leading cause of blindness in adults<sup>1,2</sup>



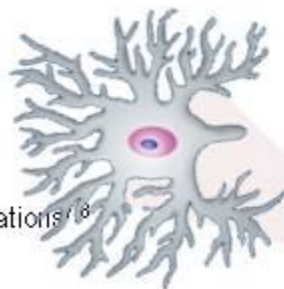
## Diabetic Nephropathy

Leading cause of endstage renal disease<sup>3,4</sup>



## Diabetic Neuropathy

Leading cause of non-traumatic lower extremity amputations<sup>7,8</sup>



## Stroke

2- to 4-fold increase in CV mortality and stroke<sup>5</sup>



## Cardiovascular Disease



## Diabetická moha



SANOFI DIABETES 

1. UKPDS Group. *Diabetes Res* 1990;13(1):1–11.
2. Fong DS et al. *Diabetes Care* 2003;26(Suppl 1):S99–S102.
3. HDS. *J Hypertens* 1993;11(3):309–317.
4. Molitch ME et al. *Diabetes Care* 2003;26(Suppl 1):S94–S98.
5. Kannel WB et al. *Am Heart J* 1990;120:672–676.
6. Gray RP et al. In *Textbook of Diabetes* 2nd Edition, 1997.
7. King's Fund. London: British Diabetic Association, 1996.
8. Mayfield JA et al. *Diabetes Care* 2003;26(Suppl 1):S78–S79

# RIZIKO ZHORŠENÍ SPECIFICKÝCH KOMPLIKACÍ NESPRÁVNOU POHYBOVOU AKTIVITOU

U DM je i v klidu **zvýšena koncentrace volných kyslíkových radikálů.**

Cvičení > 10-15 min a > 75% VO<sub>2</sub>max → **OXIDAČNÍ STRES** →

KOMPLIKACE	ZÁTĚŽ	NÁSLEDEK
Nefropatie	vytrvalostní intenzivní cvičení	proteinurie, selhání ledvin
Porucha ANS, ICHS, KMP		selhání krevního oběhu
Hepatopatie		selhání jater
Osteoporóza	náraz	zlomenina kosti
Angio+Neuropatie nohy	tření a tlaky	defekty kůže a hlubších tkání
Retinopatie	náraz do hlavy	krvácení do sítnice, oslepnutí

## PODMÍNKY VHODNOSTI CVIČENÍ PRO DIABETIKA I TYPU

- diabetik s dobrou kompenzací onemocnění  
glykémie 5-17 mmol.l<sup>-1</sup>, bez ketonurie
- diabetik s dostatečnou znalostí účinků cvičení
- diabetik, schopný předcházet a řešit případné komplikace  
→ ↓ riziko rozvoje **akutních metabolických komplikací**

## PRAVIDLA VÝBĚRU A PROVÁDĚNÍ CVIČENÍ

- **Nevhodné** jsou extrémní nepřerušované a dlouhodobé vytrvalostní výkony s překračováním anaerobního prahu, nedovolující plnou kompenzaci metabolické acidózy (běžecké a cyklistické maratóny, dlouhé triatlony, náročné běhy na lyžích a pod.).
- **Nebezpečné**, zvláště pro diabetiky s retinopatií a hypertenzí, jsou cviky s prudkými nárazy do hlavy (hlavičky ve fotbale, údery soupeřem) a s prudkým a výrazným zvýšením krevního tlaku (silové a rychlostní výkony s maximálním úsilím, cviky hlavou

## VODÍTKA PRO ŘÍZENÍ AEROBNÍHO CVIČENÍ

**Intenzita:** pod úrovní anaerobního prahu, mezi 50 a 75 %  $VO_2$ max

**Pomocí zátěž. testu limity vyjádřit pro pacienta použitelnými vodítky:**

- *stupeň subjektivního pocitu zatížení (ve škále 6-20 dle Borga),*
- *srdeční frekvence*

V případech, kdy nejsou k dispozici výsledky zátěžového testu, lze využít také

- **pocit “lehké až poněkud namáhavé zátěže” (11-13 dle Borga),**
- *test mluvení.*

Kontrolu a řízení intenzity pohybu pocitem zatížení nebo měřením srdeční frekvence si pacienti mohou naučit a osvojit.

**Před cvičením 5 minut na rozehrání,**  
**po cvičení 5 minut na postupné zchlazení.**

**Frekvence: nejlépe denně,** alespoň 3x týdně.

**Trvání: 10 až 120 minut** podle intenzity a frekvence cvičení, podle reakce organismu, možností pacienta a zevních podmínek.



## Škála pocitu zátěže (Borg, 1962)

Stupeň	Slovní hodnota
6	
7	VELMI VELMI LEHKÁ
8	
9	VELMI LEHKÁ
10	
11	LEHKÁ
12	
13	PONĚKUD NAMÁHAVÁ
14	
15	NAMÁHAVÁ
16	
17	VELMI NAMÁHAVÁ
18	
19	VELMI VELMI NAMÁHAVÁ
20	

## **Závěr: VÝBĚR A PROVÁDĚNÍ CVIČENÍ U DIABETIKŮ**

- **přísně individuálně** podle stavu onemocnění, přítomnosti komplikací, reakce na zátěž, zdatnosti, psychických schopností, sociální a materiálně – ekonomické situace, prostorových a časových podmínek, dosavadních sportovních zkušeností.

### **Hlavní druh léčebného cvičení:**

**převážně aerobní cvičení se zapojením více svalových skupin.**

- Vhodnější je **aktivita s dobře regulovatelnou dobou a intenzitou**, např. chůze, běh, jízda na kole, plavání, veslování, bruslení, stolní tenis, badminton, tenis apod.; u zkušených i kolektivní a míčové hry.

### **POSILOVACÍ CVIČENÍ**

**odporové cvičení lehké až střední intenzity, několik minut denně**

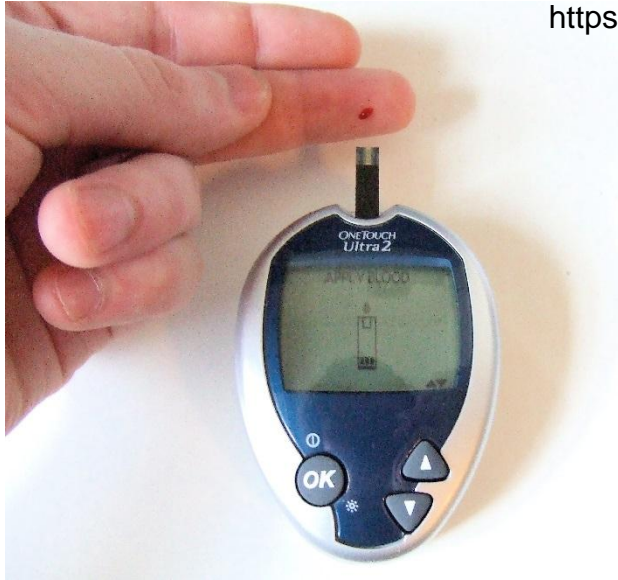
- pro dobrou funkci stabilizátorů trupu (hluboký stabilizační systém)
- posílení všech částí pohybového aparátu - svaly, vazy, kloubní pouzdra..

### **PROTAHOVACÍ CVIČENÍ**

- pro dobrou funkci stabilizátorů trupu (hluboký stabilizační systém)

# glukometry

<https://en.wikipedia.org>



## inzulínová pera



<http://www.janekdickinson.com/insulin-pen-vs-vial-and-syringe/>

## inzulínová pumpa

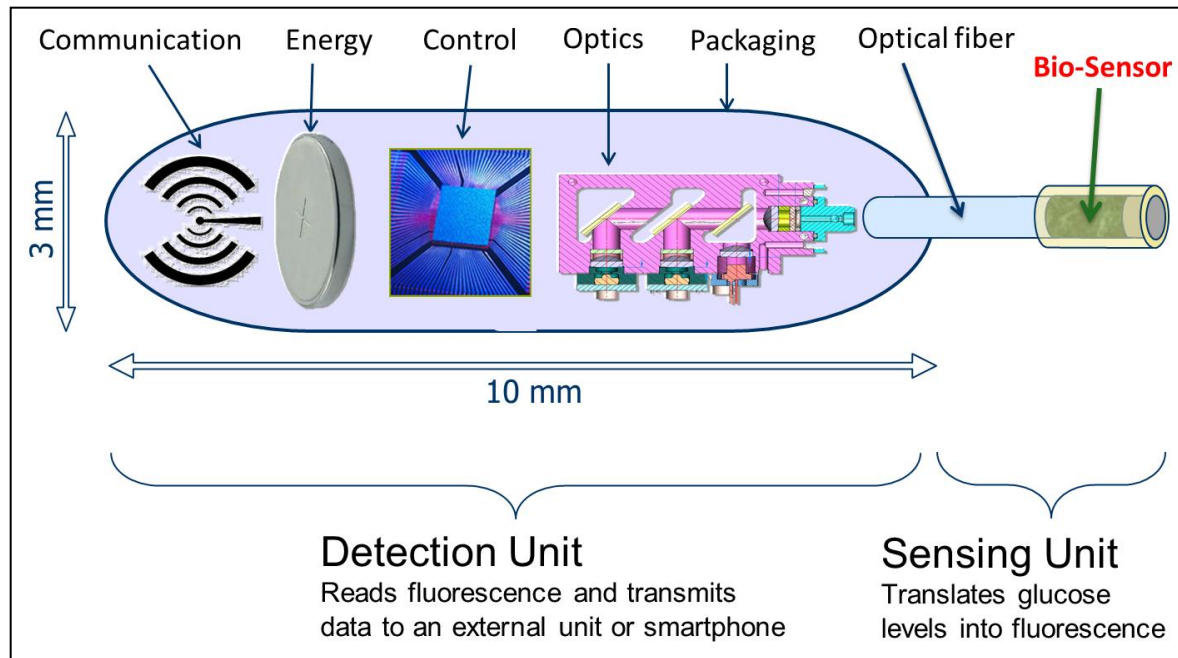


<http://www.in-pharmatechnologist.com/Drug-Delivery/Novo-Nordisk-and-Roche-insulin-pump-collaboration-gets-EU-thumbs-up>

# Kontinuální monitoring glukózy

## BIOSENZOR

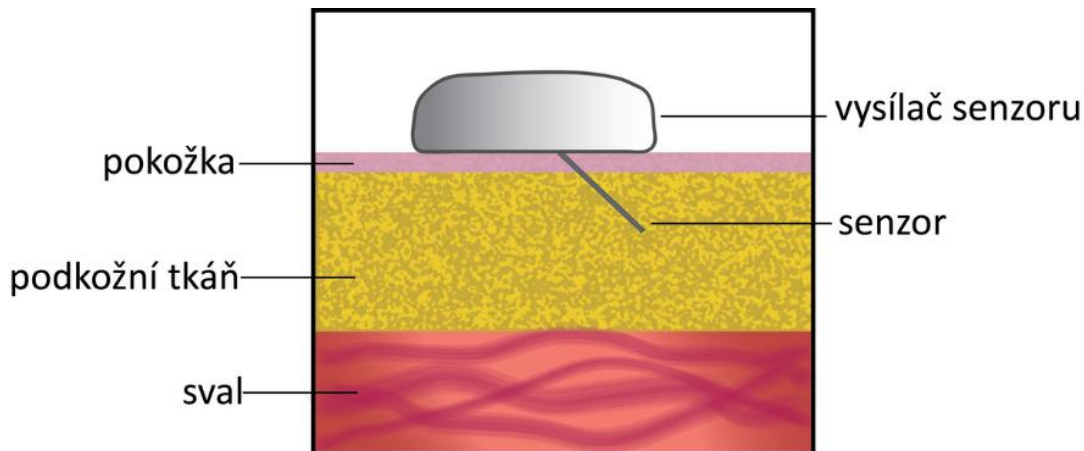
<http://amal.net/?p=2658>



# Kontinuální monitoring glukózy

([www.detskydiabetes.cz](http://www.detskydiabetes.cz))

v intersticiální (mezibuněčné) tekutině



© Dětská diabetologie 2015



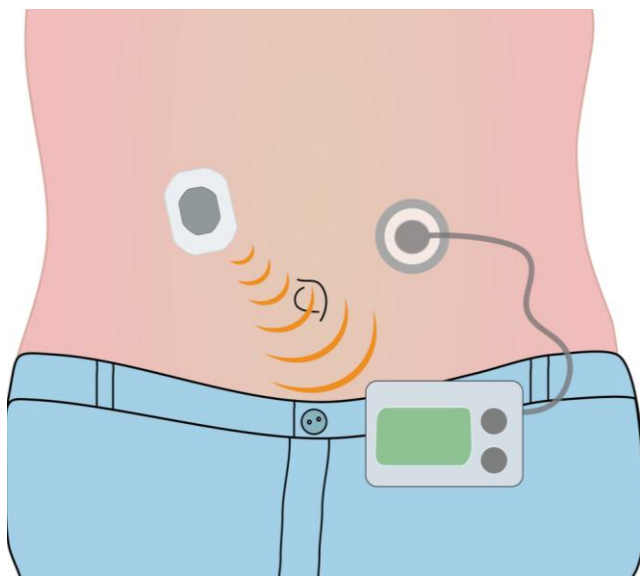
<http://www.medtronicdiabetes.com/>

## System SENZOR + PUMPA

→ Zobrazení koncentrace glukózy na displeji pumpy

→ Diabetik si sám může upravit dávku

**Není to automatický uzavřený systém.**



# Kontinuální monitoring glukózy

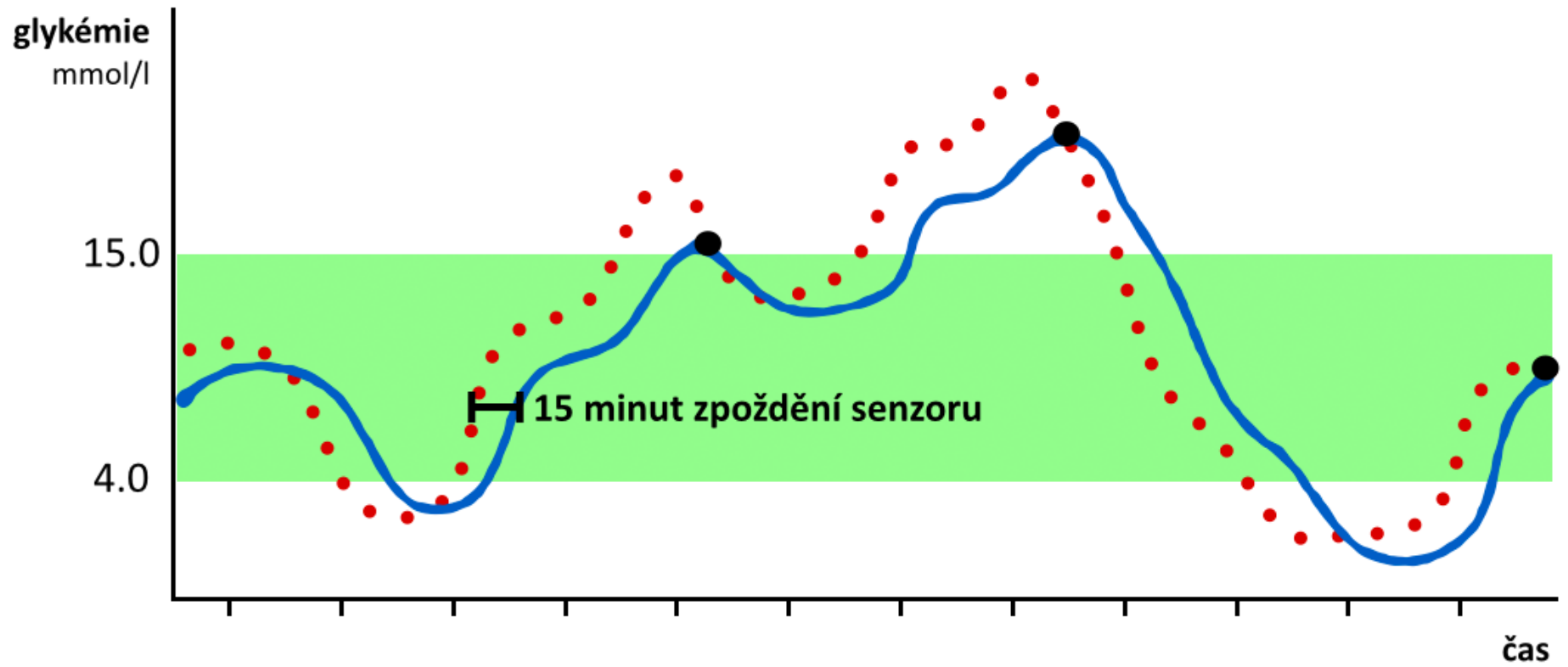
[www.detskydiabetes.cz](http://www.detskydiabetes.cz)

Zpoždění glukózy v intersticiální tekutině za glykemií 15-20 min

měření glukometrem

měření senzorem

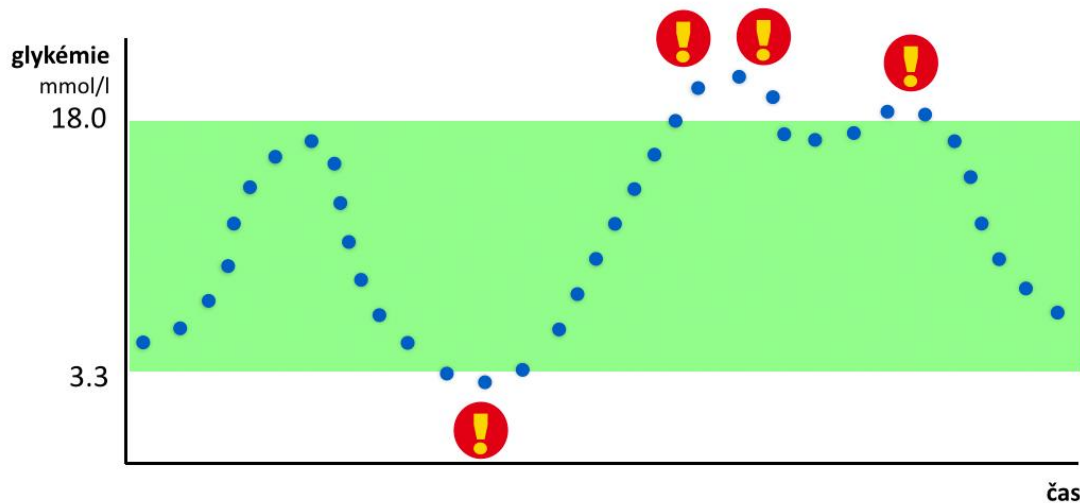
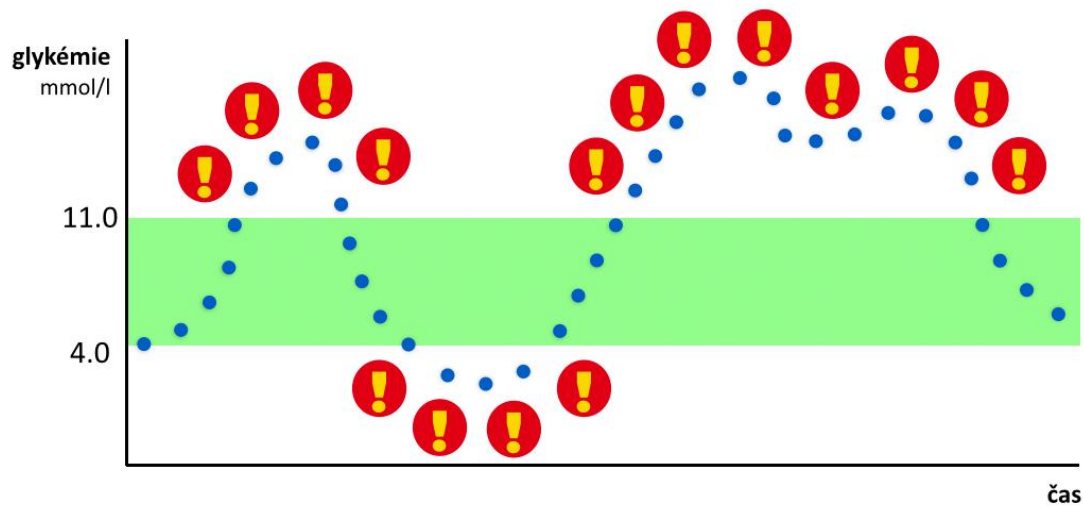
kalibrace



# Kontinuální monitoring glukózy

[www.detskydiabetes.cz](http://www.detskydiabetes.cz)

Alarm při glukóze mimo nastavené limity



# Infračervená termografie v diagnostice diabetických komplikací

- makroangiopatie, neuropatie

Tkáně s dobrým prokrvením jsou teplejší.

Tkáně s poruchou prokrvení jsou chladnější.

Ke zvýraznění změn dochází po fyzické zátěži.

