

# OPTIMIZED METHODOLOGY OF CALIPER POSITIONING FOR ULTRASOUND MEASUREMENT OF NUCHAL TRANSLUCENCY

**Dana Kolářová**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkolar25@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ivo Provazník

E-mail: provaznik@feec.vutbr.cz

**Abstract:** This paper deals with the currently used measurement methodology of nuchal translucency, created by the Fetal Medicine Foundation. The aim is to describe the limitations of this methodology and to explain inaccuracies that arise due to the recommendations the Fetal Medicine Foundation. The biggest shortcoming of this methodology is the effect of parameters that are being set on the device before and during the actual measurement, and it is the reason, why a new methodology that would not be affected by this, should be created. Such a methodology is created based on the analysis of the influence of parameters.

**Keywords:** First trimester screening, nuchal translucency, ultrasound parameters.

## 1. ÚVOD

Hlavním úkolem sonografických vyšetření v porodnictví je diagnostika vrozených vývojových vad plodu. Screening vývojových vad plodu se provádí v prvním trimestru těhotenství a jedná se o celou řadu ultrazukových a biochemických měření. Nejdůležitějším ultrazukovým markerem prvotrimestrálního screeningu je měření šířky nuchální translucence (NT), jehož výsledek má největší váhu pro výpočet rizika vrozených vývojových vad plodu. Z tohoto důvodu je kladen velký důraz na správnost měření a interpretaci výsledků.

Nuchální translucence je nahromadění tekutiny v zátylku plodu. Tuto vrstvu podkožní tekutiny lze sledovat pomocí ultrazvuku u všech plodů v prvním trimestru těhotenství. NT je na ultrazvuku viditelná jako hypoechogenní vrstva v podélné poloze plodu. Bylo prokázáno, že se zvyšující se hodnotou NT se zvyšuje i riziko postižení plodu [1].

## 2. POSTUP PRO MĚŘENÍ NUCHÁLNÍ TRANSLUCENCE

Standardní postup pro měření nuchální translucence popsala Nadace fetální medicíny (FMF):



**Obrázek 1:** Měření nuchální translucence podle doporučení FMF [2]

Gestační stáří plodu musí být  $11^{+0} - 13^{+6}$  týdnů a temeno – kostrční délka 45 – 84 mm. Musí být zobrazen mediosagitální řez plodem. Snímek by měl zobrazovat hlavu a horní část hrudníku plodu. Plod by měl být v neutrální poloze a měl by být vzdálen od amnia. Hlava by měla být v linii s páteří. Vyšetřující by měl použít kalipery ve tvaru křížků a umístit je na vnitřní okraj horizontálních linií vymezujících tloušťku NT – příčka měřítka by měla být jen obtížně viditelná, musí splývat s bílou čarou okraje hran a ne s nuchální tekutinou. Provádí se více měření a jako výsledek se bere nejvyšší hodnota NT [2].

### 3. NEPŘESNOSTI SOUČASNĚ POUŽÍVANÉ METODIKY

Hodnocení nejistoty ultrazvukového měření NT ve své bakalářské práci provedla M. Matejková [2]. Z výsledků této práce vyplynulo, že nejistota měření NT se pohybuje v rozmezí 20,18 - 49,01 %. Vysoká nejistota měření vzniká v důsledku současně používané metodiky měření NT FMF, konkrétně v důsledku nastavení přístroje.

Obrázek 2: zobrazuje příčné řezy nuchální krajinou – profil NT. Tento profil ukazuje závislost stupně šedi pixelu na pozici pixelu v obraze. Černá barva pixelu představuje nejnižší hodnotu a bílá barva naopak nejvyšší hodnotu na y – ové ose. Tloušťka NT je tedy reprezentována oblastí minimálních hodnot. Kalipery umístěné podle doporučení FMF by měly ležet v horní polovině profilů NT v místě, kde se křivka strmě mění, což odpovídá předpisu, že příčka měřítka musí splývat s bílou čarou okraje hran a ne s nuchální tekutinou. V praxi je přesné umístění kaliperu na hranu vymezující NT prakticky nemožné a to způsobuje, že doporučený postup FMF ve skutečnosti nestanovuje přesnou pozici pro umístění značek, ale pouze interval pozic ve kterých je měření považováno za správné.

Strmost sestupné a vzestupné části profilu NT je závislá na nastavení přístroje. Změnou nastavení některých parametrů lze dosáhnout toho, že strmost nebude tak výrazná, ale průběh profilu se bude kontinuálně měnit, což může způsobit až nepřítomnost hran v profilu NT. Absence hran je tedy způsobena pozvolnějším přechodem šedi v obraze. V důsledku toho je pro lékaře mnohem těžší přesně odlišit nuchální tekutinu a linii, která ji obklopuje, a do vyšetření je tak zanášena chyba.

#### 3.1. HODNOCENÍ VLIVU NASTAVENÍ PŘÍSTROJE NA VÝSLEDEK MĚŘENÍ

Pro posouzení vlivu jednotlivých parametrů byly pomocí ultrazvuku (*Medison Sonoace R7, 64 HW kanálů*) na fantomu (*ATS 539*) simulujícím NT nasnímány obrázky téže scény při různém nastavení přístroje. Bylo prověřeno devět parametrů: Gain, Dynamický rozsah, Harmonické zobrazení, Výstupní výkon, Frekvence sondy, Reject Level, Full Spectrum Imaging, Gray map a Počet fokusací.

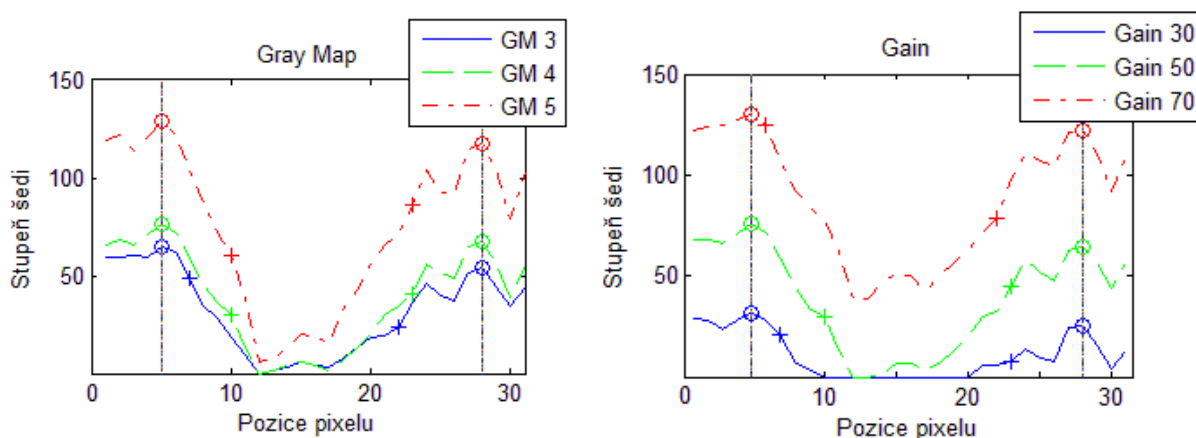
Ze získaných dat byly zobrazeny profily NT a pomocí skriptu vytvořeného v prostředí Matlab byly automaticky umístěny kalipery tak, aby odpovídaly doporučení FMF. Toho bylo docíleno tak, že byly po řadě odečteny hodnoty sousedních pixelů. Pozice s nejzápornější hodnotou pro sestupnou část a pozice s největší kladnou hodnotou pro vzestupnou část profilu byly označeny jako místa vhodná pro kladení kaliperů. Poté byly tyto pozice testovány celou řadou podmínek, aby se ověřilo, zda opravdu odpovídají možnému umístění kaliperů. Nejdůležitější podmínkou bylo testování, zda je hodnota pixelu na dané pozici větší než práh. Tato podmínka kontroluje, aby kaliper ležel ve světlé linii obklopující nuchální tekutinu. Hodnota prahu je vypočítána jako:

$$\text{Práh} = (\max \text{ v profilu NT} - \min \text{ v profilu NT}) / \text{konstanta} + \min \text{ v profilu NT} \quad (1)$$

Konstanta je přednastavena na 3. V případě že práh není překročen, se daná pozice vynuluje a hledá se pozice nová, přičemž konstanta se zvyšuje o 1. Toto snížení prahu je důležité zejména pro obrázky, ve kterých je malý rozsah hodnot stupňů šedi.

Na obrázku 2 jsou uvedeny výsledky pro parametry Gray map a Gain. Ze získaných výsledků lze usoudit, že určitý vliv na profil NT má změna jakéhokoliv z uvedených parametrů. Rozdíly v profilech NT při různém nastavení přístroje jsou posuzovány na základě změny strmosti sestupné a vzestupné části profilu NT, změny šířky oblasti představující nuchální tekutinu a změny hodnoty

pixelu, tedy posun profilu na y – ové ose. Je vidět, že umístění kaliperů se při různé hodnotě daného parametru mění. Výsledkem tedy je, že při snímání totožné scény s různým nastavením sonografu, získáme různé výsledky měření.



**Obrázek 2:** Vliv změny parametru na profil NT: + – představují umístění kaliperů podle doporučení FMF, O – představují maximální hodnoty pixelu v daném profilu

#### 4. NÁVRH NOVÉ METODIKY MĚŘENÍ NT

Lze tedy říci, že aby mohly být jednotlivé výsledky měření porovnávány, musela by metodika obsahovat informace o nastavení všech parametrů, což je v praxi nerealizovatelné, jelikož nastavování hodnot parametrů umožňuje lékaři získat co nejvhodnější snímek. Další možností je vytvoření nové metodiky tak, aby výsledky měření nezávisely na nastavení jednotlivých parametrů.

Z analýzy profilů NT vyplývá, že zatímco strmota hran a tedy místa pro umístění kaliperů se mění, maxima těchto profilů zůstávají na stejných pozicích. Proto se jeví jako nejvhodnější místa pro kladení kaliperů.

Pro získání vhodného snímku budou platit stejná pravidla, která popsala FMF. Měření se bude lišit až u samotného kladení kaliperů. Nejprve bude vykreslen profil NT v nejširším místě nuchální translucence a po té budou automaticky umístěny kaliperů do maxim tohoto průběhu.

#### 5. ZÁVĚR

Obě metodiky budou dále testovány na reálných datech a výsledky budou statisticky vyhodnoceny. Cílem tohoto příspěvku je snaha o kritické zhodnocení současně používané metodiky měření NT. Chce upozornit na nepřesnosti a zdůvodňuje potřebu metodiky nové, která by pomohla zvýšit senzitivitu prvotrimestrálního screeningu, a také by mohla eliminovat falešnou pozitivitu testu, a tím snížit stres budoucích rodiček, který je spojený s vysokými hodnotami tloušťky NT.

#### REFERENCE

- [1] CALDA, Pavel; BŘEŠŤÁK, Miroslav; FISCHEROVÁ, Daniela a kol. *Ultrazvuková diagnostika v těhotenství a gynekologii*. 2. vydání. Praha: Aprofema, 2010. 496 s. ISBN: 978-80-903706-2-3.
- [2] *Fetal Medicine Foundation* [online]. 2010 [cit. 2011-10-07]. Nuchal translucency. Dostupné z WWW: < <http://www.fetalmedicine.com/fmf/training-certification/certificates-of-competence/11-13-week-scan/nuchal/> >.
- [3] MATEJKOVÁ, M. *Posouzení nejistoty ultrazvukového měření nuchální translucence*. VUT Brno, 2011. 53 s. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Jiří Jarkovský, Ph.D.