

Číslo projektu: TA04010877

Název projektu: Automatické hodnocení videokymografických záznamů
pro časnou diagnostiku a prevenci nádorových onemocnění hlasivek

Hlavní řešitel:



Medical Healthcom spol.s r.o.

Spoluřešitelé:



STARMANS electronics, s.r.o.



Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta



Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.

Odborná zpráva o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2014

Příloha k průběžné zprávě za rok 2014

Číslo projektu: **TA04010877**

Název projektu: **Automatické hodnocení videokymo-
grafických záznamů pro časnou diagnostiku a prevenci
nádorových onemocnění hlasivek**

Předkládá: MUDr. Jitka Vydrová

Název organizace: Medical Healthcom spol.s r.o.

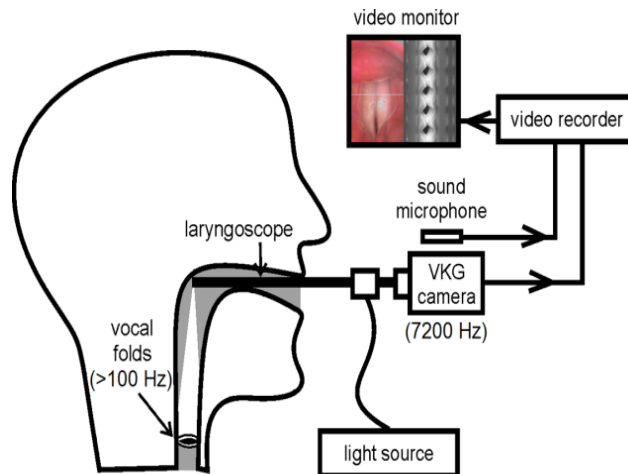
Jméno řešitele: MUDr. Jitka Vydrová

Obsah

1. Představení projektu	4
2. Průběh řešení v roce 2014.....	6
Aktivity jednotlivých týmů:.....	6
• MH.....	6
• UPOL, MH	6
• ÚTIA, SE	6
• ÚTIA.....	7
Postup projektu za rok 2014	7
• Průběžná zpráva	7
• Rešerše metod na předzpracování VKG dat	8
• Standardní postup VKG vyšetření.....	8
• Základní soubor normálních VKG nálezů	9
• Primární specifikace softwarového řešení.....	11
3. Významné události.....	13
• Úprava technického vybavení na odborném pracovišti MH.....	13
• Optimalizace nastavení VKG systému.....	13
4. Splnění cílů a dosažení výsledků.....	15
5. Závěr	15
Plánované aktivity v členění jednotlivých pracovišť.....	15
Publikační a osvětová činnost.....	16

1. Představení projektu

Cílem projektu je doplnění stávajícího zařízení videokymografické (VKG) kamery o sofistikovaný software, který bude schopen automaticky vyhodnotit lékařské nálezy vysokofrekvenčního zobrazení kmitání lidských hlasivek, přiřadit jim správnou diagnózu. Dalším cílem je vytvoření certifikované metodiky VKG vyšetření, použitelné v klinické praxi.

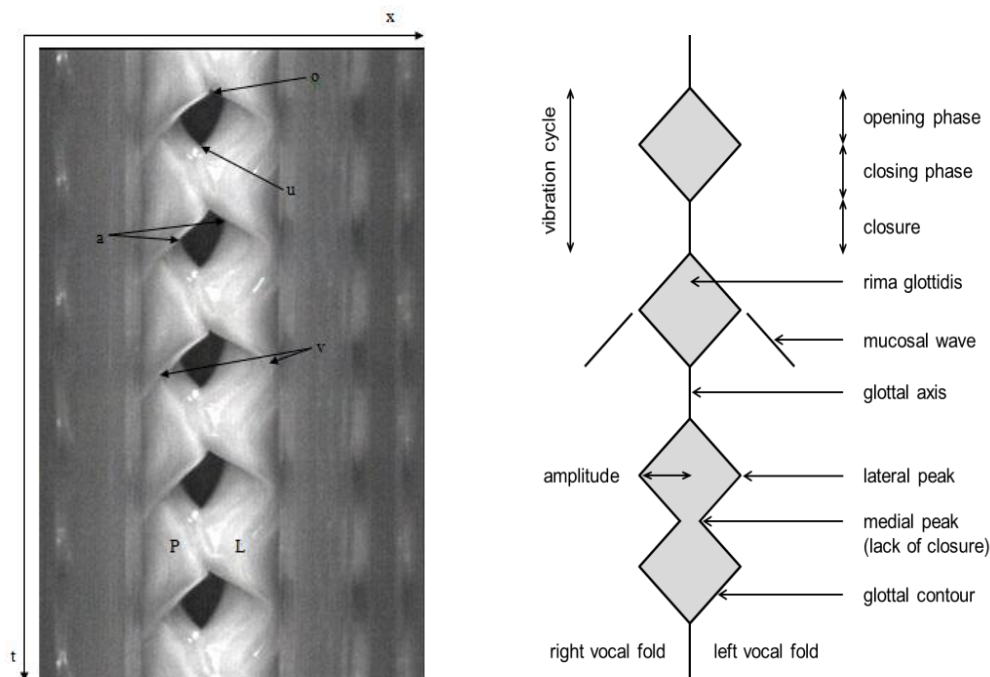


Obr. 1: Ukázka snímání pomocí VKG kamery a laryngoskopu, na monitoru jsou zobrazena VKG data (vpravo) spolu s klasickým záznamem hlasivek.

VKG kamera je existující zařízení, vyvinuto v roce 1994 ve spolupráci českých a nizozemských odborníků. Používá se k diagnostice poruch kmitání lidských hlasivek, které jsou způsobeny různými chorobami. Nejzávažnější je rakovina hlasivek. V současné době může hodnotit VKG záznam jen poučený lékař. Hodnocení je složité a časově náročné. Proto je metoda VKG málo klinicky rozšířená.

Pokud by tato metoda byla vybavena softwarovým hodnocením, lékaři by jí mohli široce využívat, neboť metoda umožňuje včasnou a levnou diagnostiku zejména nádorových stavů. Vede ke zjištění rakoviny hlasivek v době, kdy je tato léčitelná neinvazivně či jednoduchým chirurgickým zákrokem, který zachová nemocnému kvalitu života a nezasáhne jeho aktivní život.

Projekt je založen na spolupráci čtyř pracovišť: klinického pracoviště věnující se diagnostice poruch hlasu (Hlasové centrum Praha, Medical Healthcom, s.r.o., dále **MH**), týmu vynálezce metody videokymografie (dr. Švec, Katedra biofyziky Univerzity Palackého v Olomouci, dále **UPOL**), výzkumného ústavu specializovaného na analýzu obrazu (Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, dále **ÚTIA**) a firmy se zkušenostmi s vývojem diagnostické techniky (STARMANS electronics, dále **SE**).



Obr. 2 VKG snímek (vlevo) a reprezentace relevantních charakteristik (vpravo): x – levo-pravá prostorová osa; t – čas; L – levá hlasivka; P – pravá hlasivka; o -bod počátku otevírání štěrbiny; u – bod uzavření štěrbiny; a – amplituda otevření hlasivky; v – slizniční vlna.

Plánovaného cíle bude dosaženo splněním jednotlivých fází:

- ÚTIA:** vývoj metod pro předzpracování VKG dat, potlačující degradační vlivy (šum, proměnné osvětlení). Budou navrženy metody denoisingu pro časové řady, automatické korekce pro osvětlení, metody dekonvoluce pro rozmazání a image enhancement. Budou vyhledány informačně obsažné části videa a odstraněny ty části, které nezachycují hlasivky nebo jejich poloha na snímcích není ideální.
- MH:** sestavení sady statisticky významného počtu klinických nálezů patologických stavů onemocnění hrtanu a hlasivek. Databáze bude sloužit pro vývoj a ověřování funkčnosti navrženého diagnostického protokolu a k testování automatických metod extrakce příznaků. Obsažná a reprezentativní sada je klíčová pro úspěch projektu. Pro každý nález se provede záznam VKG kamerou a srovnávací vyšetření pomocí dalších metod (zvětšovací laryngoskopie, stroboskopie, radiodiagnostické metody k ověření diagnostiky patologických stavů, diagnosticko terapeutický test pro ověření účinnosti léčebné metody a diagnózy).
- MH:** přiřazení obrazu získaného VKG kamerou k ověřenému patologické nálezu a předávat data a nálezy k zpracování týmu ÚTIA.
- UPOL:** specifikace vyhodnocovacího protokolu VKG záznamu na základě zkušeností a jednotlivé rysy kmitání hlasivek s předpokládaným klinickým významem, ověřit je na vytvořené sadě klinických nálezů.

- **ÚTIA, SE:** vývoj metod digitálního zpracování obrazu pro automatickou extrakci rysů hlasivek z předchozího kroku. S využitím sady nálezů a dodaných VKG dat budou navrženy metody pro detekci takových charakteristik hlasivek, které jsou schopny zachytit uvažované rysy. Budou vystavěny pomocí detektorů hran, texturálních deskriptorů, segmentačních metod a pomocí základních klasifikátorů.

V průběhu celého projektu budou jednotlivé bloky řešení implementovány a testovány za pomoci dodaných VKG záznamů. Výsledky testů budou interpretovány a jejich úspěšnost statisticky posouzena. Výsledky budou publikovány a prezentovány na odborných fórech jak v oblasti medicíny tak na poli počítačových věd.

2. Průběh řešení v roce 2014

V průběhu roku 2014 – červenec až prosinec byl projekt ve startovní fázi, ve které jsme se zabývali vzájemným seznámením týmu jednotlivých pracovišť a mapováním metodologií předzpracování VKG dat, používaných pro podobné úkoly, jako jsou ty stanovené v projektu. Také byl prováděn sběr fyziologických nálezů u bezpříznakové populace a byl vypracován standardní protokol VKG vyšetření.

Aktivity jednotlivých týmů:

- **MH**

Pracovníci týmu MH se věnovali sběru fyziologických nálezů kmitání hlasivek u bezpříznakové populace a také sběru nálezů chorobných. U druhé skupiny bylo prováděno vyšetřování a třídění do skupin podle diagnóz.

Soubor bezpříznakové populace tvoří statisticky významný soubor normálních VKG nálezů, se kterými budou srovnávány nálezy chorobné. Jako skupina osob s normálními (fyziologickými nálezy) byli vyšetřeni studenti středních a vysokých škol a pacienti všech věkových skupin s jinými diagnózami než je porucha hlasu. Tímto postupem jsme získali všechny variace "normálních" výsledků kmitání hlasivek u běžné populace.

Obě sady dat byly průběžně předávány UTIA a UPOL k testování analytických metod obrazu.

- **UPOL, MH**

Tyto pracoviště společně se soustředily na optimalizaci nastavení videokymografického systému tak, aby bylo dosaženo zobrazení jednotlivých patologických stavů s co nejlepší kvalitou obrazu (jas, kontrast, ostrost). V úzké spolupráci byl také vyvinut standardního protokolu VKG vyšetření.

- **ÚTIA, SE**

Paralelně s medicínsky zaměřenými aktivitami se týmy ÚTIA a SE věnovaly analýze funkčních požadavků na cílový systém a na uživatelské rozhraní systému z pohledu efektivity sběru a vyhodnocování dat. Sběr připomínek a komentářů od ORL a VKG specialistů probíhal na pravidelných společných schůzkách týmů, kde se iterativně probíraly možnosti ovládní, požadavky na vstupní a výstupní operace a metodiku uložení dat. Byly zahájeny analýzy

požadavků specialistů na možnosti automatizace zpracování pořízených VKG dat a proběhly první testování.

- **ÚTIA**

Tým ÚTIA se věnoval rešerši metod pro předzpracování VKG dat, které by umožnily potlačit nevyhnutelné degradační vlivy, přítomné během vyšetření pomocí VKG kamery – odstraňování šumu (denoising), zvyšování kontrastu a jasu (enhancement), a také restauraci obrazu, která by umožnila snížit vliv nastavení parametrů VKG kamery na kvalitu automatického zpracování obrazové informace. Uvažované metody budou vyvíjeny na základě nálezů, dodávaných MH a parametrů nastavení VKG systému, dodaných UPOL. Na základě zanalyzovaných informací začal vývoj zvolených metod pro předzpracování.

Probíhaly pravidelné schůzky, kde si týmy předávaly získané poznatky a měly možnost komentovat výsledky druhých, což umožnilo úzkou spolupráci na daném tématu. Tento způsob pravidelných setkání umožnil splnit naplánované výsledky podle původního harmonogramu.

Postup projektu za rok 2014

Ve dnech 6.10., 13.10., 3.11., 10.11. 2014 proběhly pracovní konzultace se všemi partnery projektu (mimo ně proběhlo více menších bilaterálních schůzek). Jejich cílem bylo eliminovat chyby v záznamech VKG vyšetření a ujasnit si přesný vyšetřovací postup jak z hlediska technických parametrů videokymografického zařízení, tak s ohledem na způsob vyšetření probandů. Tyto setkání vedly ke změně technického vybavení, viz. kapitola 3. Krom technických změn výstupem těchto společných konzultací bylo i vypracování přesné vyšetřovací a diagnostické metodiky videokymografických vyšetření. Původní představa, že vyšetřovaný bude schopen během vyšetření videokymografickou kamerou (to znamená zavedení tubusu do oblasti hltanu bez nějakého většího umrtvení) poté bude schopen fonovat různé tóny (hluboké, střední, vysoké, tiché či hlasité) se ukázala jako nereálná. Pro běžného pacienta je tento postup příliš složitý a z klinického hlediska nepřináší žádné smysluplné výsledky. Redukovali jsme tedy vyšetřovací plán na zachycení hlasivkových tkání během fonace videokymografickou kamerou na libovolném zvuku. Tento způsob se jeví jako naprosto proveditelný u každého člověka a přináší zcela komplexní videokymografický obraz plně postačující pro vyhodnocení a stanovení klinické diagnózy. Další aktivity byly ovlivněny těmito pozorováními. Jednotlivé dosažené závěry jsou dále zahrnuty v členění podle plánovaných výsledků.

- **Průběžná zpráva**

Zodpovědná osoba: MUDr. J. Vydrová, *MH*

Požadovaná zpráva byla vytvořena v součinnosti všech týmů a reflektuje dosažené výsledky.

- **Rešerše metod na předzpracování VKG dat**

Zodpovědná osoba: RNDr. M. Šorel, PhD., **ÚTIA**

Výsledky rešerše metod na předzpracování dat se zaměřením na VKG kameru jsou uvedeny v příloze č.1 – [rešeršeVKG.pdf](#). Jednotlivé přístupy byly zkoumány s ohledem na aplikaci pro záznam kmitání hlasivek. Proběhla studie, ve které jsme se zabývali odhadem vlivů, které mohou snížit použitelnost následných automatických analýz. Na základě dat ze základního souboru VKG nálezů a diskuzí s odborníky z UPOL a MH se podařilo vyspecifikovat následující kategorie jevů, u kterých se budeme v dalším roce snažit minimalizovat jejich dopad na VKG záznamy pomocí metod předzpracování.

Jedná se o

- rozlišení dat
- šum
- kontrast a jas
- odlesky
- rozmazání
- obsažnost VKG dat

V rešerši je pro každou kategorii uveden vliv tohoto jevu na VKG data a skupiny metod digitálního zpracování obrazu, které by měly vést k jeho potlačení. U každé sekce je uveden seznam základní literatury, ze které budeme vycházet.

V druhé části rešerše jsou zahrnuty relevantní publikace na téma videokymografie a vysokorychlostní snímání hlasivek.

- **Standardní postup VKG vyšetření**

Zodpovědná osoba: RNDr. Jan Švec PhD et PhD, **UPOL**

Tento dokument (příloha č. 2 – [standardVKG.pdf](#)) obsahuje souhrnné poznatky o standardním postupu vyšetření pacientů pomocí VKG kamery, což je důležitá část připravované certifikované metodiky. Jednotný postup je třeba pro zajištění konzistentního souboru výsledků vyšetření. Bylo potřeba specifikovat zejména typy požadovaných fonací, polohování VKG kamery a postup VKG záznamu.

Navrhovaný protokol vyšetření vychází z předchozích zkušeností UPOL J. Švece, která jsou doplněny nejnovějšími zkušenostmi MH J. Vydrové s praktickým využitím VKG metody v Hlasovém centru Praha. Pro kompletnost informací se VKG vyšetření provádí jako poslední část z šestikrokového komplexního vyšetření hlasu (viz. příloha 2). Vlastní protokol sestává ze dvou fází – přípravné a vlastní.

V přípravné fázi se připraví pacient a kamera s laryngoskopem do úvodní optimalizované polohy. Autoři přesně definovali podmínky a technická omezení, která musí být splněna pro zaručení možnosti následného vyhodnocování subjektivními a objektivními metodami. Poloha pacienta během vyšetření a podrobné instrukce pro průběh jednotlivých fází snímání dat jsou také součástí definovaného protokolu. V druhé fázi protokolu se autoři věnují vlastnímu VKG vyšetření, kdy je nutno specifikovat typy požadovaných fonací a polohování kamery.

V interní zprávě krom detailního popisu navrženého VKG protokolu jsou také uvedené odborné zdroje, které byly v průběhu prací použity, takže může sloužit jako referenční studijní materiál pro případný další vědecký výzkum.

- **Základní soubor normálních VKG nálezů**

Zodpovědná osoba: MUDr. Jitka Vydrová, *MH*

Ve sledovaném období červenec- prosinec 2014 probíhal ve zdravotnickém zařízení Medical Healthcom - Hlasové centrum Praha (dále jen ZZ/MH) sběr dat fyziologických videokymografických záznamů pro základ souboru fyziologických nálezů VKG záznamů kmitavého pohybu hlasivek (vše zachyceno detailně v příloze č. 3 – [normalVKG.pdf](#)). V prvním měsíci jsme vytvořili harmonogram sběru videokymografických vyšetření tak, aby bylo dodrženo zadání a sběr obsahoval fyziologické videokymogramy všech věkových skupin: 20 x dítě do 15 let; 20 x student 15 - 25 let; 20 x dospělí 25 - 50 let; 20 x osoby 51 - 70 let; 20 x osoby starší 70 let s přibližným rozložením polovina žen a polovina muži. Během prvotních analýz jsme zjistili i některé nedostatky videokymografických obrazů, které bylo třeba odstranit.

Pro dosažení rozhodnutí o postupu vyšetření a typu fonace jsme vyšetřili dvě desítky probandů, z nichž 12 bylo studentů uměleckých škol. Tito byli schopni plnit požadavky fonace různých frekvencí a intenzity tónu. Ujasnili jsme si, že mohou existovat slizniční změny hlasivkové tkáně, které můžeme pozorovat až ve vysokých tónech. Pro diagnostiku poruch hlasu běžné populace se však tento postup jeví jako příliš složitý.

Po zohlednění těchto zkušeností jsme vypracovali dvě verze metodiky pro vyšetřovací postup: metodiku základní, vhodnou pro každého pacienta a metodiku rozšířeného vyšetření, která je určena pro skupinu populace, která se živí hlasovou profesionalitou a má vysoké nároky na kvalitu hlasu. Příloha č. 3 obsahuje také detailní informace o přípravě nutné pro sběr dat, týkající se informovaného souhlasu.

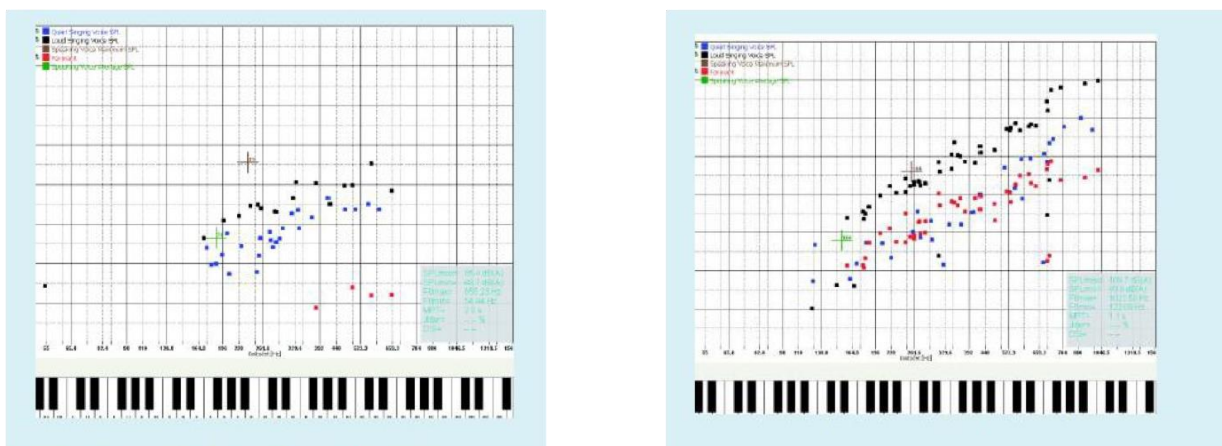
Ve sledovaném období sbírali tzv. fyziologické (normální) nálezy bylo třeba eliminovat možné poškození hrtanových tkání z nejrůznějších příčin. Z tohoto důvodu jsme vytvořili seznam vyšetření, kterými musí probandi projít, abychom si byli jisti, že nemají vedlejší onemocnění, které by se projevovalo poruchou hrtanových tkání. Seznam vyžádaných vyšetření je v tabulce č. 1. V Příloze 3. Pacienti (probandi) podstoupili podrobná vyšetření zobrazovacími metodami – epipharyngoskopie s NBI vyšetření (Narrow band imaging) firmy Olympus a laryngoskopie přístrojem firmy Xion – Surgipa.

Laboratorní vyšetření byla cílena na vyšetření hodnoty hormonů štítné žlázy, autoimunitních protilátek proti tkáni štítné žlázy, histochemické metody k vyloučení autoagresivních onemocnění, která by mohla modifikovat hrtanové tkáně, působit jejich edematosní přeměnu, jizvení či infiltraci zánětlivou či tumorózní. Zároveň jsme eliminovali možné zánětlivé stavy (akutní i chronické) metodami běžného klinického vyšetření i vyšetření laboratorních. Vyloučili jsme bakteriální či virové infekce horních cest dýchacích, poruchy tkání při extraesofageální refluxní chorobě. Rovněž jsme vyloučili osoby s poruchami štítné žlázy, autoimunitními chorobami, osoby s vyššími hodnotami CRP či ASLO.

Fysiologické možnosti hlasu probandů jsme verifikovali vyšetřením hlasového pole. Vyšetřovali jsme schopnost dynamického i frekvenčního rozsahu, umístění mluvního hlasu ve vztahu ke hlasového rozsahu, hodnoty shimmer, jitter a DSI (Dysphonia severity index). Vyšetření jsme prováděli na mikrofon ve standardní vzdálenosti 30cm od úst. K verifikaci nálezu jsme použili počítačový program DIVAS firmy XION. Osoby s patologickými hodnotami DSI jsme ze souboru fysiologických nálezů vyřadili.

Vytvořili jsme databázi probandů, systém ukládání jejich videokymografických záznamů tak, abychom se k těmto záznamům mohli kdykoliv vracet, či je doplnit, či provádět vyšetření kontrolní. Soubor fysiologických videokymografických nálezů předáváme postupně pracovníkům UPOL a UTIA k dalšímu vyhodnocení a obrazovému zpracování.

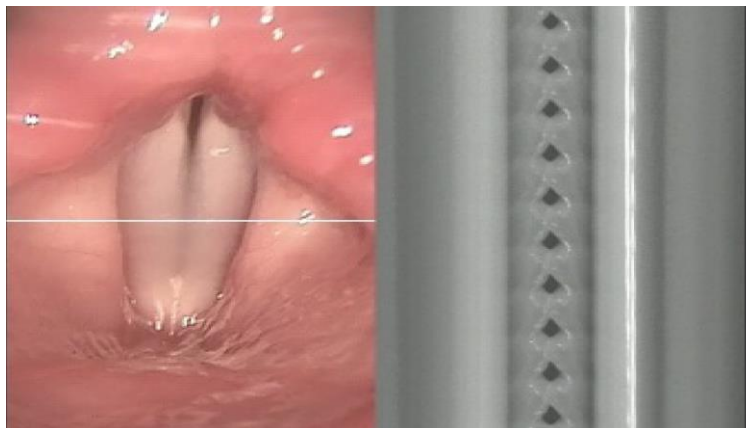
Započali jsme se sběrem patologických nálezů a jejich třídění podle jednotlivých klinických diagnóz.



Obr. 4: Ukázky hlasového pole probandů – fysiologické nálezy: Modré značky: frekvenční rozsah hlasu – tichý hlas. Černé značky: frekvenční rozsah hlasu – hlasitý hlas. Červené značky: detekovatelné vyšší harmonické tóny (aliquóty). Zelený křížek: průměrná frekvence mluvního hlasu. Hnědý křížek: nejvyšší frekvence mluvního hlasu. Vlevo: Dívka 14 let, frekvenční rozsah hlasu 2 oktávy, průměrná poloha mluvního 240Hz. Vpravo: Žena 27 let, frekvenční rozsah hlasu 3 oktávy, průměrná poloha mluvního 220Hz

Popsali jsme 186 VKG nálezů než jsme mohli uzavřít soubor 100 normálních VKG nálezů s věkovým rozložením podle zadání studovaného souboru. Patologické nálezy jsme ze souboru vyřadili. Podle jednotlivých patologických nálezů a fysiologických korelátů těchto nálezů jsme započali s jejich sběrem a zařazením do dalších souborů - chorobných nálezů.

Interní zpráva Příloha 3. obsahuje popis fyziologických i patologických nálezů u všech vyšetřených respondentů. Také jsou uvedeny parametry normálního VKG nálezu a seznam použité odborné literatury.



Obr. 5: Normální VKG nález - obě hlasivky kmitají, ventrikulární řasy nekmitají, amplituda kmitání obou hlasivek je shodná, frekvence kmitání obou hlasivek je shodná, kmitání hlasivek je pravidelné, kmitání hlasivek je bez aberací, hlasivky se během vibračního cyklu dotýkají v místě maximální amplitudy, zavírací fáze trvá cca 10 - 60% trvání vibračního cyklu, úhel laterálního peak vibračního kmitu je ostrý, slizniční vlny se šíří laterálně po horním povrchu hlasivkové tkáně, není přítomna pravo-levá asymetrie.

- **Primární specifikace softwarového řešení**

Zodpovědná osoba: RNDr. B. Zitová, PhD, [ÚTIA](#)

Příloha 4. obsahuje primární specifikaci navrhovaného softwarového řešení. Návrh byl vytvořen na základě analýz funkčních požadavků na cílový systém během pracovních a dvoustranných schůzek a zkušeností týmu ÚTIA a SE s návrhem a realizací softwarových řešení. Dokument byl vytvořen ve formě technické zprávy ([swVKG.pdf](#)).

Jak již bylo řečeno, VKG se používá pro optické zaznamenávání mechanických kmitů a bylo vyvinuto zejména za účelem zkvalitnění diagnostiky kmitů hlasivek ve foniatrii a laryngologii. Základem systému je speciálně upravená CCD videokamera, která je schopna pracovat dvěma různými způsoby - standardně (50 snímků/s - prokládaně) nebo vysokofrekvenčně (7 812.5 řádkových snímků/s). Ve vysokofrekvenčním modu systém registruje snímky pouze z jednoho vybraného horizontálního řádku kamery a skládá je za sebe (obr. 1).

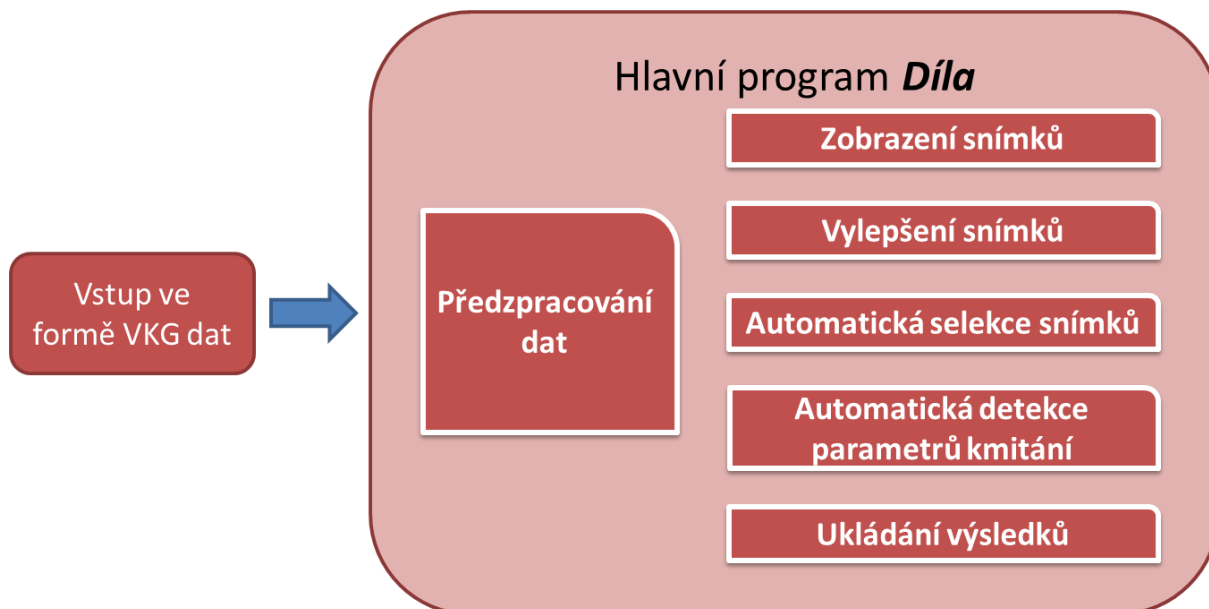
Software (SW) je určeno pro podporu diagnostiky pacientů prováděné pomocí VKG. Mělo by být schopno pracovat v reálném čase a vyhodnocovat všechny požadované parametry, které budou stanoveny experty v dané problematice. Tyto parametry budou vyhodnocovány automaticky s možností následné expertní korekce na základě obrazových VKG dat. Samotnou diagnózu bude stanovovat lékař.

SW povede ke zkrácení doby nutné k vyšetření pacienta a zároveň stanovování měřitelných parametrů bude objektivizováno, což bude umožňovat časové srovnání diagnostikovaných charakteristik. Metody pro analýzu VKG dat a určení jejich parametrů budou postaveny na algoritmech digitálního zpracování obrazové informace.

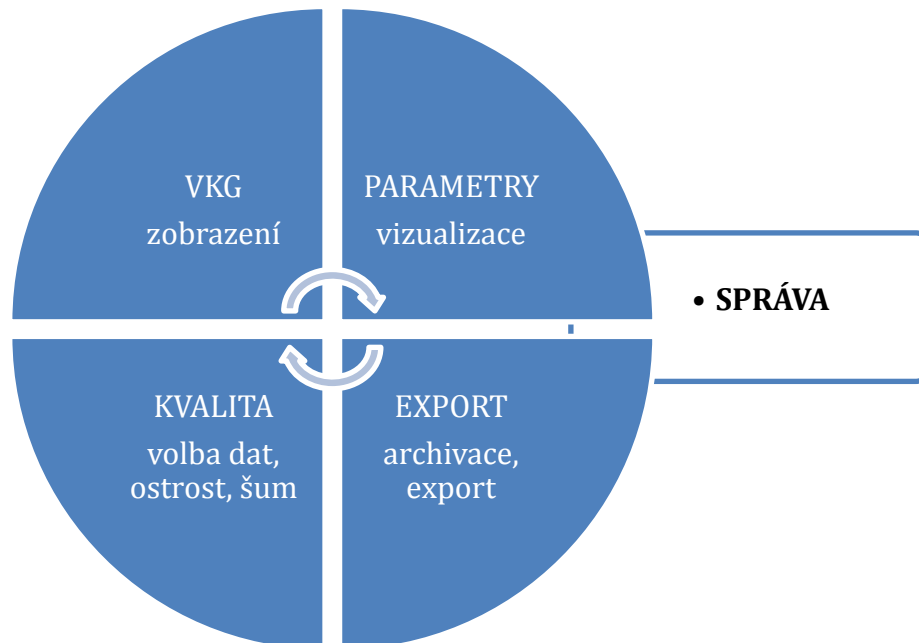
Metody digitálního zpracování obrazové informace budou nejprve vyvíjeny a testovány pomocí jejich implementace v programovacím prostředí MATLAB a poté co bude odladěno, bude přepsáno do C++. V C++ bude využita open source knihovna openCV. Grafické uživatelské rozhraní bude využívat knihovnu Qt Project. Výsledky analýz jednotlivých snímků budou ukládány do databáze – prozatím nebyl stanoven formát, ani jakou technologii budeme pro tuto část implementace využívat.

Vyvíjený SW bude schopen realizovat následující operace

- Nahrání a zobrazení pořízených obrazových dat
- Zvýšení kvality vstupních dat (jas, kontrast, šum, zaostření, odstranění artefaktů, volba dat s aktivním obsahem)
- Výpočet charakteristik analyzovaných dat pomocí navržených nástrojů
- Zobrazení výstupních hodnot, jejich vyhodnocení
- Archivace, export určených parametrů



SW bude samostatně spustitelný program se základním uživatelským rozhráním (okno, menu - GUI). GUI se bude sestávat z 5 základních modulů:



Aplikace je zamýšlena pro osobní počítače s operačním systémem Windows XP a vyšší. S jejím rozšířením na Linux a další operační systémy se prozatím nepočítá. Je to dáno potenciálními uživateli, což jsou vyšetřující lékaři ORL, kteří v naprosté většině případů používají právě platformu Windows. Další detaily je možno nalézt v příloze 4.

3. Významné události

V průběhu uplynulých 6 měsíců došlo k několika změnám vzhledem k původnímu plánu. Všechny změny jsou v souladu se zaměřením projektu a rozvíjejí jeho hlavní myšlenky.

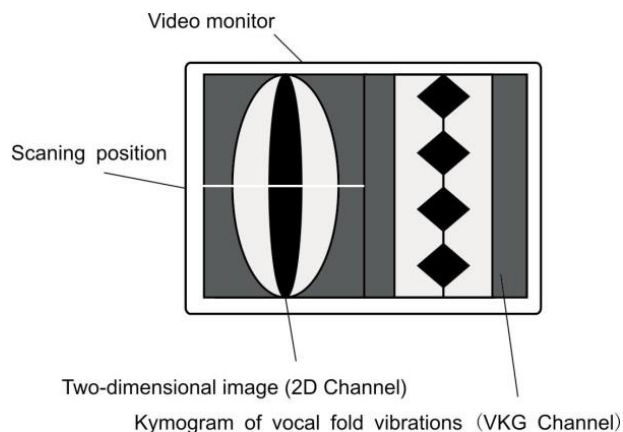
- **Úprava technického vybavení na odborném pracovišti MH**

Na základě konzultací s partnery (J.G. Švec a B. Zitová) byly provedeny některé úpravy v hardwarovém vybavení videokymografického zařízení – výměna lampy a kabelu. Ani tato úprava se neukázala jako dostatečná pro dosažení požadované kvality nasnímaných VKG dat, proto MH zakoupilo nový 300W zdroj světla. Hardwarové vybavení bylo po několika technických úpravách a doplnění zařízení shledáno jako dostatečné a takto pořízené videokymogramy jako dostačující k vyhodnocování a analýze obrazu.

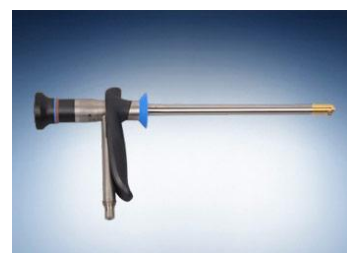
- **Optimalizace nastavení VKG systému**

V souvislosti s předchozí změnou a návrhem VKG protokolu se ukázala nutnost se zabývat optimalizací nastavení VKG systému. Souhrn výsledků analýz, provedených na téma optimalizace je v příloze č. 5 – [optimalizaceVKG.pdf](#).

Cílem této optimalizace bylo zobrazení jednotlivých fyziologických a patologických stavů kmitání hlasivek, tak aby měly co nejlepší kvalitu VKG obrazu (jas, kontrast, ostrost). Videokymografická (VKG) kamera poskytuje zároveň dva typy obrazů – standardní 2D laryngoskopický obraz s vyznačenou pozicí skenovacího řádku pro VKG vyšetření (levá polovina) a vlastní VKG obraz (pravá polovina) - viz obr. 6. Při běžném použití VKG systému může dojít k problémům s jasnem, kontrastem a ostrostí obrazu VKG kamery. Proto byla provedena studie, jaké podmínky a technické vybavení zabezpečí požadovanou kvalitu.



Obr. 6: Typ výstupu z VKG kamery. Videokymografická kamera poskytuje zároveň dva typy obrazů – standardní 2D laryngoskopický obraz s vyznačenou pozicí skenovacího řádku pro VKG vyšetření (levá polovina) a vlastní VKG obraz (pravá polovina).



Obr. 7: Ukázka VKG kamery a laryngoskopu. Oboje majetek MH.

Příloha č. 5 obsahuje ukázkovou sestavu zařízení, která byla zabezpečena a nainstalována v expertním pracovišti MH Hlasovém centru Praha. Všechna zařízení jsou přesně specifikována i s odkazy na výrobce.

4. Splnění cílů a dosažení výsledků

Všechny naplánované cíle byly splněny a výsledky dosaženy. Detaily plnění jsou patrné z příložených příloh (viz. tabulka níže). Odborné publikace v této první fázi projektu nevznikly, jednalo se hlavně o rešeršní a analytickou činnost a také nebyl dostatek času. V souladu s těmito fakty ani žádné takovéto výstupy nebyly plánovány.

Příloha č.	Název přílohy	Jméno souboru
1	Rešerše metod na předzpracování VKG dat	reserseVKG.pdf
2	Standardní postup VKG vyšetření	standardVKG.pdf
3	Základní soubor normálních VKG nálezů	normalVKG.pdf
4	Primární specifikace softwarového řešení	swVKG.pdf
5	Optimalizace nastavení VKG systému	optimalizaceVKG.pdf

5. Závěr

V druhé fázi projektu (rok 2015) se zaměříme na sběr patologických nálezů kmitání hlasivek, verifikace diagnóz a třídění nálezů podle diagnóz. Bude se pokračovat ve sběru normálních VKG záznamů. Zároveň se v součinnosti všech týmu budou vyvíjet metody pro zvýšení efektivity automatického zpracování VKG dat a algoritmy pro automatickou analýzu VKG záznamů. Budeme vycházet z provedených rešerší a zkušeností jednotlivých týmů. V tuto chvíli si nejsme vědomi žádných závažných skutečností, které by měly ovlivnit plnění harmonogramu projektu.

Plánované aktivity v členění jednotlivých pracovišť

- **MH** – Bude probíhat sběr normálních i patologických nálezů kmitání hlasivek. Aktivně se budou vyhledávat patologické nálezy ve spolupráci s jinými ORL pracovišti v ČR. Navazovat bude verifikace skutečných diagnóz jinými diagnostickými metodami a následné třídění jednotlivých nálezů podle verifikovaných diagnóz. Výsledky budou archivovány a předávány ÚPOL a ÚTIA jako podklad pro vývoj počítačových metod.
- **UPOL** – Pracoviště se bude zabývat vizuálním hodnocením kmitání hlasivek pro porovnání vizuálního hodnocení s parametry, získanými automatickou cestou pomocí

vyvíjených SW nástrojů. Také bude probíhat vývoj zařízení pro měření a studium kmitání hlasivek u hemilaryngeálních preparátů pro interpretaci kymografických nálezů.

- **ÚTIA, SE** – Tyto dvě pracoviště budou v součinnosti pracovat na vývoji metod pro zvýšení efektivity práce s VKG daty. Na základě započaté analýzy metod pro předzpracování VKG dat budou vyvíjeny metody pro potlačení degradačních vlivů - metody, řadící se do kategorie denoisingu, enhancementu a restaurace obrazu. Krom této funkčnosti budou vyvinuty metody primární selekce, kdy se automaticky vyberou pouze informačně obsažné části videozáznamu pro další analýzu. Tím se výrazně zefektivní práce s VKG daty. Všechny uvažované metody budou vyvíjeny na základě nálezů, dodávaných MH a parametrů nastavení VKG systému, dodaných UPOL. ÚTIA začne s analýzou a vývojem metod pro automatické vyhodnocování kmitání hlasivek.

Publikační a osvětová činnost

Jednotlivá pracoviště se zaměří na zahájení publikační činnosti. MH pomocí přednáškové a publikační činnosti bude upozorňovat ostatní ORL lékaře na probíhající výzkum kmitání hlasivek, aby tito zasílali zajímavé nálezy do MH k VKG vyšetření. Také bude opakovaně vyhlášovat dny otevřených dveří s cílem preventivního bezplatného vyšetřování osob s podezřením na poruchu hlasu. V rámci Světového dne hlasu 16.4. nabídne veřejnosti možnost bezplatného vyšetření hlasivek VKG metodou v MH. ÚTIA a ÚPOL se budou společně i s ostatními týmy věnovat přípravě publikací na konferenci.