

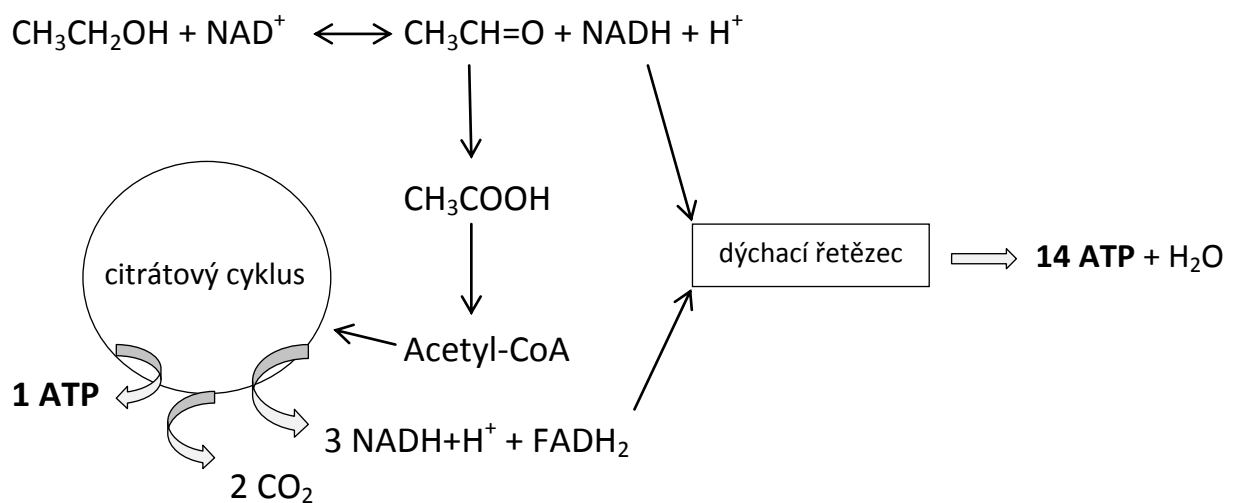
Jméno a UČO:

Datum:

# Vliv polymorfismu v genu pro alkoholdehydrogenázu na její aktivitu

## TEORETICKÝ ÚVOD

Alkoholdehydrogenáza je enzym oxidující primární a sekundární alkoholy a dioly. Zřejmě nejvýznamnějším z těchto alkoholů je ethanol, jehož metabolismus je lokalizován v gastrointestinálním traktu, především v játrech (až 98 %). Zde dochází účinkem ADH ve spolupráci s koenzymem  $\text{NAD}^+$  k oxidaci ethanolu na acetaldehyd. Vznikající acetaldehyd je pak dále oxidován aldehyddehydrogenázou (ALDH) na acetát, který ve svalové tkáni vstupuje do citrátového cyklu jako acetyl-CoA a je postupně přeměněn na  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  a energii v podobě 15 molekul ATP (obr. 1). Existuje několik typů ADH a ALDH enzymů, které jsou kódovány různými geny. Ukázalo se, že tyto různé varianty mohou u lidí ovlivňovat riziko vzniku závislosti na alkoholu. Předpokládá se, že mechanismus vzniku závislostí spojených s výskytem určitých forem ADH a ALDH je způsoben lokálním zvýšením obsahu acetaldehydu vyplývajícím buď z rychlé oxidace ethanolu, nebo pomalejší oxidace acetaldehydu.



**Obr. 1:** *Metabolismus ethanolu*

U lidí bylo identifikováno sedm různých genů pro ADH (*ADH1A*, *ADH1B*, *ADH1C*, *ADH4*, *ADH5*, *ADH6*, *ADH7*) nacházejících se na chromosomu 4. Jednotlivé formy ADH byly pak na základě podobného obsahu aminokyselin a kinetických parametrů rozděleny do pěti tříd. Třída I obsahuje geny pro *ADH1A*, *ADH1B* a *ADH1C*, které mají hlavní podíl na oxidaci ethanolu v játrech. Do třídy II patří gen pro *ADH4*, který se uplatňuje při oxidaci ethanolu až při vyšších koncentracích. Gen pro *ADH5* patří do třídy III kóduje enzym zvaný formaldehyddehydrogenáza a vyznačuje se velmi nízkou afinitou pro ethanol. mRNA *ADH6* (třída IV) byla izolována z jater plodu i z jater dospělých jedinců,

tento enzym však doposud nebyl z tkáně vyizolován a je o něm známo jen málo. Do poslední rodiny V patří *ADH7*, který se podílí na oxidaci retinolu a v menší míře také na oxidaci ethanolu.

U genů pro *ADH1B* a *ADH1C* bylo objeveno několik SNPs ovlivňujících kinetické vlastnosti těchto enzymů. Například polymorfismus nacházející se v kódující oblasti *ADH1B* genu, který vede k záměně aminokyseliny argininu v pozici 48 za histidin (*ADH1B\*48H*) nebo polymorfismus v genu *ADH1C* vyznačující se záměnou izoleucinu v pozici 350 za valin (*ADH1C\*350I*). Tyto substituce mají za následek produkci atypických forem enzymů s mnohonásobně zvýšenou  $V_{\max}$  pro oxidaci ethanolu na acetaldehyd oproti formám klasickým (zvýšení až o 70%). Výsledky řady analýz ukazují, že polymorfismy *ADH1B\*48H* a *ADH1C\*350I* se právě vyskytují u osob s nadměrnou konzumací alkoholu. Přímá souvislost mezi polymorfismy a alkoholismem však doposud nebyla potvrzena.

### **Restrikční analýza**

Restrikční endonukleasy jsou enzymy, které rozpoznávají ve dvoušroubovicové DNA specifickou sekvenci složenou obvykle ze 4 až 6 párů bazí a v tomto místě DNA specificky štěpí. Většina rozpoznávaných sekvencí restrikčními enzymy jsou tzv. palindromy. Některé restrikční enzymy katalyzují štěpení dvou vláken DNA v polohách symetricky rozmístěných okolo středu palindromové sekvence (*HhaI*); vznikají tak fragmenty s kohezními či lepivými konci. Jiné restrikční enzymy naopak štěpí řetězec přímo ve středu palindromu (*SspI*). Vznikají pak fragmenty se zarovnanými či tupými konci.

K analýze jednotlivých polymorfismů se využívá restrikční analýza pro *ADH1B* s využitím restriktázy *HhaI* a pro *ADH1C* *SspI*. Jako materiál pro analýzu slouží vzorek lidské krve, ze kterého se amplifikuje část oblasti genu obsahující daný polymorfismus a následně se provede restrikční analýza. Pro amplifikaci části genu *ADH1B* je potřeba pro zanesení restrikčního místa použít mismatchový primer.

### **Aktivita ADH**

Aktivita ADH se měří kolorimetrickou metodou využívající redukci N,N-dimethyl-4-nitrosoanilinu (NDMA) a ethanolu jako substrátu. Výrazně žlutý NDMA je v přítomnosti  $\text{NADH}+\text{H}^+$  enzymaticky redukován na bezbarvý hydroxylaminový derivát. Jde tedy o recyklaci koenzymu, který se redukuje při oxidaci ethanolu a následně se opět oxiduje při redukcí NDMA. Změna zbarvení reakční směsi se pozoruje při 440 nm.

### **Odběr kapilární krve**

Kapilární krev se používá v případech, kdy je třeba jen malé množství vzorku. Hlavní zásady při odběru:

- prohřátím místa vpichu (bříško prstu, ušní boltec, u kojenců pata) zabezpečit dobré prokrvení (přiložit teplý vlhký obklad 3 min před vlastním odběrem)
- místo vpichu dezinfikovat
- vpich směřovat ze strany do bříška prstu, kde je lepší prokrvení než ve středu
- po nabodnutí lancetou první kapku otřít (příměs tkáňového moku), další tvorbu kapek podpořit lehkým tlakem (při silném vymačkávání je v krvi příměs tkáňového moku)

- krev se obvykle odebírá do speciálních kapilárních krevních zkumavek nebo do malých plastových či skleněných zkumavek. U proužkových testů se kapka krve aplikuje přímo.
- po odběru přiložit na místo vpichu vatou smočenou dezinfekčním prostředkem

### **Zpracování krve**

Krev odebraná bez použití protisrážlivých prostředků se po kratší době sráží, v důsledku přeměny rozpustného fibrinogenu na vláknitou síť fibrinu. Odstředěním (10 min., 10 000xg, pokojová teplota) sražené krve se získá sérum. Doba srážení musí být dostatečná (při pokojové teplotě po 15–30 min). Předčasné oddělení séra od krevních elementů však může vést k dodatečné tvorbě fibrinu a koagulaci séra.

### **Postup práce:**

#### **Odběr vzorku krve**

Odběr kapilární krve se provádí z boku špičky prstu (toto místo je nejméně citlivé na bolest)

1. Připravte si sterilní, jednorázovou autolancetu – odšroubujte sterilní čepičku a nastavte hloubku vpichu.
2. Otřete prst kapesníčkem s alkoholem a vyčkejte, dokud prst nebude úplně suchý.
3. Uchopte jednorázovou autolancetu mezi ukazováčkem, prostředníčkem a palcem. Přitiskněte autolancetu pevně z boku ke špičce prstu (toto místo je nejméně citlivé na bolest) a palcem stiskněte spoušť na doraz.
4. První malou kapku otřete a další tvorbu kapek podpořte jemným masírováním prstu směrem ke konečku.
5. Krev odeberte do sterilní mikrozkušavky. Odeberte vzorek pro PCR a zbytek krve nechte srážet 30 min.

#### **PCR**

1. Smíchejte 4 µl odebrané krve se 4 µl 5 nM EDTA.
2. Připravte reakční směsi dle uvedené tabulky do PCR zkumavky:

Reakční směs HhaI		Reakční směs Sspl	
krev	2,5 µl	krev	2,5 µl
HhaI F primer (10 µM)	1,5 ul	Sspl F primer (10 µM)	1,5 ul
HhaI R primer (10 µM)	1,5 ul	Sspl R primer (10 µM)	1,5 ul
Kapa MasterMix B	12,5 µl	Kapa MasterMix B	12,5 µl
DMSO	1,3 µl	DMSO	1,3 µl
PCR voda	8,7 µl	PCR voda	8,7 µl

3. Reakční směsi jemně promíchejte, krátce stočte a vložte do termocycleru. Na termocycleru nastavte následující program:

95°C	5 min	
95°C	30 s	} 40x
55°C	30 s	
72°C	3 min	
72°C	5 min	

### **Restrikční analýza**

1. Připravte reakční směsi dle uvedené tabulky do PCR zkumavky:

<i>Reakční směs HhaI</i>		<i>Reakční směs SspI</i>	
PCR produkt	10 µl	PCR produkt	10 µl
10x reakční pufr	2 µl	10x reakční pufr	2 µl
Enzym <i>HhaI</i>	1 µl	Enzym <i>SspI</i>	1 µl
PCR voda	7 µl	PCR voda	7 µl

2. Reakční směs promíchejte, krátce stočte a inkubujte 20 min při 37°C.
3. Připravte si 1,5% agarosový gel.
4. K 10 µl restrikční směsi a 10 µl PCR reakce přidejte DNA nanášecí pufr a naneste vzorky na gel v následujícím pořadí:

Délkový marker – PCR produkt – RA *HhaI* – RA *SspI*

### **Aktivita ADH**

1. Sraženou krev centrifugujte 10 min při pokojové teplotě při 10 000 x g.
2. Opatrně odeberte sérum a přeneste do sterilní mikrozkušavky.
3. Připravte reakční směsi dle uvedené tabulky do PCR zkumavky:

<i>Vzorek</i>		<i>Reference</i>	
Sérum	12,5 µl	Sérum	12,5 µl
Reakční pufr	37,5 µl	Reakční pufr	37,5 µl
		Pyrazol (0,5 M)	1 µl

4. Reakční směs promíchejte, krátce stočte a inkubujte 20 min při 25°C. Reakci ve vzorku bez pyrazolu zastavte přidáním 5 µl 0,5 M pyrazolu.
5. Změřte rozdíl absorpance při 440 nm.

### **Vyhodnocení**

- Na základě výsledku restrikční analýzy určete, zda váš vzorek krve obsahoval některý z polymorfismů v genu pro ADH
- Vypočtete aktivitu ADH ( $\epsilon_{440} \text{NDMA} = 34 \cdot 10^3 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ )