

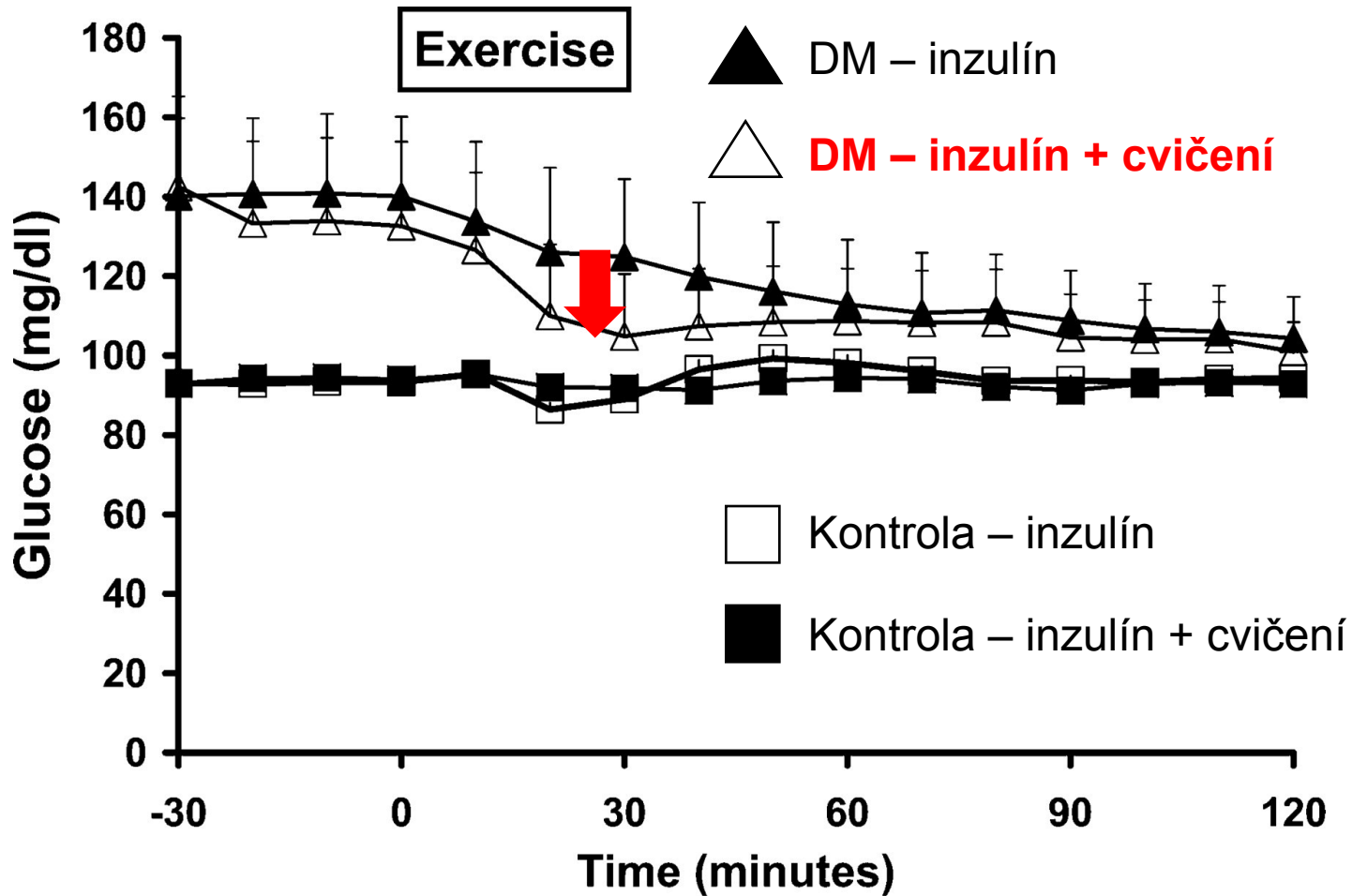
**INSULIN
EXERCISE
DIET**

DIABETES MELLITUS, CVIČENÍ A SPORT

Jan Novotný, LF a FSpS MU, 2015-2022

Glykémie diabetiků II. typu při po 30 min cvičení (cykloergometr, 70%VO₂peak)

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. \blacksquare , Control, insulin alone; \square , control, insulin + exercise; \blacktriangle , diabetic, insulin alone; \triangle , diabetic, insulin + exercise.

Orální glukózový test

■ před tréninkem

● po tréninku

diabetiků II typu

dlouhodobá příznivá adaptace

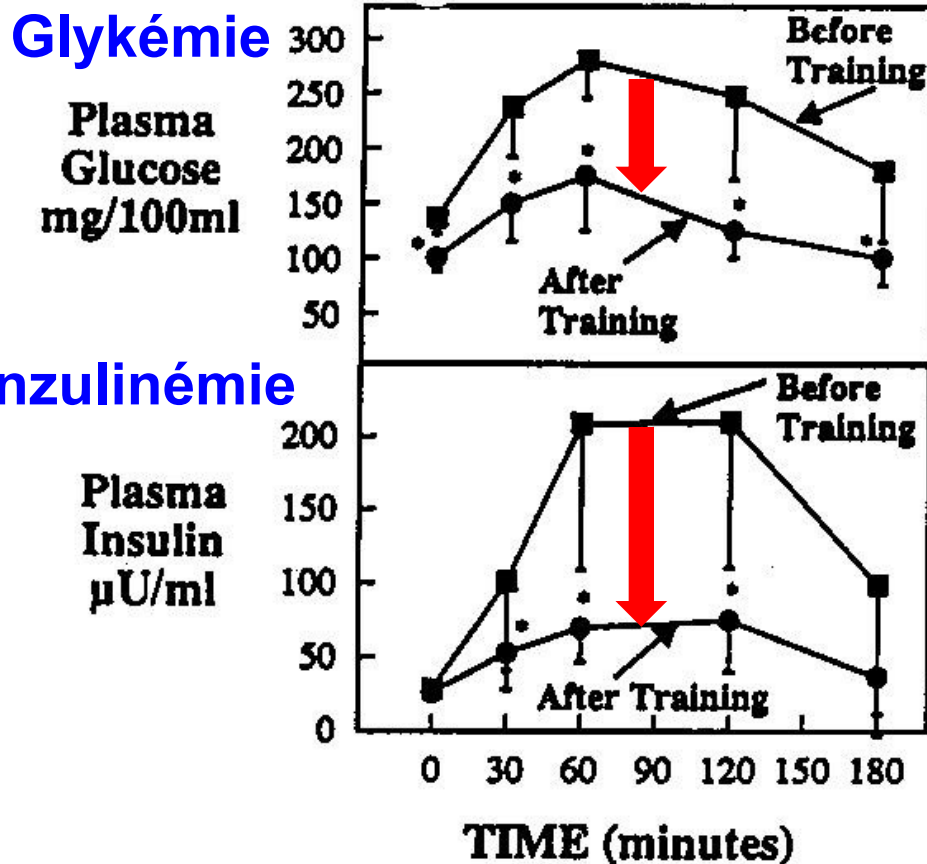


Figure 2.7. Values are means \pm SE for five patients. Plasma glucose and insulin responses to a 100-g oral glucose load in patients with mild NIDDM before and after 12 months of vigorous aerobic exercise training. The after-training glucose tolerance test was performed ~18 h after the patients' most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

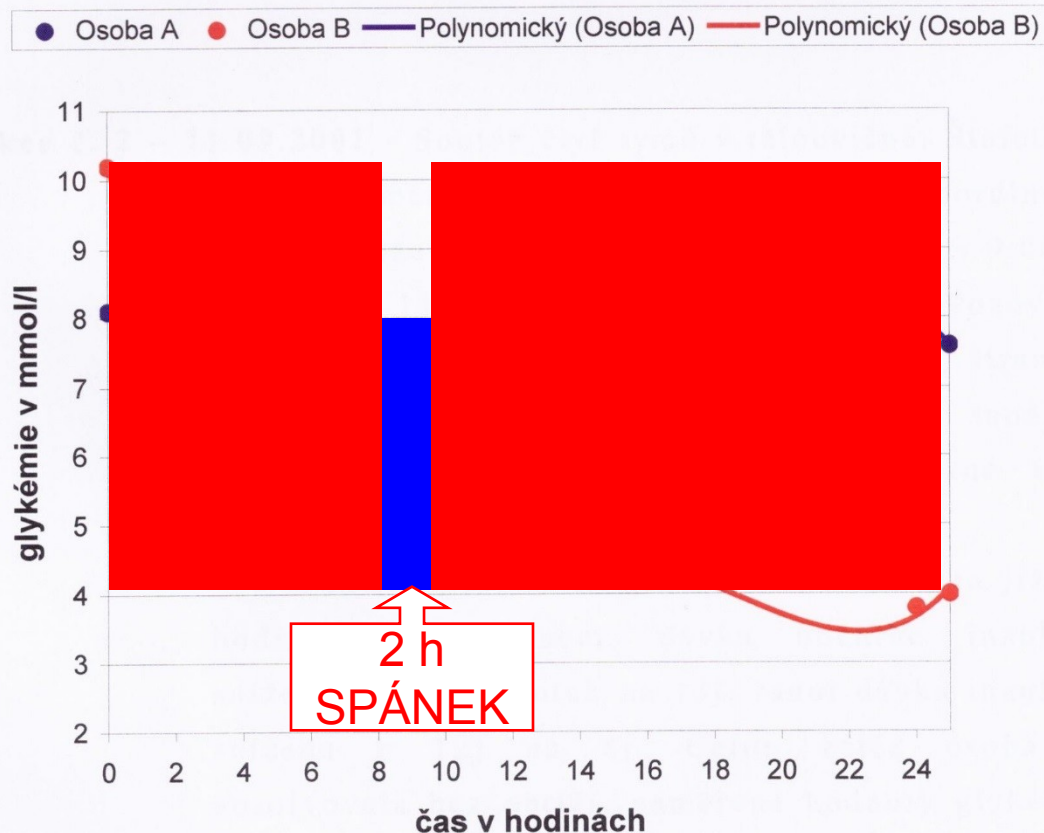
Modified from Holloszy and colleagues (37).

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

	A trén.	B netrén.
Věk (r)	24	23
Hmot. (kg)	77	85
Výška (cm)	170	176
BMI (kg.m ⁻²)	26,6	27,4
Trvání DM (r)	7	9
HbA _{1c} (%)	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
Osoba A	8,1	7,2	6,3	4,8	4,2	7,9	7,6
Osoba B	10,2	6,3	4,6	5,3	4,3	3,8	4,0

Výjezd na kole (25km/2h) v 16-18 h

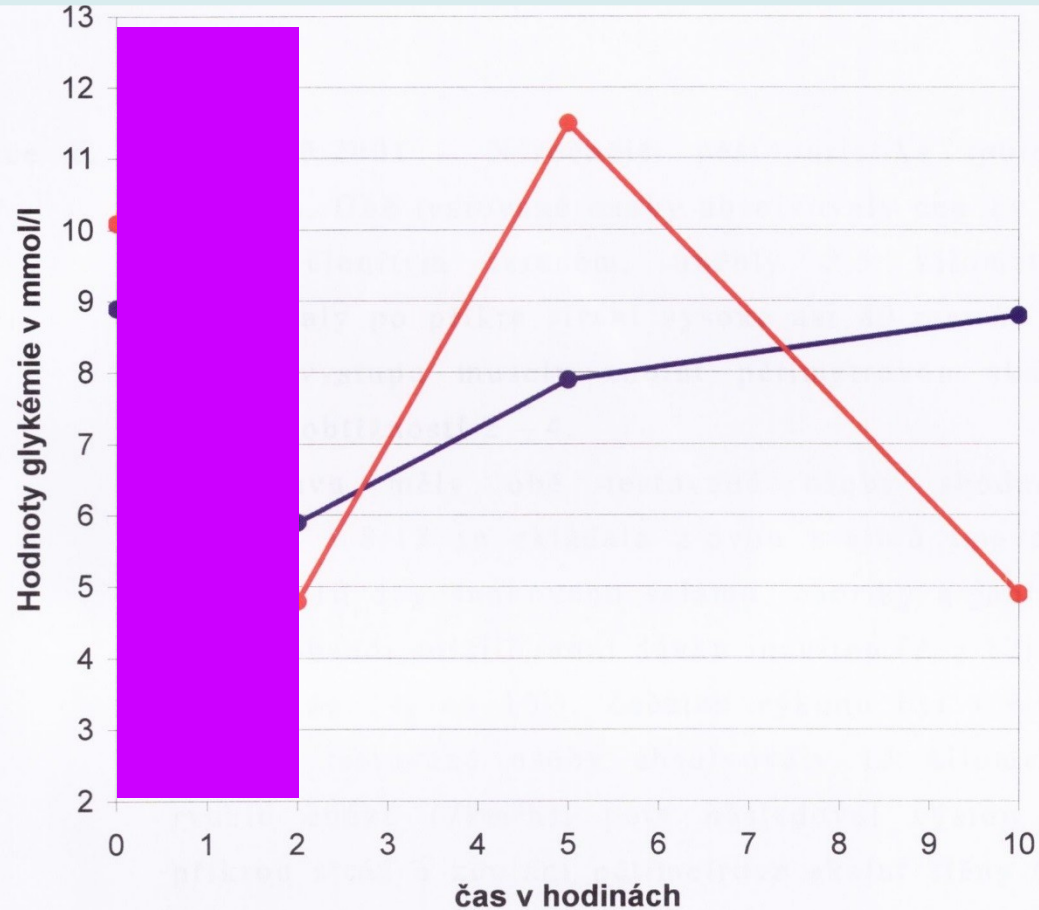
A(trénovaný); B(netrénovaný)

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
Osoba A	8,9	9,9	7,7	5,9	7,9	8,8
Osoba B	10,1	12,3	7,9	4,8	11,5	4,9

PŘÍZNIVÝ VLIV AEROBNÍHO CVIČENÍ NA DIABETIKY

U dobře léčených diabetiků 1. i 2. typu správně prováděné cvičení:

- ❑ **zlepšuje kompenzaci onemocnění**
 - **↑ počtu inzulínových receptorů a účinnosti inzulínu**
 - lepší využití glukózy v buňkách → ↓ glykémie,
 - (případně) ↓ dávek inzulínu
- ❑ **brzdí rozvoj dlouhodobých komplikací, zlepšuje lipidové spektrum**

U mnohých diabetiků 2. typu navíc vhodná aktivita

- ❑ **odbourává přebytečné energetické zásoby (obezitu)**

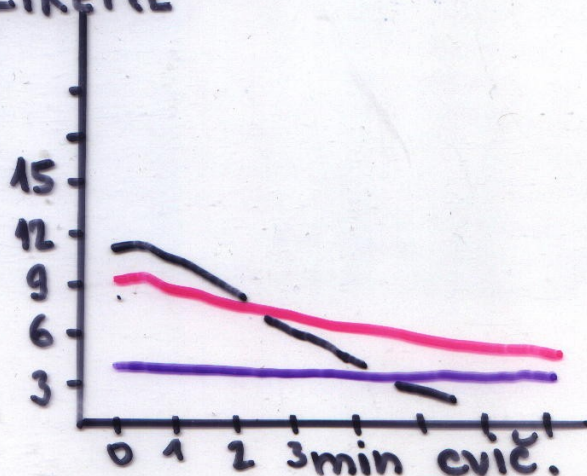
- ❖ **zlepšuje funkce oběhového systému** (→ ↓ srdeční autonomní neuropatie, kardiomyopatie, ischemická choroba srdeční),
- ❖ **zlepšuje začínající a mírné poruchy regulace krevního tlaku,**
- ❖ **omezuje rozvoj osteoporózy,**
- ❖ **udržuje nebo zlepšuje fyzickou a duševní zdatnost a výkonnost, psychosociální situaci a kvalitu života.**

AKUTNÍ METABOLICKÁ RIZIKA PŘI CVIČENÍ DIABETIKŮ

HYPOGLYKEMIE CVIČÍCÍCH DIABETIKŮ



GLYKEMIE

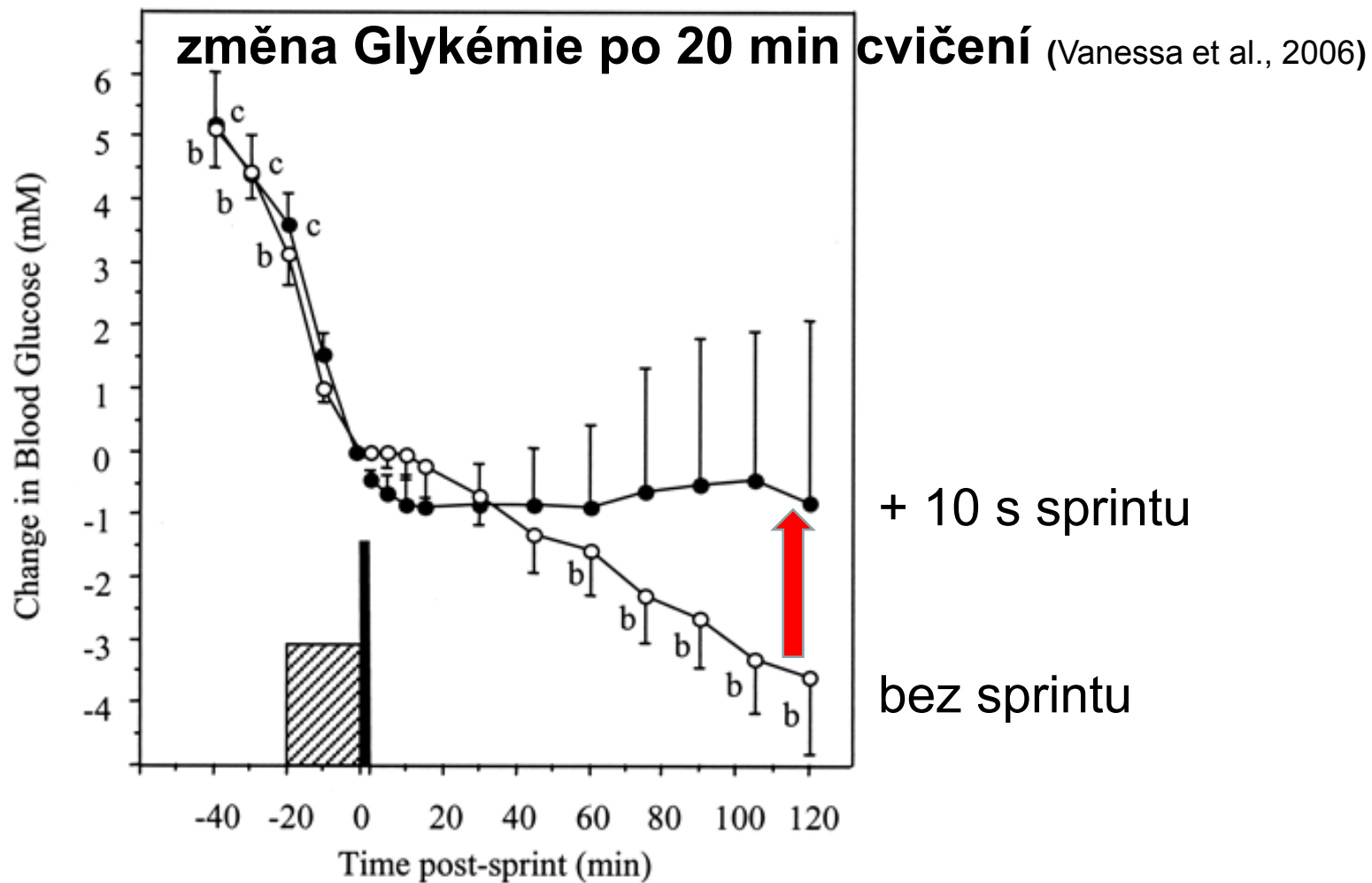


HYPERINZUL
KOMPENZ. DI
ZDRAVÍ

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

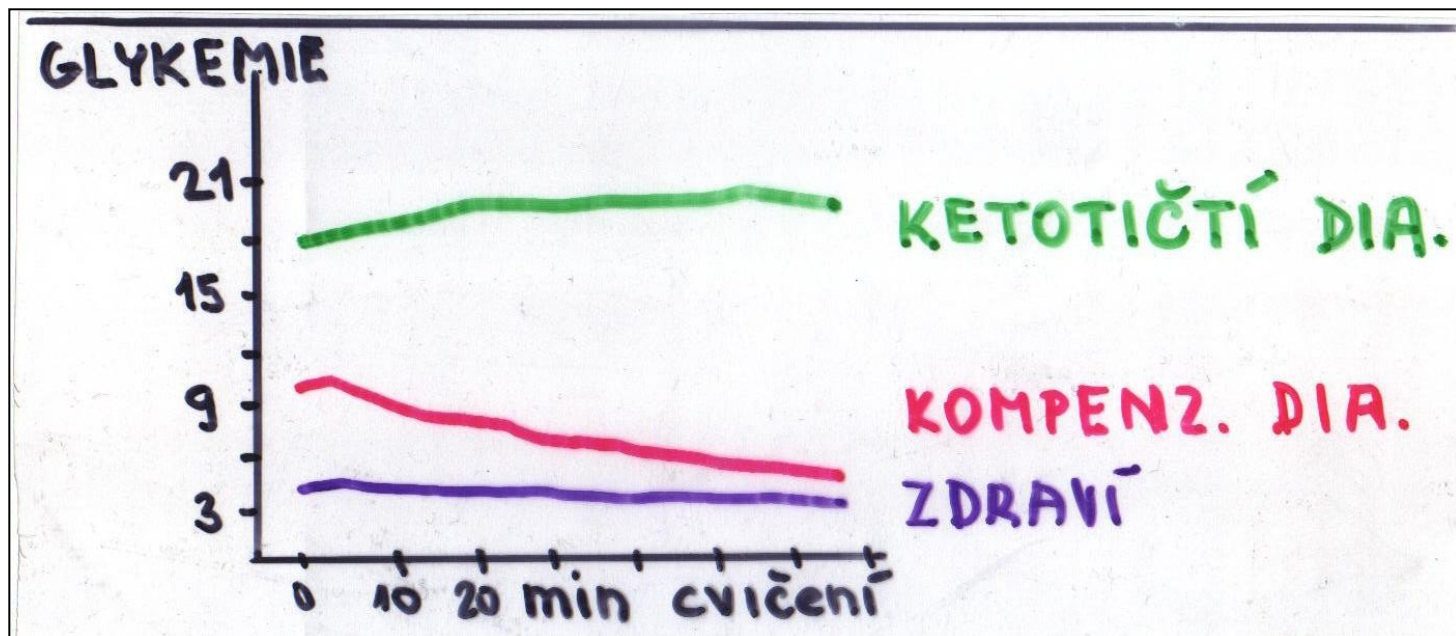


10 s sprint brání rozvoji hypoglykémie po středně intenzivním cvičení u diabetiků I. typu

Effect of a 10-s sprint (ergometer) on blood glucose after moderate-intensity exercise (40%VO₂max). 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. ^b*P* < 0.05 vs. 0-min time point (after moderate-intensity exercise) in control trial; ^c*P* < 0.05 vs. 0-min time point (after moderate-intensity exercise) in sprint trial.

AKUTNÍ METABOLICKÁ RIZIKA PŘI CVIČENÍ DIABETIKŮ

HYPERGLYKÉMIE



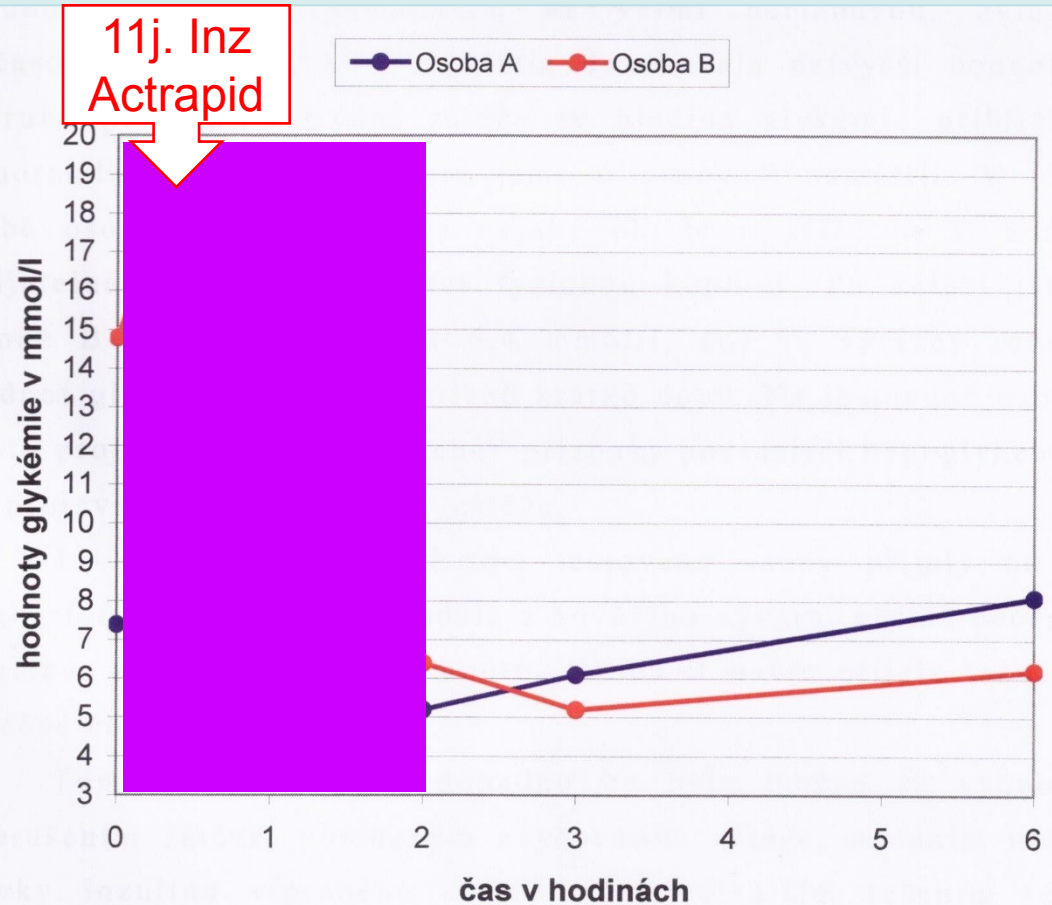
Kruhový trénink v posilovně (2 h) ve 14:00 h

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
Osoba A	7,4	7,6	6,2	5,2	6,1	8,1
Osoba B	14,8	18,5	11,1	6,4	5,2	6,2

HYPERGLYKÉMIE

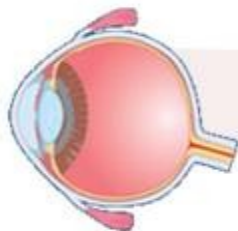
- Příčina
 - nedostatečná kompenzace diabetu - nedostatek inzulínu
 - dietní chyba – nadměrný přísun sacharidů
- Prevence
 - dostatečná kompenzace diabetu (dávka inzulínu, dieta)
 - vhodné načasování cvičení vzhledem k inzulínu
- Příznaky
 - **SUBJEKTIVNÍ:** slabost, malátnost, porucha orientace.
 - **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, hydratace, K⁺?**...

DLOUHODOBÉ KOMPLIKACE DIABETU

mikro- a makro-angiopatie ...

Diabetic Retinopathy

Leading cause of blindness in adults^{1,2}



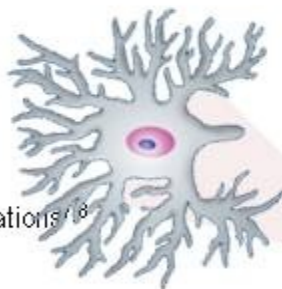
Diabetic Nephropathy

Leading cause of endstage renal disease^{3,4}



Diabetic Neuropathy

Leading cause of non-traumatic lower extremity amputations^{7,8}



Stroke

2- to 4-fold increase in CV mortality and stroke⁵



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% VO₂max → **OXIDAČNÍ STRES** →

KOMPLIKACE	ZÁTĚŽ	NÁSLEDEK
Nefropatie	vytrvalostní intenzivní cvičení	proteinurie, selhání ledvin
Kardiomyopatie ICHS		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 DIABETIKY I. TYPU

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

VÝBĚR 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

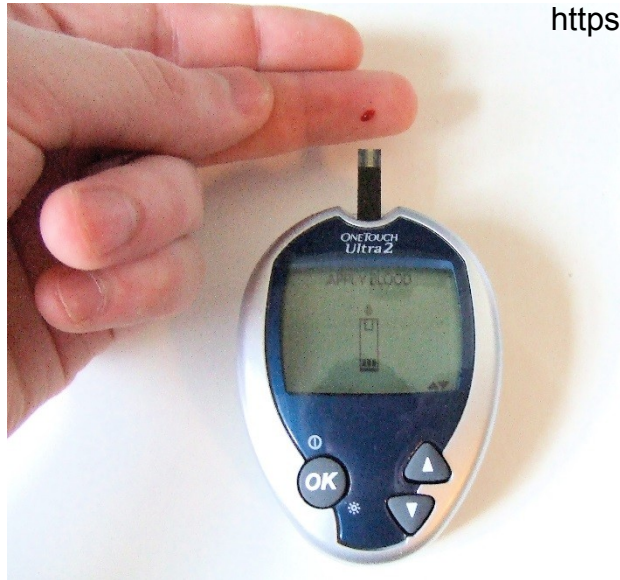
- pro dobrou funkci stabilizátorů trupu (hluboký stabilizační systém)
- posílení všech částí pohybového aparátu - svaly, vazy, kloubní pouzdra..

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

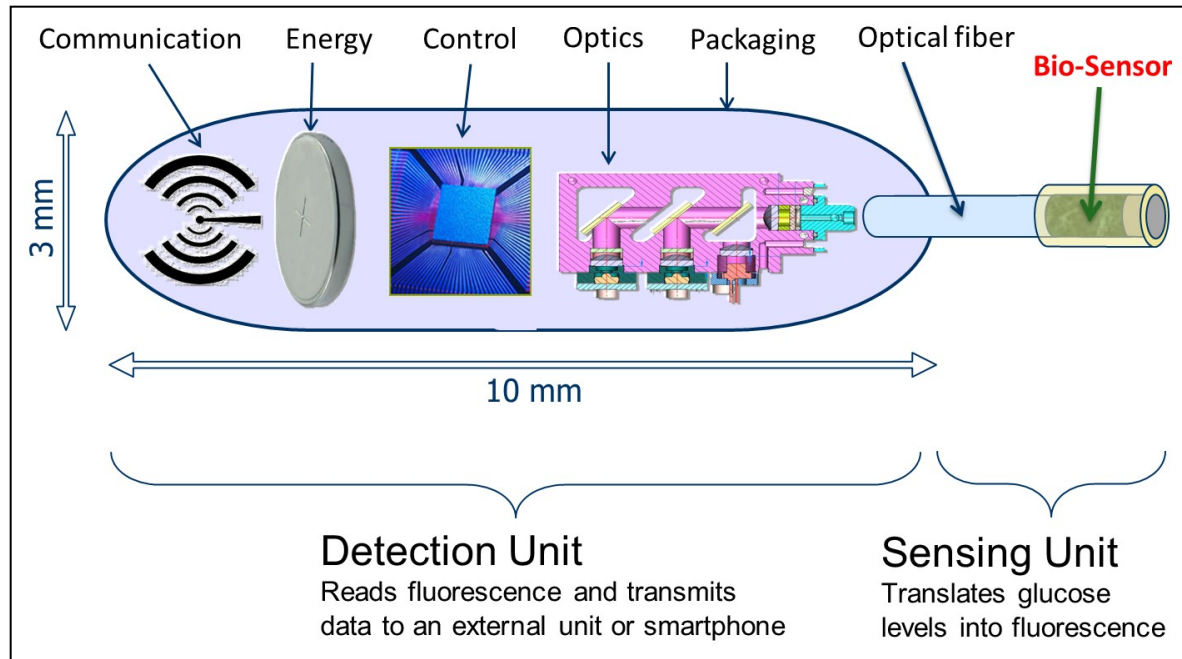


<http://www.in-pharmatechnologist.com/Drug-Delivery/Novo-Nordisk-and-Roche-insulin-pump-collaboration-gets-EU-thumbs-up>

Kontinuální monitoring glukózy

BIOSENZOR

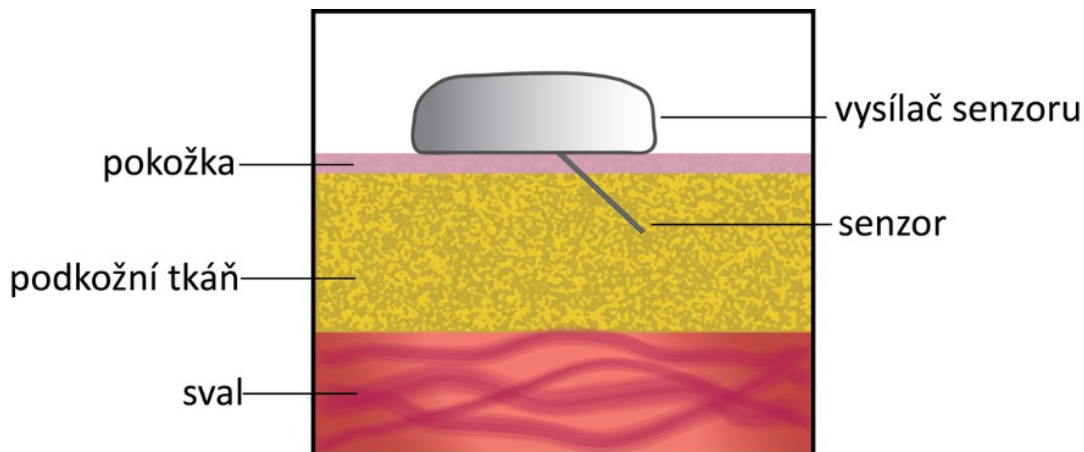
<http://amal.net/?p=2658>



Kontinuální monitoring glukózy

(www.detskydiabetes.cz)

v intersticiální (mezibuněčné) tekutině



© Dětská diabetologie 2015



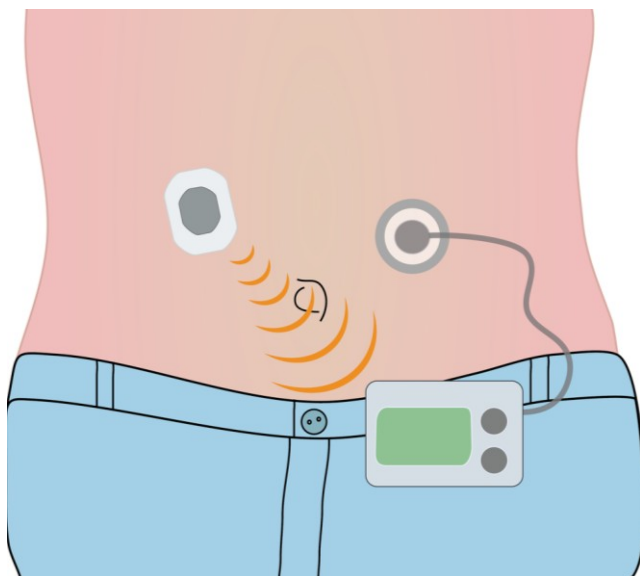
<http://www.medtronicdiabetes.com/>

System SENZOR + PUMPA

→ Zobrazení koncentrace glukózy na displeji pumpy

→ Diabetik si sám může upravit dávku

Není to automatický uzavřený systém.



Kontinuální monitoring glukózy

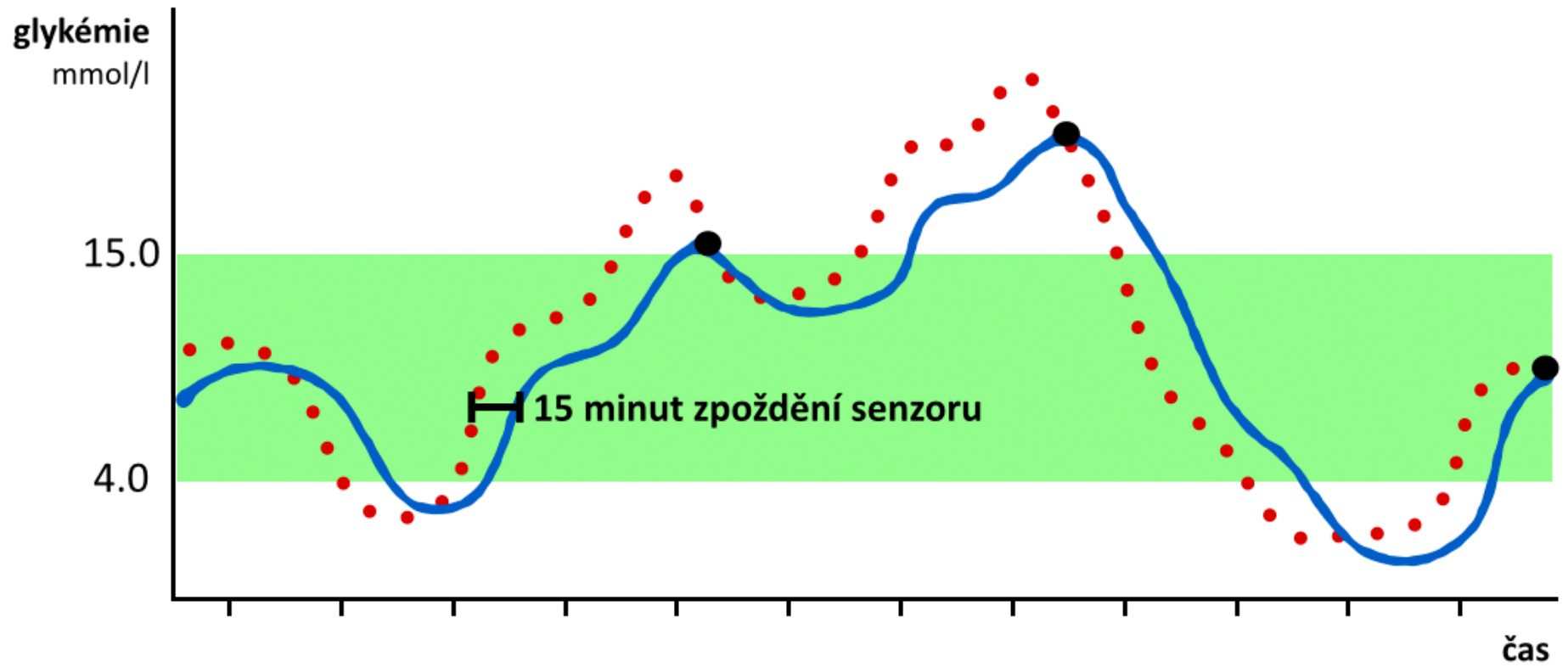
www.detskydiabetes.cz

Zpoždění glukózy v intersticiální tekutině za glykemií 15-20 min

měření glukometrem

měření senzorem

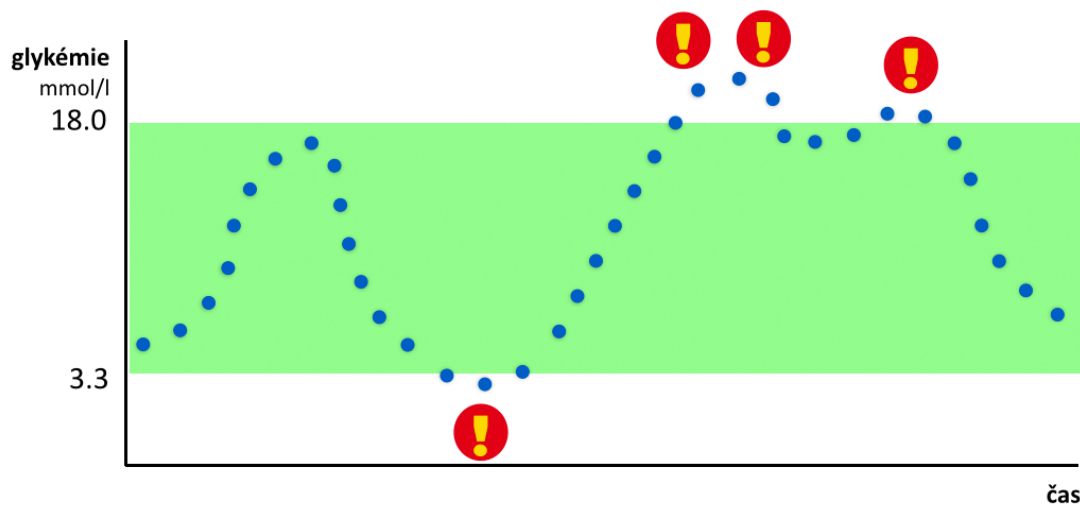
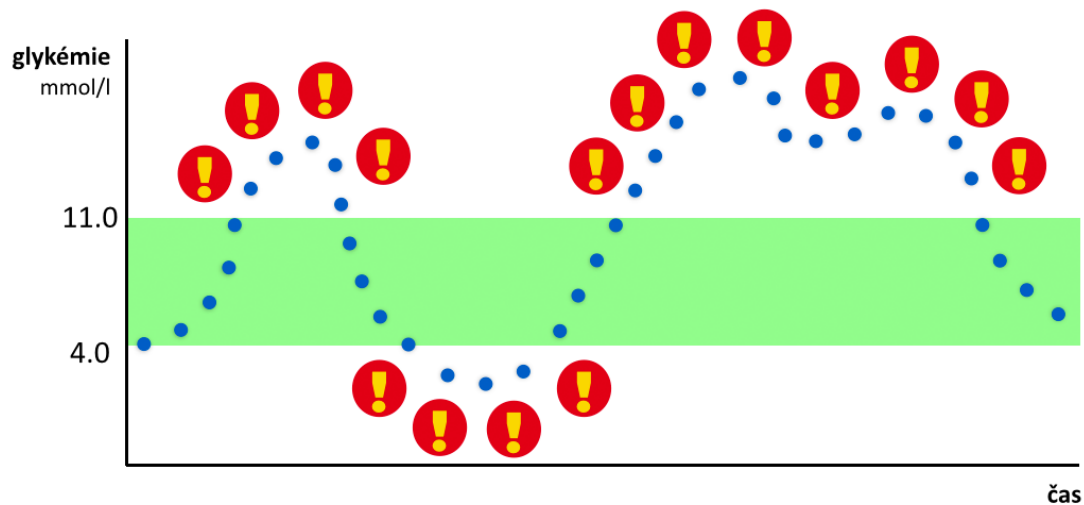
kalibrace



Kontinuální monitoring glukózy

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.

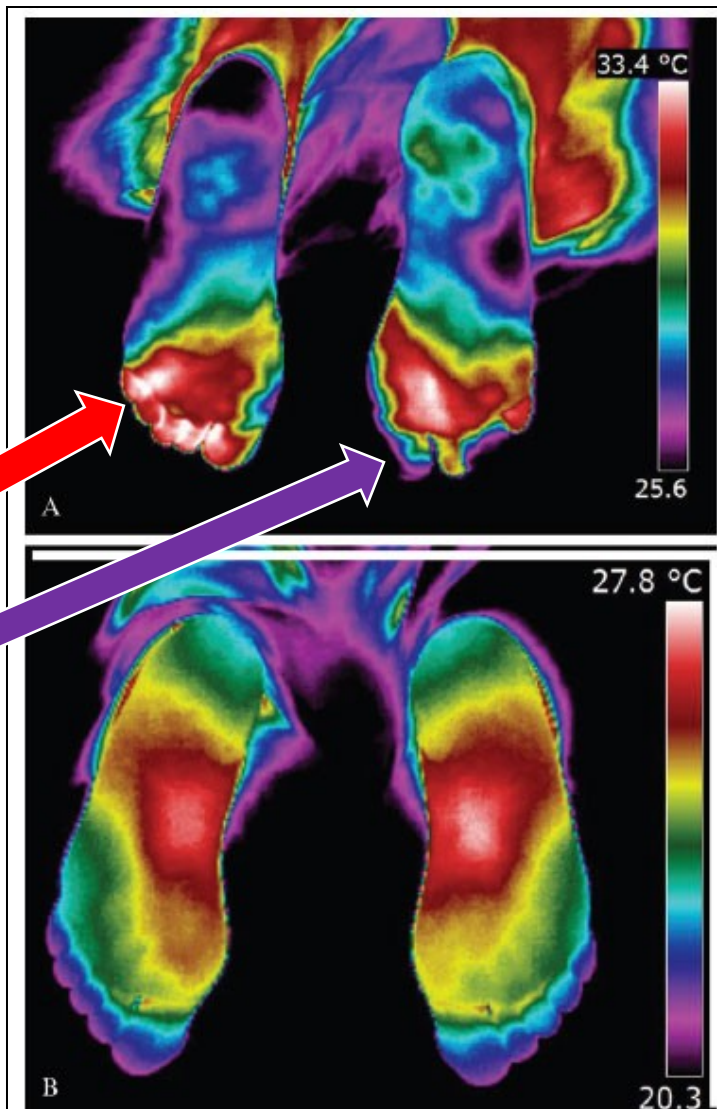


Figure 1 - (A) Plantar thermographic image in a diabetic patient, showing Interdigital Anisothermal (the white arrow shows the different colors in toes meaning $\Delta T \geq 0.4^\circ\text{C}$). (B) Plantar thermographic image in a control subject, with regular thermal distribution, without Interdigital Anisothermal (color gradient of toes considered normal, $\Delta T < 0.4^\circ\text{C}$).