

# Endokrinní systém

# Hormony zasahují do řízení

- minerálního a vodního hospodářství
- energetického metabolismu
- růstu a vývoje (proteosyntézy)
- reprodukce
- obranných reakcí

# MINERÁLNÍ HOSPODAŘSTVÍ

# Minerální hospodářství

Které minerály?

Jaká je jejich úloha v organismu?

# Vápník

- druhý posel
- aktivace některých enzymů
- součást kaskády srážení krve
- svalový stah
- nervová vzrušivost
- zubní a kostní tkáň
- činnost srdce

# Fosfor

- součástí enzymů (fosforylace na aktivní formy)
- součást struktury druhého posla - IP3
- podstata přenosu energie - ATP
- součást membrán - fosfatidylinozitol
- kostní tkáň

**Fosfor doprovází vápník a je  
mobilizován spolu s ním**

# Vápník

- **hladina vápníku v krevní plazmě** je velmi stabilní hodnotou
- je udržována v rozmezí **2,25-2,75 mmol/l**
- odpovědnost hormonů
  - Parathormon
  - Kalcitonin
  - Vitamin D<sub>3</sub> (Kalcitriol)



# Vápník

## Parathormon

- příštítná tělíska
- rychlé zvýšení hladiny  $\text{Ca}^{2+}$  v krvi (kalcémie) a její udržování

# Vápník

## Kalcitonin

- parafolikulární buňky štítné žlázy
- jako jediný snižuje hladinu  $\text{Ca}^{2+}$  v krvi
- ochrana kostní tkáně matky během těhotenství

# Vápník

## Vitamin D3 (Kalcitriol)

- vzniká v kůži ze 7-dehydrocholesterolu vlivem UV záření (cholecalciferol), nebo je získán z potravy (ergocalciferol)
  - metabolizován v játrech a nakonec v ledvinách vzniká aktivní **1,25-dihydroxykalciferol** = kalcitriol
- posiluje a doplňuje účinek parathormonu

# Součinnost těchto hormonů

	<i>Parathormon</i>	<i>Kalcitriol</i>	<i>Kalcitonin</i>
<i>Kalcémie</i>	↑	↑	↓
<i>Kost</i>	↑ resorpci kosti	udržuje transport $Ca^{2+}$ a fosfátů	↓ resorpci kosti, podporuje ukládání $Ca^{2+}$ a fosfátů
<i>Ledviny</i>	↑ zpětné vstřebávání, (↓ vylučování $Ca^{2+}$ , ↑ vylučování fosfátů)	—	↓ zpětné vstřebávání
<i>Střevo</i>	—	↑ zpětné vstřebávání $Ca^{2+}$ a fosfátů	—
<i>Vzájemné interakce</i>	stimuluje tvorbu kalcitriolu		snižuje účinek parathormonu na kost

# VODNÍ HOSPOŘÁŘSTVÍ

# Vodní hospodářství

- Antidiuretický hormon (ADH)
- Aldosteron
- Atriální natriuretický faktor (ANF)

# Antidiuretický hormon

## Místo tvorby

- *nucleus supraopticus* v hypotalamu → axonálním prouděním do neurohypofýzy

## Signál pro sekreci

- zvýšená osmolarita krevní plazmy nebo extracelulární tekutiny detekována osmoreceptory v hypotalamu

## Hlavní úkol

- zadržet vodu v těle

## Hlavní místo působení

- sběrací kanálek ledviny - vnese akvaporiny do membrány kanálků → umožní přenos vody přes membránu → více se jí zadrží pro organismus (neodejde jako součást moči)

# Aldosteron

- hormon kůry nadledvin
- mineralokortikoid – steroid secernovaný v zóna glomerulóza kůry nadledvin podle hladiny sodíku a draslíku (natrémie a kalémie) v organismu
- uvolňován aktivací systému renin-angiotenzin
- v malé míře i pod vlivem ACTH (adenokortikotropní hormon)



# Aldosteron:

## system renin-angiotenzin

- buňky **juxtaglomerulárního aparátu** ledvin vylučují **renin**
  - **v krvi** se pod jeho vlivem **přeměňuje** bílkovina **angiotenzinogen** na **angiotenzin I**
  - **v plicích** se angiotenzin I za přítomnosti angiotenzin konvertujícího enzymu přemění na **angiotenzin II**
  - má **vazokonstriční** účinek a stimuluje **sekreci aldosteronu**

# Aldosteron

## Signál pro sekreci

- snížení objemu extracelulární tekutiny

## Hlavní úkol

- zadržetí (retence) sodíku v organismu (spolu s ním se zadržuje i voda!)

## Hlavní místo působení

- distální tubulus ledviny (zvýší se počet  $\text{Na}^+$  kanálů  $\rightarrow$   $\text{Na}^+$  se vrací zpět do krevního oběhu a s ním sekundárně i voda)

# Atriální natriuretický faktor (ANF)

## Místo tvorby

- srdeční síně

## Signál pro sekreci

- natažení svaloviny síní např. zvětšeným objemem krve

## Hlavní úkol

- upravit hypervolémii (a tím i hypertenzi)

## Hlavní místo působení

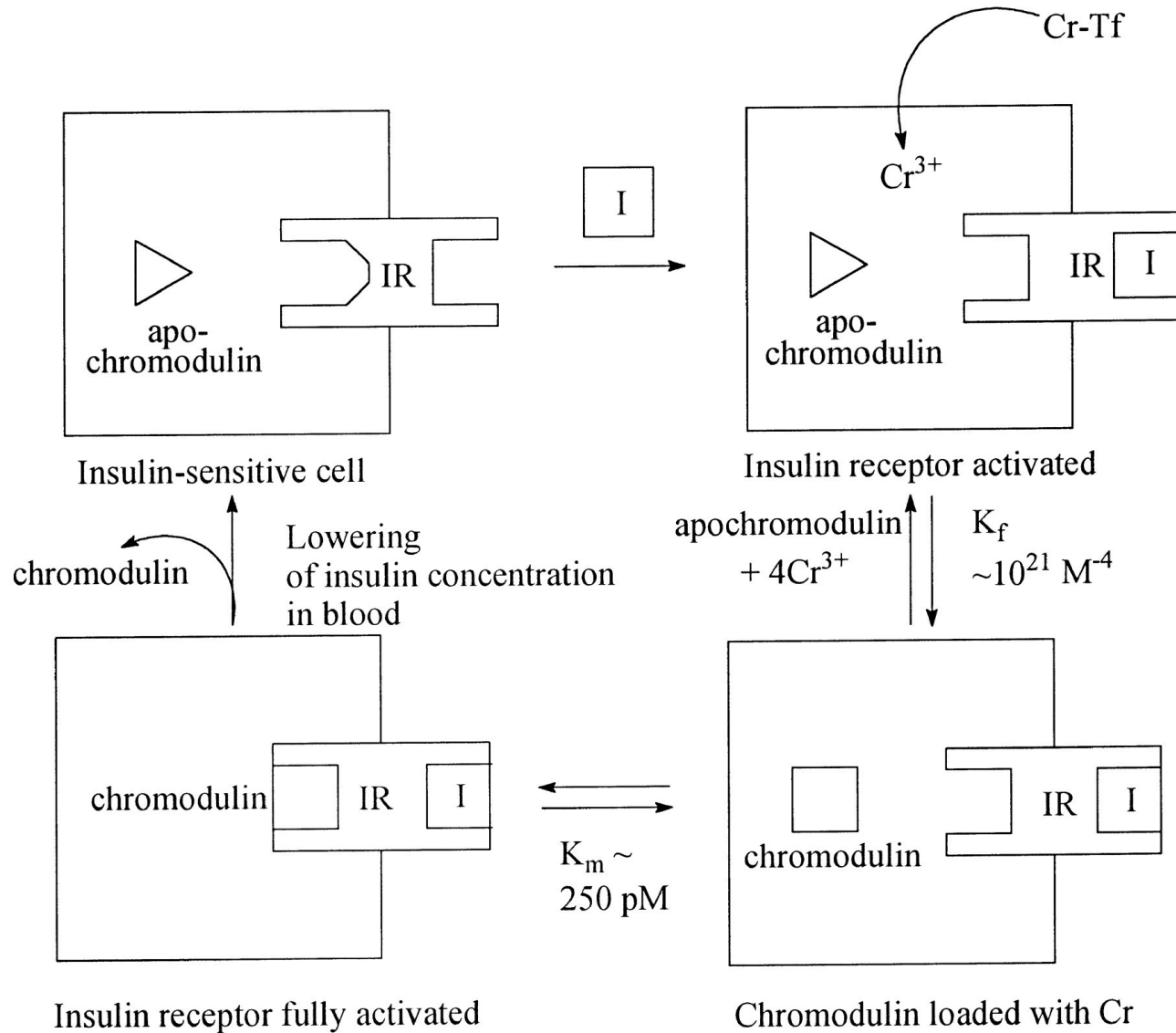
- *vas afferens* glomerulu ledviny (jeho dilatace, tím zvýšení filtrační frakce a glomerulární filtrace – tím se zvýší ztráty vody a společně s vodou i zvýšené vylučování sodíku)

# **ENERGETICKÝ METABOLISMUS**

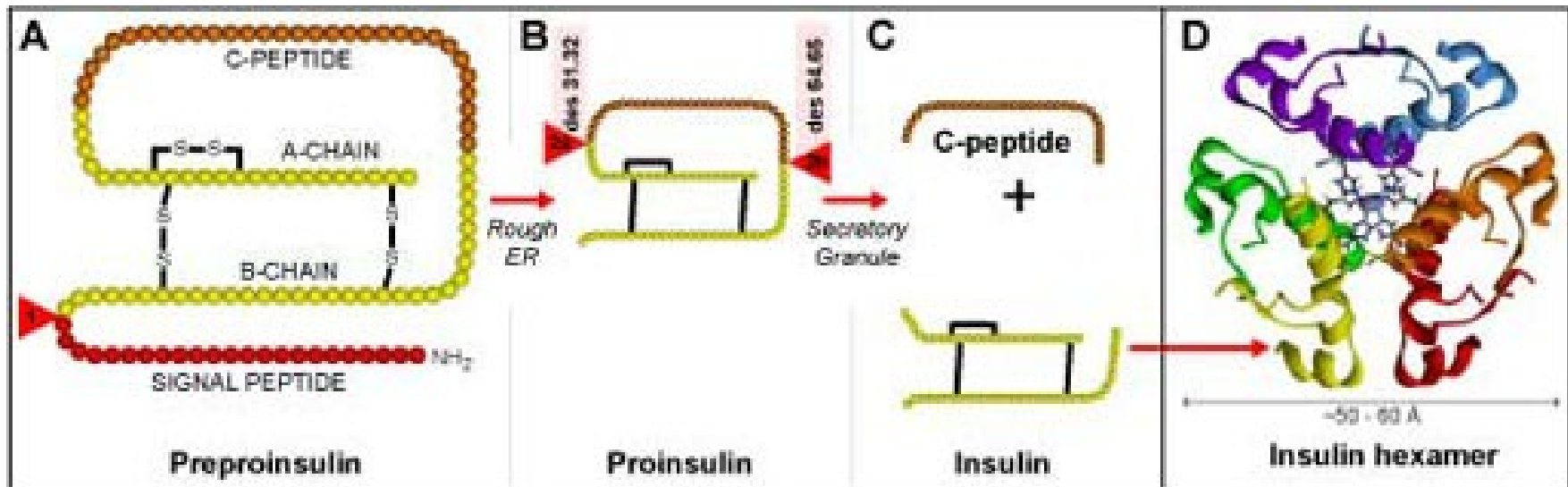
# Regulace hladiny glukózy v krvi

- hormony slinivky břišní (pankreatu)
  - Langerhansovy ostrůvky secernují:
    - Buňky A: **glukagon**
    - Buňky B: **inzulin**
    - Buňky D: **pankreatický somatostatin** a **gastrin**
    - Buňky F: **pankreatický polypeptid**

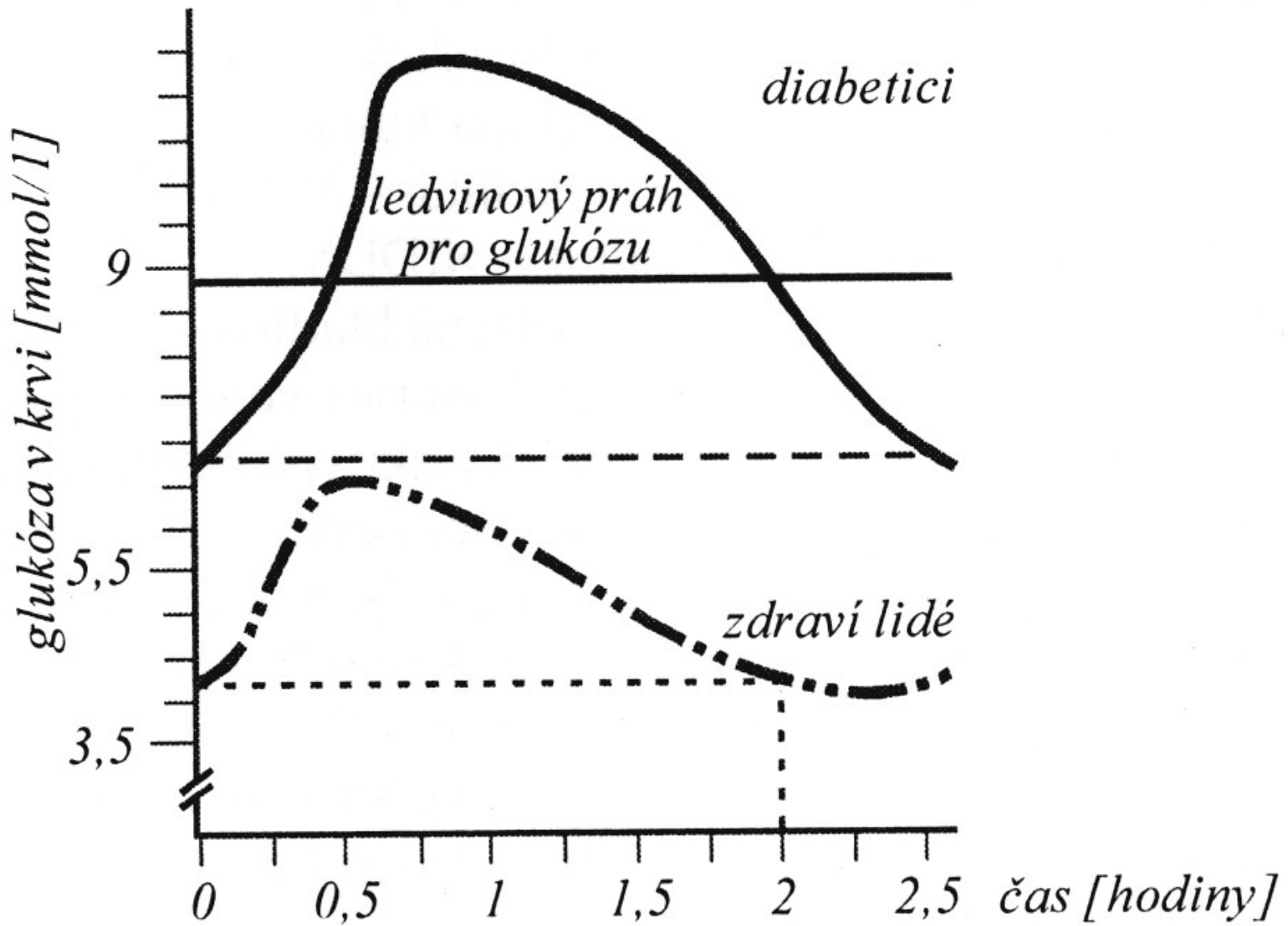
# Senzitivita k inzulinu



# Syntéza inzulínu

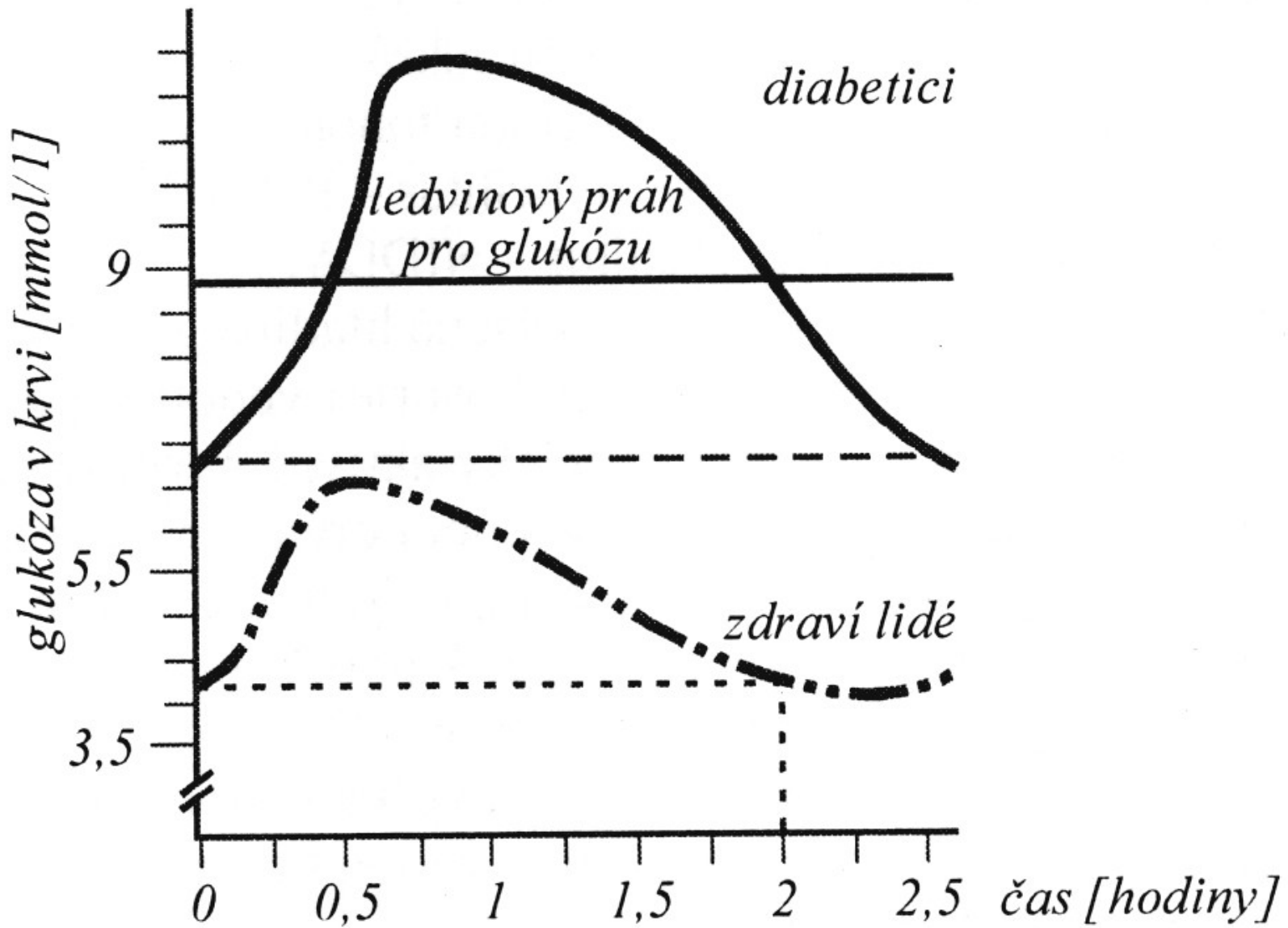


# Copak to je?





# Orální glukózový toleranční test



# Diabetes mellitus

## Vznik

- v důsledku snížené sekrece inzulínu

## Příčiny

- nedostatečná produkce inzulínu  
= inzulín dependentní diabetes mellitus
- necitlivost tkání na inzulín  
= non-inzulín dependentní diabetes mellitus

# Diabetes mellitus

## Příznaky onemocnění diabetem

- zvýšená hladina glukózy v krvi (hyperglykémie)
- zvýšené vylučování glukózy močí (glykosurie – překročen ledvinový práh pro glukózu) vedou k potížím pacientů, kteří si stěžují na polyurii a polydipsii (časté močení a žíznivost)

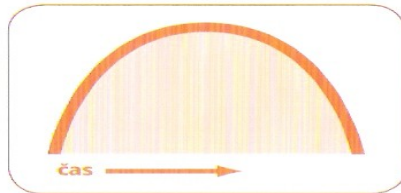
**Všichni posluchači bakalářského studia se ve své praxi s tímto onemocněním setkají!!!**

# Druhy inzulinů

## *Lidské inzuliny*

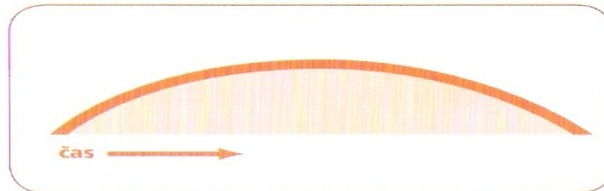
### **Krátce působící inzuliny**

Jejich účinek nastupuje za 15–30 minut po podkožním podání. Vrcholí za 1–3 hodiny a trvá obvykle 4–6 hodin.



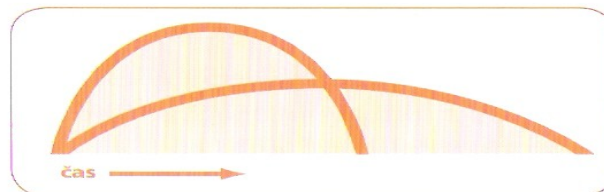
### **Středně dlouho působící inzuliny**

Účinek s mírně zpožděným začátkem a delším trváním. Začátek působení za 1–2,5 hodiny, maximální účinek za 4–12 hodin po injekci a doba působení 12–16 hodin.



### **Kombinované inzuliny**

Obsahují krátce působící i středně dlouho působící inzulin. Skládají se z několika kombinací složek: 20–50 % krátce působícího inzulinu a 80–50 % středně dlouho působícího inzulinu.



# Příklady inzulinových režimů

## 1. Konvenční inzulinová léčba

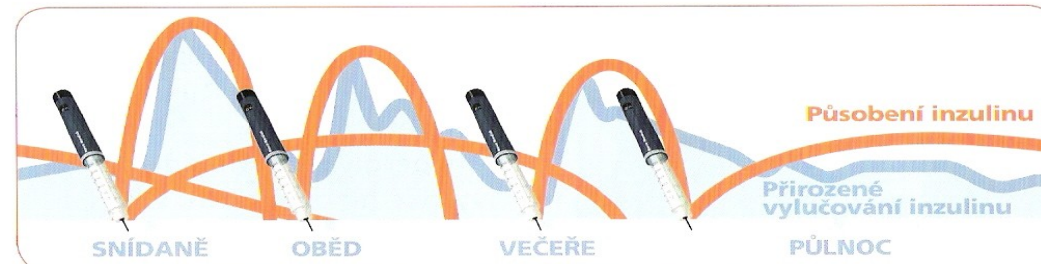
- dvě injekce (ráno a večer)



Ranní injekce pokryje požadavky na inzulín v reakci na snídani a oběd. Večerní injekce pokryje večerní jídlo a noc. Pokud používáte tento typ rozvrhu injekcí, musíte dodržovat pevný časový rozvrh jídel.

## 2. Intenzifikovaná inzulinová léčba (režim bazál-bolus)

- tři a více dávek inzulínu



- Cílem je udržet hladiny krevního cukru blízké normálním hladinám.
- Intenzifikovaná inzulinová léčba vyžaduje neustálé monitorování krevní glukózy.
- Umožňuje pružně upravovat dietu a dávky inzulínu.
- Snižuje riziko komplikací.

# Jak a kam aplikovat inzulin

Inzulin by měl být aplikován do podkoží břicha, paží, stehen a hýždí.

## **Krátkodobě působící inzulin**

– by měl být aplikován do břicha nebo paže, protože z těchto míst je nejrychleji vstřebáván.

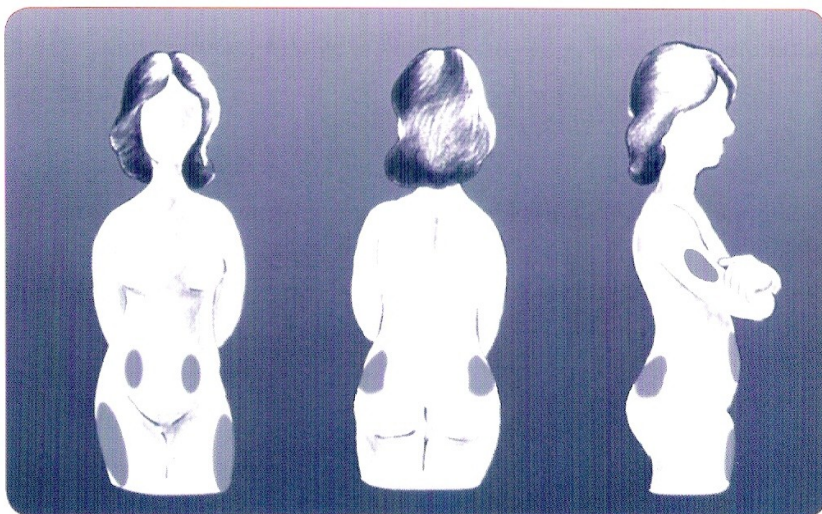
## **Střednědobě působící inzulin**

– do stehna nebo do hýždí, protože z této oblasti je vstřebáván pomalu a rovnoměrně.

## **Kombinované inzuliny**

– do břicha, paže, stehna a hýždí.

Jestliže chcete vpichy provádět správně, musíte věnovat zvláštní pozornost technice a délce jehly.



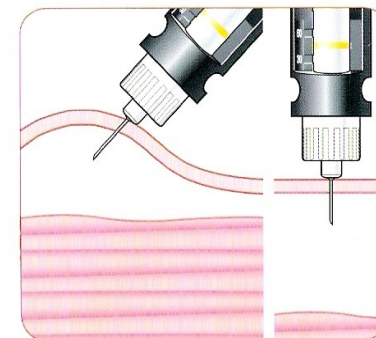
## **Technika vpichu**

**Pacient:** dítě

**Doporučená délka jehly:** 6 mm

**Technika vpichu:**

- u břicha a stehna – udělejte kožní řasu, aplikujte jehlu v úhlu 45°
- u paže – nedělejte kožní řasu

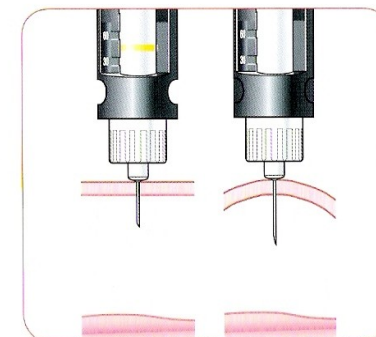


**Pacient:** dospělý s normální hmotností

**Doporučená délka jehly:** 6 mm

**Technika vpichu:**

- do kožní řasy nebo bez ní aplikujte jehlu v úhlu 90°

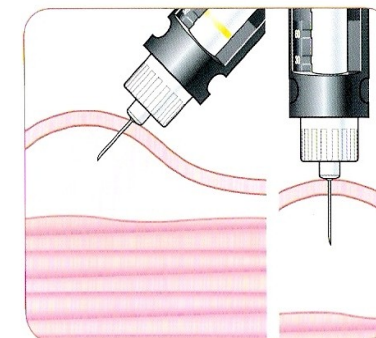


**Pacient:** dospělý s normální hmotností

**Doporučená délka jehly:** 8 mm

**Technika vpichu:**

- u břicha a stehna – udělejte kožní řasu, aplikujte jehlu v úhlu 45°
- u paže – nedělejte kožní řasu



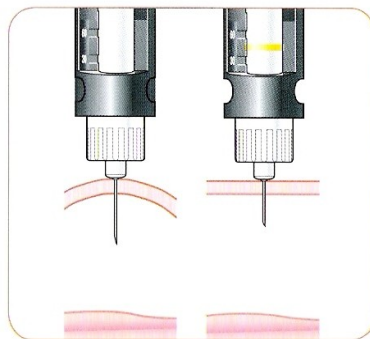
# Jak a kam aplikovat inzulin

**Pacient:** obézní dospělý

**Doporučená délka jehly:** 6 mm

**Technika vpichu:**

- u stehna – udělejte kožní řasu, aplikujte jehlu v úhlu 90°
- u břicha – nedělejte kožní řasu

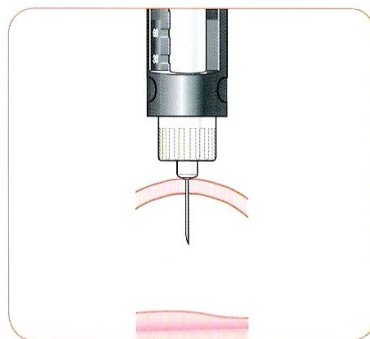


**Pacient:** obézní dospělý

**Doporučená délka jehly:** 8 mm

**Technika vpichu:**

- udělejte kožní řasu, aplikujte jehlu v úhlu 90°

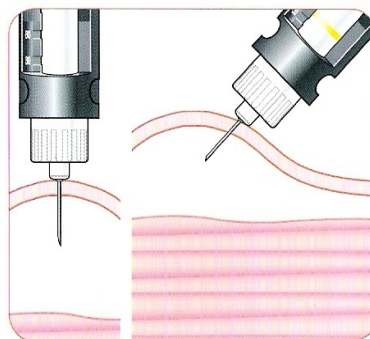


**Pacient:** štíhlá osoba

**Doporučená délka jehly:** 6 mm

**Technika vpichu:**

- u velmi štíhlé osoby (BMI < 20) udělejte kožní řasu

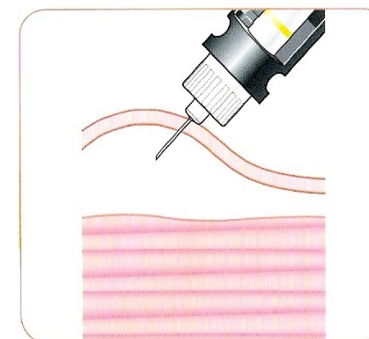


**Pacient:** štíhlá osoba

**Doporučená délka jehly:** 8 mm

**Technika vpichu:**

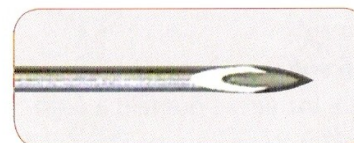
- udělejte kožní řasu, aplikujte jehlu v úhlu 45°



Je důležité, aby jehla zůstala pod kůží po dobu 6 až 10 sekund po vstříknutí plánované dávky inzulinu. Tak zabráníte úniku z místa vpichu.

Mějte na paměti, že jehlu musíte po každé injekci vyměnit. Opakované používání jedné jehly způsobuje:

- její ucpaní (kvůli krystalizaci inzulinu v jehle), což může vést k podání nesprávné dávky
- otupení hrotu, což může vést k poranění podkožní tukové vrstvy
- nepříjemnější vpich injekce kvůli bolesti
- riziko infekce



*Srovnání jednou použité jehly a jehly po mnoha použitích.*

# Aplikační technika

Lékař v diabetologické ambulanci vám může nabídnout pomůcky, které vám budou vyhovovat, a vysvětlí vám zacházení s nimi. Můžete si vybrat aplikátor – inzulinové pero, které obsahuje inzulin na několi aplikací. Jinou možností je použití inzulinové pumpy. Použití klasické jehly a lahvičky s inzulinem vyžaduje natažení příslušné dávky inzulinu před každou aplikací.

## ***Aplikace inzulinovým perem***

O volbě odpovídajícího inzulinového pera anebo dávkovače rozhoduje lékař společně s pacientem. Pro pacienta je důležité, aby ho aplikační technika nikdy nezklamala, byla spolehlivá, účinná a přesná. Inzulinová pera v současné době mohou pacientovi nabídnout opravdový komfort při aplikaci inzulinu. Již není potřeba natahovat inzulin do stříkačky. Součástí inzulinového pera je náplň s inzulinem, tzv. penfill, která obsahuje dostatek inzulinu na několikadenní používání. Použití je velice snadné – nastavíte dávku, zasunete jehlu a stisknete dávkovací tlačítko. Tato pomůcka je podobná klasickému psacímu peru a snadno se vejde do kapsy.



## ***Aplikace pomocí inzulinové pumpy***

Inzulinové pumpy jsou kapesní přístroje určené k nepřetržitému podávání inzulinu podle nastaveného programu. Inzulin se pomalu a automaticky aplikuje do podkoží kanylou – tenkou trubičkou, na kterou je napojená jehla. Tento způsob aplikace inzulinu se blíží normální, fyziologické sekreci. Pumpy jsou napájeny elektrickými bateriemi a nosí se v kapse anebo ve speciálních obalech a páscích na těle.



# Glukagon

## Tvorba

- A buňky Langerhansových ostrůvků pankreatu

## Signál pro sekreci

- snížení hladiny glukózy v krvi

## Hlavní úkol

- zvýšení glykémie

# Glukagon

Způsoby zvýšení glykémie:

- zvýšený rozklad glykogenu v játrech (glykogenolýza)
- zvýšená tvorba glukózy z glycerolu a mastných kyselin (glukoneogeneze)
- zvýšení sekrece inzulínu

# Inkretiny

Slinivka břišní produkuje a uvolňuje více inzulínu do krve je-li glukóza požitá ústy (než když je podána nitrožilně) → musí existovat ještě jiný mechanismus, který napomáhá redukovat koncentraci glukózy v krvi.

## Vznik

- v rámci trávicí soustavy a uvolňují se vždy po jídle  
→ krevním oběhem až k cílovým tkáním

# GLP-1 (glucagon-like peptide 1)

## Hlavní úkol

- zpomalují evakuaci žaludku
  - zpomaluje vstup živin do oběhu po jídle → snižuje chuť k jídlu → vede k časnějšímu navození sytosti → vede k redukci hmotnosti
- zvyšuje inzulinem stimulovaný metabolismus glukózy v tukových tkáních
- stimuluje tvorbu glykogenu ve svalové tkáni a v játrech
- kardioprotektivní účinky
- snižuje apoptózu beta buněk

# Hormony štítné žlázy

- Thyroxin - T4
- Trijodthyronin - T3

# Hormony štítné žlázy

Sekrece je řízena

- nabídkou jodu, TRH (Thyreotropin uvolňující hormon), TSH (Thyreotropní hormon)

Místo působení

- všechny buňky v organismu, které mají intracelulární receptory (jaderné a mitochondriální)

# Hormony štítné žlázy - účinky

- **zvyšují bazální metabolismus** (zvýšenou spotřebou kyslíku a vznikem tepla)
- **stimulují proteosyntézu a růst** (hlavně intrauterinně)
- **stimulují metabolismus cukrů** (využívají cukry jako zdroj energie)
- **stimulují mobilizaci a oxidaci tuků** (opět jako zdroj energie)

# Hormony štítné žlázy - účinky

- **zvyšují srdeční frekvenci a srdeční výdej**  
(zajišťují tak přísun kyslíku na krytí zvýšených metabolických potřeb)
- **vliv na nervový systém** (ovlivňují rychlost vedení vzruchu, intrauterinně i diferenciaci nervové tkáně)



# Poruchy sekrece hormonů štitné žlázy

- hypertyreóza
- hypotyreóza
  - z nedostatku jódu
  - autoimunitní choroba

# Hypertyreóza

## (Basedowova-Gravesova choroba)

Příznaky (plynou ze zvýšení metabolismu)

- úbytek hmotnosti i přes velkou „žravost“
- pocení
- jemný třes
- tachykardie
- nervozita (zrychlené reflexní reakce)
- nesnášenlivost tepla
- exoftalmus (vystouplé oční bulby v důsledku aktivace proteosyntézy oční tkáně)

# Hypertyreóza

## (Basedowova-Gravesova choroba)

Projev v oblasti krku

- vznik strumy – malá, tvrdá, horká

Příčiny

- nejčastěji jako autoimunitní choroba

Vyšetření hladin hormonů

- T3, T4 vysoké hladiny
- TSH nízká hladina

# Hypothyreóza z nedostatku jodu (Endemická struma)

## Výskyt

- v horských oblastech při nedostatku jodu ve vodě
- pokud trpěla nedostatkem jodu matka během těhotenství  
→ u dítěte pak projevy onemocnění zvaného kretenizmus

## Vyšetření hladin hormonů:

- T3, T4 snížené hladiny
- TSH zvýšená hladina

# Hypotyreóza – autoimunitní choroba (Hashimotova struma)

## Příznaky

- malátnost
- spavost
- snížený metabolismus
- otylost
- bradykardie
- myxedém (zmnožením mukopolysacharidů v podkoží)

# Hypothyreóza – autoimunitní choroba (Hashimotova struma)

Vyšetření hladin hormonů

- T3, T4, TSH snížené hladiny (u všech)

**Děkuji za pozornost**