

## Neinvazivní RHc genotypizace plodu z periferní krve těhotných žen

Hromadníková I.<sup>1</sup>, Doucha J.<sup>3</sup>, Benešová B.<sup>2</sup>, Veselá K.<sup>1</sup>, Rožňáková E.<sup>2</sup>, Hakenová A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pediatrická klinika, <sup>2</sup>Krevní banka, <sup>3</sup>Gynekologicko-porodnická klinika, 2. LF UK a Fakultní nemocnice Motol, Praha,

<sup>4</sup>Transfuzní oddělení, Fakultní Thomayerova nemocnice, Praha

### Souhrn

V této prospektivní studii shrnujeme naše první zkušenosti s neinvazivní prenatalní RHc genotypizací plodu s využitím PCR v reálném čase, specifických primerů a TaqMan sondy navržených pro c alelu RHCE genu. Celkem bylo testováno 13 neoimunizovaných a 1 anti-c aloimunizovaných těhotných žen v rozmezí 12. až 33. týdne gravidity. Výsledky neinvazivní prenatalní RHc genotypizace plodu provedené na DNA extrahované z periferní krve matek jsme korelovali s výsledky imunohematologické analýzy pupečnickové krve. Výsledky RHc genotypizace plodu byly ve shodě s vyšetřením pupečnicku u všech vyšetřených těhotných žen. Neinvazivní prenatalní RHc genotypizace plodu umožňuje identifikaci plodů v riziku hemolytického onemocnění. Detekce Rhc negativních plodů u anti-c aloimunizovaných těhotenství může vyloučit potřebu invazivního prenatalního vyšetření.

**Klíčová slova:** fetální DNA, hemolytické onemocnění plodu, kvantitativní PCR v reálném čase, mateřská plazma, c alela, RHCE gen

### Summary

Hromadníková I., Doucha J., Benešová B., Veselá K., Rožňáková E., Hakenová A.: Non-invasive fetal RHc genotyping from maternal peripheral blood

In this prospective study, we described our first experience with non-invasive foetal RHc genotyping by analysis of DNA extracted from maternal plasma samples by using real-time PCR, specific primers and TaqMan probe targeted toward c allele of RHCE gene. We analysed 13 non-alloimmunised and 1 anti-c alloimmunised pregnant woman within 12<sup>th</sup> and 33<sup>rd</sup> week of pregnancy and correlated the results with serological analysis of cord blood. Non-invasive prenatal foetal RHc genotyping analysis of maternal plasma samples was in complete concordance with the analysis of cord blood in all pregnancies. Non-invasive foetal RHc genotyping enables the identification of foetuses at risk of haemolytic disease of the newborn. An identification of RHc negative foetuses in anti-c alloimmunized pregnancies may exclude the demand of invasive prenatal procedures.

**Key words:** foetal DNA, haemolytic disease of the newborn, quantitative real-time PCR, maternal plasma, c allele, RHCE gene

*Trans. Hemat. dnes, 11, 2005, No. 4, p. 14–16.*

### Úvod

V této prospektivní studii shrnujeme naše první zkušenosti s neinvazivní prenatalní RHc genotypizací plodu s využitím PCR v reálném čase, specifických primerů a TaqMan sondy navržených pro c alelu RHCE genu (1). RHc genotyp plodu může být určen u RhC homozygotní matky, jelikož mezi C a c alelou RHCE genu je rozdíl v 6 nukleotidech a tím zároveň ve 4 aminokyselinách (Cys16Trp, Ile60Leu, Ser68Asn and Ser103Pro), (11, 12). Pro detekci c alely RHCE genu jsme použili systém navržený pro Ser103Pro RhC/Rhc polymorfismus (1).

### Pacienti a metodika

Celkem bylo testováno 13 neoimunizovaných a 1 anti-c aloimunizovaných CC homozygotních těhotných žen v rozmezí 12. až 33. týdne gravidity. Všechny pacientky daly informovaný souhlas s odběrem periferní krve pro toto vyšetření.

### Příprava plazmy

Plazma byla připravena z 10 ml nesrážlivé periferní krve (EDTA) nejpozději 24 hodin po odběru dvěma různými protokoly (centrifugace 1200 x g a 3000 x g 10 min.). Poté byla plazma stočena znovu a skladována při  $\leq -80$  °C až do dalšího zpracování. Sekvence specifických primerů a TaqMan sondy použitých pro detekci c alely RHCE genu jsou v tabulce 1 (1).

Abychom minimalizovali riziko kontaminace vzorků, prováděli jsme veškeré zpracování biologického materiálu v laminárním boxu třídy II a pro pipetování jsme používali aerosol-rezistentní špičky (2, 3).

### Izolace DNA z mateřské plazmy

DNA byla extrahována z 400  $\mu$ l mateřské plazmy za použití QIAamp DNA Blood Mini Kitu (Qiagen, Hilden, Germany) podle pokynů výrobce. DNA byla eluována 50  $\mu$ l AE pufru a 5,0  $\mu$ l eluátu bylo použito pro amplifikaci c alely RHCE genu a 2,5  $\mu$ l pro detekci kontrolního  $\beta$ -globinového genu (2, 3).

**PCR v reálném čase**

RQ-PCR analýza byla provedena na ABI PRISM 7700 sekvenčním detekčním systémem (Applied Biosystem, Branchburg, New Jersey, USA). PCR reakční směs (celkový objem 25 µl) obsahovala TaqMan Universal PCR Master Mix (Applied Biosystem, Branchburg, New Jersey, USA), optimalizované primery (300 nM) a TaqMan sondu (200 nM). Podmínky PCR reakce byly nastaveny podle manuálu výrobce (2min. preinkubace při 50 °C potřebná pro aktivaci AmpErase Uracil N- glykosylázy s následnou 10minutovou preinkubací při 95 °C nutnou pro aktivaci AmpliTaq Gold DNA polymerázy; dále 50 cyklů při 95 °C 15s (denaturace DNA) a 60 °C 1 min (anelace a syntéza DNA).

Každý vzorek DNA izolovaný z mateřské plazmy byl analyzován v 8jamkových prouzcích v 7 replikátech. Pozitivní výsledek byl hodnocen jako detekce fluorescenčního signálu v jamce před 40. cyklem (Ct < 40), (2, 3).

**Výsledky**

Výsledky neinvazivní prenatalní *RHc* genotypizace plodu provedené na DNA extrahované z periferní krve matek jsme korelovali s výsledky imunohematologické analýzy pupečnickové krve (tab. 2). Výsledky *RHc* genotypizace plodu byly ve shodě s vyšetřením pupečnicku u všech vyšetřených těhotných žen. Amplifikace *RHc* alely na DNA extrahované ze 400 µl mateřské plazmy se ve většině případů ale objevovala opožděně (mezi 38.

a 42. cyklem) ve srovnání se systémem používaným pro C alelu *RHCE* genu, který využívá specifických primerů navržených pro inzerci v intronu 2 *RHCE* genu (1). Proto doporučujeme *Rhc* genotypizaci plodu provádět na DNA extrahované z 800 µl mateřské plazmy s finálním elučním objemem 50 µl. Tímto krokem dojde k ještě většímu zkoncentrování DNA a ve směsném templátu mateřské a fetální DNA bude přítomno větší množství fetální DNA pro danou analýzu.

**Diskuse**

V případě *Rhc* inkompatibility matky a plodu, jestliže je matka *Rhc* negativní a plod po otci *Rhc* pozitivní, mohou erytrocyty plodu navodit aloimunitaci matky s následnou tvorbou anti-c protilátek, jež po průchodu placentární bariérou mohou zapříčinit hemolytické onemocnění plodu (4, 5).

Léčba aloimunitizovaných těhotenství se v posledních letech koncentruje do center fetální medicíny. Kromě detekce mateřských aloprotilátek, sledování jejich titru a ultrasonografie, je kordocentéza hlavní diagnostickou metodou (stanovení krevní skupiny a krevního obrazu plodu) (4, 5). *RHc* genotyp plodu lze nyní určit neinvazivně v průběhu těhotenství z DNA izolované z periferní krve matky bez nutnosti provedení invazivních metod (biopsie choriových klků, amniocentéza, kordocentéza) za použití vysoce citlivé molekulárně biologické metody PCR v reálném čase (1). Během těhotenství cirkuluje

**Tab. 1.** Sekvence specifických primerů a TaqMan sondy použitých pro detekci c alely *RHCE* genu.

Gen	Primery	TaqMan sonda	citace
<i>RHCE</i> c alela	5'-TCGGCCAAGATCTGACCG-3' 5'-ATGACCACCTTCCCAGG-3'	5'-(FAM) CTTCTCACCTCAAATTC CGGAGA (TAMRA)-3'	1

**Tab. 2.** Neinvazivní *RHc* genotypizace plodu na fetální DNA přítomné v mateřské plazmě u těhotných žen (prospektivní studie).

PČ	IČ	Týden gravidity	<i>RHCE</i> c alela plazma	<i>Rhc</i> pupečník	anti-c
1	978A	12	+	+	ne
	978B	16	+	+	ne
2	993	12	-	-	ne
3	998	33	+	+	ne
4	1036	13	+	+	ne
5	1072A	12	-	-	ne
	1072B	16	-	-	ne
6	1078A	12	+	+	ne
	1078B	16	+	+	ne
7	1087	12	-	plod A:- plod B:- plod C:-	ne
8	1100	12	+	+	ne
9	1120	16	+	+	ne
10	1123	13	+	+	ne
11	1146	12	+	+	ne
12	1208	12	+	+	ne
13	1235	28	-	-	Anti-c: NAT = 16 HON ne
14	1236A	12	+	+	ne
	1236B	16	+	+	ne

v mateřské periferní krvi extracelulární fetální DNA (6-8) jako důsledek obnovy buněk placenty a destrukce fetálních buněk imunitním systémem matky, které přecházejí přes placentu do mateřské cirkulace. Vzhledem k přítomnosti jak mateřské tak fetální DNA v mateřské krvi je však možné detekovat pouze paternální alely (9, 10).

Detekce Rhc negativních plodů v současné graviditě může vyloučit potřebu invazivního prenatálního vyšetření, neboť anti-c protilátky mohou v mateřské cirkulaci přetrvávat z předchozího období z mnoha důvodů (4, 5).

*Poděkování*

*Tato práce vznikla za podpory VZ 2. LF UK č. 111300003 a MSM 00216 20806*

## Literatura

1. **Legler TJ, Lynen R, Maas JH, Pindur G, Kulenkampff D, Suren A, Osmers R, Kohler M.** Prediction of fetal RhD and Rh CcEe phenotype from maternal plasma with real-time polymerase chain reaction. *Transfus Apheresis Sci* 2002; 27: 217-223.
2. **Hromadníková I, Vechetová L, Veselá K, Benešová B, Doucha J, Linhartová E, Vlk R, Kulovaný E.** Neinvazivní RHD genotypizace plodu na DNA izolované z periferní krve RhD negativních těhotných žen. *Transfuze a hematologie dnes* 2003; 4: 151-158.
3. **Hromadníková I, Benešová B, Vechetová L, Veselá K, Doucha J, Linhartová E, Vlk R.** Neinvazivní RHD, RHC a RHE genotypizace plodu z periferní krve RhD negativních těhotných žen. *Transfuze a hematologie dnes* 2004; 1: 13-17.
4. **Žižka Z, Calda P.** Prevence, diagnostika a léčba erytrocytární aloimunizace v těhotenství. *Moderní gynekologie a porodnictví* 1998; 7(2).
5. **Avent ND, Reid ME.** The Rh blood group system: a review. *Blood* 2000; 95: 375-387.
6. **Poon LL, Lo YM.** Circulating fetal DNA in maternal plasma. *Clin Chim Acta* 2001; 313: 151-155.
7. **Lo YMD, Corbetta N, Chamberlain PF, Sargent JL.** Presence of fetal DNA in maternal plasma and serum. *Lancet* 1997; 350: 485-487.
8. **Lo YMD, Tein MSC, Lau TK, Haines CJ, Leung TN, Poon PMK, Wainscoat JS, Johnson PJ, Chang AMZ, Hjelm NM.** Quantitative analysis of fetal DNA in maternal plasma and serum. Implications for noninvasive prenatal diagnosis. *Am J Hum Genet* 1998; 62: 768-775.
9. **Nelson M, Eagle C, Langshaw M, Popp H, Kronenberg H.** Genotyping fetal DNA by non-invasive means: extraction from maternal plasma. *Vox Sang* 2001; 80(2): 112-116.
10. **Zhong XY, Hahn S, Holzgreve W.** Prenatal identification of fetal genetic traits. *Lancet* 2001; 357: 310-311.
11. **Mouro I, Colin Y, Cherif-Zahar B, Cartron JP, Le Van Kim C.** Molecular genetic basis of the human Rhesus blood group system. *Nat Genet* 1993 Sep; 5(1): 62-5.
12. **Avent ND.** Human erythrocyte antigen expression: its molecular bases. *Br J Biomed Sci* 1997 Mar; 54(1): 16-37.

*RNDr. I. Hromadníková, PhD.  
Laboratoř buněčné biologie  
Pediatrická klinika, 2. LF UK a FN Motol Praha  
V úvalu 84  
150 06 Praha 5*

*Došlo do redakce: 16. 11. 2004*

*Přijato: 24. 1. 2005*

**Katalog kongresů, konferencí, symposií a přednášek počínaje rokem 2005** nebude vycházet ve své tradiční tištěné podobě, ale elektronicky. Akce odborných lékařských společností a spolků ČLS JEP najdete na adrese [www.cls.cz/katalog](http://www.cls.cz/katalog).