

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Katedra antropologie a genetiky člověka

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Ontogeneze a pohlavní dimorfismus lidského patra

Autor práce: Anežka Kotěrová

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jana Velemínská, PhD

Praha, 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala zcela samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Praze dne

Anežka Kotěrová

.....

Poděkování:

Ráda bych poděkovala především své školitelce RNDr. Janě Velemínské, PhD za konzultace, cenné rady a připomínky. V neposlední řadě děkuji svým nejbližším za nekonečnou podporu.

Abstrakt

Práce je zaměřená především na vznik a následný růst lidského patra s ohledem na pohlavní rozdíly, dále na *rugae palatinae*, jejich význam, přehled klasifikací *rugae*, sexuální dimorfismus a populační variabilitu. K založení patrových výběžků, jejich následnému růstu a vzniku celistvého patra dochází ve velmi časném (ke konci 5. týdne *in utero*) embryonálním stádiu ontogenetického vývoje. Znalost tohoto vývoje i následného postnatálního růstu a konečné morfologie je důležitá pro další hodnocení patologie patra, pohlavních rozdílů či etnických odlišností. Různé odchylky lze hledat i na patrové sliznici konkrétně v kvalitativních a kvantitativních charakteristikách *rugae palatinae*, které se dají jako doplňková metoda využít při identifikaci. Věda, která se jimi zabývá, se nazývá palatoskopie a k dispozici má velké množství klasifikačních systémů.

Klíčová slova:

Vývoj patra, sexuální dimorfismus, *rugae palatinae*, identifikace

Summary

The aim of this bachelor thesis was especially to describe the formation and subsequent growth of the human palate considering sex differences, as well as the *rugae palatinae*, their significance, overview of *rugae* classification, sexual dimorphism and population variability. The establishment of palatal outgrowths, their subsequent growth and formation of a compact palate occurs in the very early (at the end of 5th week *in utero*) embryonic stage of ontogenetic development. Knowledge about the development of the human palate and its subsequent postnatal growth and final morphology is important for the further evaluation of sex or ethnic differences. Different variations can be found on the palatal mucosa particularly in the qualitative and quantitative characteristics of *rugae palatinae*, which can be used as a complementary method for identification. The science that studies them is called palatoscopy and there are a large number of classification systems.

Keywords:

Palatal development, sexual dimorphism, *rugae palatinae*, identification

OBSAH:

1.	ÚVOD.....	6
2.	POPIS PATRA	7
3.	ONTOGENEZE	8
3.1	Vývoj v oblasti stomodea	8
3.2	Prenatální vývoj patra	8
3.2.1	Primární patro	9
3.2.2	Sekundární patro	9
3.2.2.1	Růst plotének	9
3.2.2.2	Horizontalizace	10
3.2.2.3	Srůst plotének	10
3.2.2.4	Autolýza.....	11
3.2.3	Změny epitelálního povrchu během palatogeneze ve vztahu ke stáří embrya ..	11
3.3	Postnatální růst, vývoj a morfologické změny tvrdého patra.....	14
3.4	Funkce patra	17
3.5	Identifikace pohlaví a etnicity podle rozměrů a tvaru patra	17
4.	<i>RUGAE PALATINAE</i>	19
4.1	Vznik <i>rugae</i>.....	20
4.2	Funkce <i>rugae</i>	21
4.3	Klasifikace <i>rugae</i>.....	21
4.3.1	Některé méně známé systémy.....	22
4.3.2	Klasifikace dle Lysella (1955) a Thomase a Kotzeho (1983)	26
4.4	Dědičnost a určování otcovství.....	28
4.5	Palatoskopie (rugoskopie)	28
4.6	Stabilita <i>rugae</i>	30
4.7	Sexuální dimorfismus a interpopulační variabilita <i>rugae</i>.....	32
5.	ZÁVĚR	34
6.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ INFORMACÍ	35

1. Úvod

Správný vývoj tvrdého patra je velice důležitý pro fungování základních procesů, jako je nejdříve sání u novorozenců, následně pak normální příjem potravy a řeč (Bush and Jiang, 2012). Právě normální prenatalní vývoj patra (palatogeneze) a stejně tak jeho postnatální růst je jedním z hlavních zájmů této bakalářské práce. Prenatální vývoj patra začíná již velmi záhy po vzniku zygoty, konkrétně lze jeho počátek vysledovat na konec pátého týdne *in utero* (Kerrigan *et al.*, 2000). Samotný tento vývoj je velice dobře kontrolován a regulován složitými mechanismy, jejichž selhání může mít za následek rozštěpové vady. U většiny obratlovců (Greene and Pratt, 1976) při něm dochází ke komplexní reorientaci patrových plotének z vertikální polohy do horizontální. Z vývojového hlediska nejdříve vzniká primární patro, které obsahuje oblast premaxily, později vzniká patro sekundární, jež pokrývá oblast maxily a měkkého patra. Výsledkem neporušeného vývoje je intaktní tvrdé patro oddělující dutinu ústní a nosní.

Během postnatálního růstu dochází k výraznější diferenciaci mezi patry dívek a chlapců, kdy patra chlapců jsou ve výsledku větší a robustnější. Jedním z důvodů je delší růstové období patrových rozměrů do délky u chlapců. Lze tedy vznést otázku, zda by se podle samotného tvaru a velikosti patra nedalo určit pohlaví neznámého jedince. Pro tyto účely samozřejmě existují mnohem lepší a také běžně využívané parametry pánevních kostí popř. lebky. Avšak může se stát, že z mnoha důvodů nebudou k dispozici a nebudou ani jiné kosterní ostatky, podle kterých by se pohlaví určilo. A tak by mohlo být vhodné využít patrové rozměry a charakteristiky. Kromě sexuálního dimorfismu se nabízí otázka ohledně rozdílnosti tvaru a velikosti patra mezi různými etnickými skupinami.

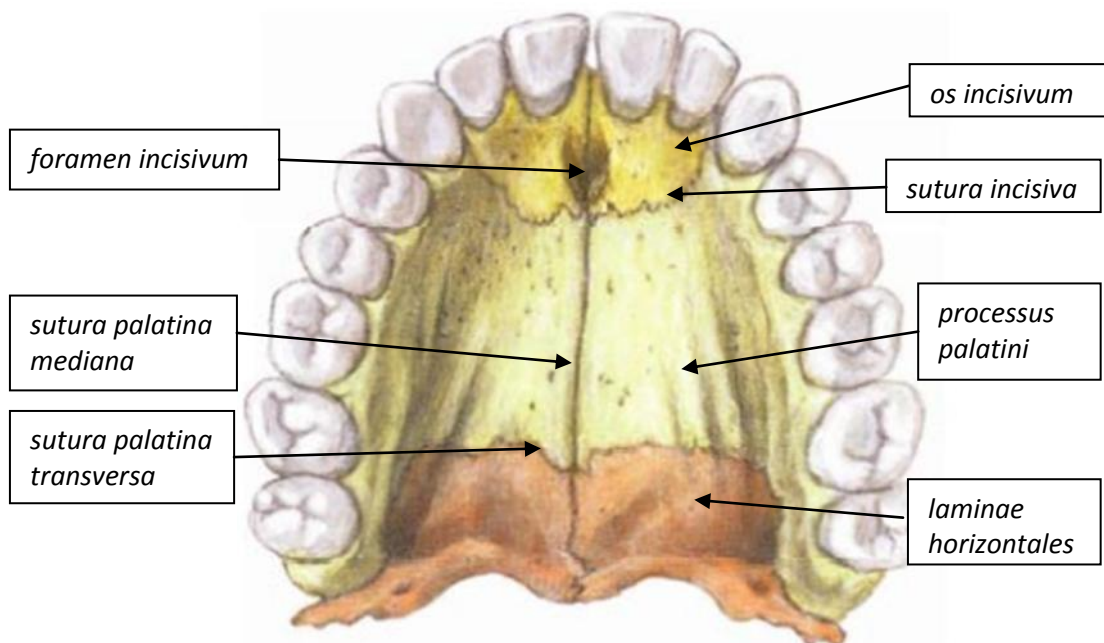
Tvrdé patro je pokryto pevně přirostlou sliznicí, na které v přední části nacházíme *rugae palatinae* (viz obr. 4). Jsou to příčné rýhy objevující se u savců ještě před jejich narozením. Nalezneme je tedy i u lidí, přičemž existuje řada studií zabývajících se jejich individuální jedinečností, odolností vůči tafonomickým vlivům při rozkladu mrtvoly a interindividuální variabilitou. Cílem bakalářské práce je podat ucelený pohled na patro člověka od jeho ontogenetického vývoje přes pohlavní dimorfismus až po detailní studium *rugae palatinae* s ohledem na jeho využití ve forenzních vědách.

2. Popis patra

U savců, tedy i u člověka, je patro tvořené ze dvou částí, jež oddělují dutinu ústní od nosní. V přední části je to zkostnatělé tvrdé patro (*palatum durum*), které je vyztuženo kostěným podkladem (*palatum osseum*), a v zadní části se nachází svalovité měkké patro (*palatum molle*). Tvrdé patro je tvořeno párovými *processus palatini*, které jsou spojeny pomocí *sutura palatina mediana*. Vpředu navazuje *os incisivum* (premaxila), jež je od patrových výběžků maxily u novorozenců a dětí oddělena díky *sutura incisiva*. Vzadu se pak napojuje *laminae horizontales* patrových kostí, které jsou spojeny *sutura palatina transversa* (Obr. 1).

Sliznice tvrdého patra je nepohyblivá, protože je pevně srostlá s periostem a jsou na ni dobře rozeznatelná v přední části patra *rugae palatinae* a *raphe palati*, podélná rýha, která zůstala jako důkaz srůstu dvou plotének. Před těmito strukturami hned za prvními řezáky leží *papilla incisiva*, výstupek v místě *foramen incisivum*, jež rozděluje trojúhelníkovité primární a sekundární patro (Obr. 4).

Zatímco patro tvrdé je nezbytné pro normální řeč a stravování, měkké patro je pohyblivé a uzavírá vstup do nosní dutiny během polykání (Čihák, 2001; Bush and Jiang, 2012).



Obr. 1. Tvrdé patro (upraveno podle Čihák, 2001).

3. Ontogeneze

3.1 Vývoj v oblasti stomodea

K vývoji obličeje u savců dochází počátkem čtvrtého týdne embryonálního vývoje na základě pěti obličejových valů (výběžků), které se vytváří okolo primitivní ústní jamky neboli stomodea. Je to nepárový frontonasální val na anteriorní straně, pár maxilárních valů ležící laterálně od stomodea a pár mandibulárních, které jsou umístěny kaudálně. Všechny jsou osídleny mezenchymálními buňkami kraniální neurální lišty.

Zesílením ektodermu na frontonasálním výběžku vznikají čichové plakody, které určují strukturu reliéfu obličeje. Plakody se růstem okolního mezenchymu během pátého týdne invaginují a vznikají čichové jamky. Důsledkem toho se utváří laterální a mediální nosní výběžky.

Párové maxilární výběžky, vzniklé z horní části 1. žaberního oblouku, rostou kraniomediálním směrem a později splývají s laterálními nosními výběžky. Tento komplex pak srůstá se vzájemně splynutými mediálními nosními výběžky, a tak společně uzavírají spodní okraj nosní jamky. Tímto vznikají nosní kanálky oddělené základem nosního septa, základ horního rtu a intermaxilárního segmentu čelisti (primární patro). Základ nosního septa a střední části horního rtu, filtra, vzniká po spojení mediálních nosních výběžků z frontonasálního komplexu. Postranní části rtu se zakládají z maxilárních výběžků. Nosní kanálky jsou nejdříve od primitivní dutiny ústní odděleny dvouvrstevnou epitelovou ploténkou, ta se posléze perforuje a vzniknou primární choany. Po spojení mediálních nasálních a maxilárních výběžků se z jejich orální strany začínají objevovat patrové výběžky.

Mandibulární výběžky vyrůstající z dolní části 1. žaberního oblouku srůstají ve střední čáře a vytváří základ dolního rtu. Následným růstem mandibuly se jazyk posouvá dolů ze šterbiny mezi ploténkami, čímž jim vytvoří prostor (zpracováno podle Jelínek *et al.*, 1983 a Bush and Jiang, 2012).

3.2 Prenatální vývoj patra

Vývojový proces, kterým vzniká neporušené celistvé patro, se nazývá palatogeneze. Tento vývoj může být narušen genetickými či environmentálními odchylkami, jež se odráží vysokou frekvencí výskytu rozštěpu patra (Bush and Jiang, 2012). Rozštěp patra může vzniknout během každé fáze jeho vývoje. A to v důsledku defektního vyvinutí plotének, zpoždění či jejich chybného zvedání, nesprávné fúze, poruch buněčné smrti v oblasti buněk mediálního okraje, nebo prasknutí či poruše již fúzovaného mezenchymálního upevnění (Ferguson, 1987).

Vývoj patra začíná již na konci 5. týdne intrauterinního vývoje zárodka, ale končí až během týdne dvanáctého, přičemž nejkritičtější bývá období mezi koncem šestého a začátkem devátého týdne (Kerrigan *et al.*, 2000).

3.2.1 Primární patro

Primární patro vzniká splynutím dvou mediálních nosních výběžků tvořící intermaxilární segment, který se utváří ke konci 5. týdne embryonálního vývoje. Leží v anteriorní části patra v oblasti *foramen incisivum*, kde představuje premaxilární část maxily. Je představováno retní částí, která tvoří *philtrum* horního rtu, a trojúhelníkovou kostní komponentou, zahrnující čtyři řezáky (Kerrigan *et al.*, 2000).

3.2.2 Sekundární patro

Vytvořením sekundárního patra vzniká definitivní dutina ústní a nosní. Asi 45. den embryonálního vývoje (Ferguson, 1987) se na vnitřních stranách maxilárních výběžků objevují párové patrové výběžky později zvané patrové ploténky. V tomto stádiu je každá vznikající ploténka složena z mezenchymálních buněk obklopených extracelulární matrix, která je pokrytá dvěma až třemi vrstvami buněk epitelu (Greene and Pratt, 1976). Ty obsahují velká jádra, velké množství glykogenu a buněčná rozhraní jsou lemována mikrokly (Jelínek *et al.*, 1983).

Dále se vývoj dá rozdělit na čtyři fáze. Po diferenciaci párových výběžků dochází k růstu jednotlivých plotének, jejich reorientaci (horizontalizaci), adhezi epiteliálních buněk a autolýze. Některé procesy vývoje však zůstávají ještě zcela neobjasněny, např. kontrolní mechanismy regulující adhezi a buněčnou smrt epitelu patra (Greene and Pratt, 1976).

3.2.2.1 Růst plotének

U všech savců patrové ploténky rostou nejdříve ve vertikální poloze po obou stranách vyvíjejícího se jazyka, který se hřbetem dotýká stropu primitivní dutiny ústní. Velice přesným mechanismem poté dochází k jejich zvedání do vodorovné polohy nad hřbet jazyka (Ferguson, 1987).

Důvodem vertikálního růstu plotének u savců, zatímco u ptáků a plazů rostou horizontálně *ab initio*, je zřejmě potenciální prostor v primitivní oronasální dutině během palatogeneze. Ferguson uvádí, že u aligátorů dochází k horizontálnímu růstu plotének *ab initio* např. díky malému jazyku a absenci tváří. U savců dle něj rostou ploténky nejdříve vertikálně v důsledku vývoje velkého svalovitého jazyka a přítomností tváří, než se vytvoří v oronasální dutině dostatečný prostor (Shah, 1977; Ferguson, 1981). Avšak není to důvod plně uspokojující, jelikož dosud nebyla popsána žádná fosilní či vyhynulá zvířata s vertikálními ploténkami v dospělosti. Fylogenetické argumenty vztahované k funkci vertikálních plotének při dýchání, krmení se a sluchu jsou proto jen hypotetické (Ferguson, 1988).

Ukázalo se, že hlavní komponentou signální dráhy, která řídí růst a morfogenezi výrůstků patrových plotének, je protein Sonic Hedgehog (Shh). Jeho exprese je omezena jen na oblast zhuštěného orálního epitelu patra předcházející elevaci a fúzi plotének (Rice *et al.*, 2006).

3.2.2.2 Horizontalizace

V další fázi vývoje se ploténky zvedají do horizontální pozice nad jazyk, respektive mezi něj a strop dutiny ústní. Jakmile se ploténky začínají zvedat, dochází v místě předpokládaného prvního kontaktu k prodlužování povrchových buněk, které se začnou překrývat, a tak vytváří vrstevnatý epitel. Také v nich přibývá drsného endoplazmatického retikula, mitochondrií i Golgiho komplexu (Jelínek *et al.*, 1983).

Existuje několik teorií, které vysvětlují podstatu pohybu plotének, jedna říká, že je pohyb výsledkem vnějších sil a ploténky mají jen pasivní úlohu, další je naopak pro aktivní roli plotének. Pravděpodobně je proces horizontalizace kombinací vnějších i vnitřních faktorů. Průběh horizontalizace je velice rychlý a přesný, dochází k němu v řádu minut až hodin. Vnitřní síly u savců jsou postupně vytvářené v rámci plotének. Tyto síly nakonec překročí práh odporu a dojde k elevaci (Ferguson, 1978; Brinkley 1980). Hlavní komponentou těchto multifaktoriálních sil u palatogeneze krys je specifická lokální kumulace glykosaminoglykanů. Především se jedná o kyselinu hyalurnovou, jejíž větší koncentrace vede ke zvýšení hydratace mezibuněčné hmoty (Pratt *et al.*, 1973). Částečně je to také řízeno pevnými svazky kolagenu typu 1 běžící středem vertikálně orientované ploténky (Brinkley, 1984; Bulleit and Zimmerman, 1985).

Po elevaci plotének dochází k expresi Shh pouze v malých oblastech zhuštěného epitelu, který odpovídá vyvíjejícím se *rugae* (Rice *et al.*, 2006). Byla vyslovena i hypotéza, že by *rugae palatinae* mohla hrát roli při samotné elevaci plotének, a to ve smyslu poskytování strukturální podpěry, či síly řídící elevaci (Luke, 1984). Poslední výzkumy však ukázaly, že *rugae* pro elevaci nutná nejsou, avšak odstranění Wnt signalizace patrového epitelu způsobuje úplnou ztrátu formování *rugae*, nenarušuje ale růst a elevaci plotének (He *et al.*, 2011).

3.2.2.3 Srůst plotének

Přibližující se ploténky se následně dotknou ve střední čáře a navzájem srostou. Ve střední čáře se později také spojí se spodním okrajem nosního septa a vpředu srůstají s okrajem intermaxilárního segmentu, primárním patrem. Vzadu, kde se sekundární patro neosifikuje, vzniká měkké patro a uvula. Po spojení plotének zůstává průchodný nasopalatinální kanál, který se uzavírá a zůstává *foramen incisivum*, jež označuje hranici mezi primárním a sekundárním patrem (Jelínek *et al.*, 1983).

K srůstu dochází za vzniku středového epiteliálního švu pomocí četných desmozomů. Množství desmozomů a keratinových vláken je zvýšeno ve střední čáře nejspíš kvůli upevnění vazby mezi nově spojenými epiteliálními buňkami. Vyžaduje správnou regulaci diferenciaci epiteliálních buněk mediálního okraje (Bush and Jiang, 2012). Tyto buňky jsou původně povrchové, vyvíjejí molekuly buněčné adheze a desmozomy a stávají se centrálními buňkami švu. Navíc je jejich

přilnavost specifická, díky tomu nesrostou např. s epitelem jazyka, tváří či epitelem dna úst (Ferguson, 1984).

3.2.2.4 Autolýza

Již při dotyku plotének dochází k oplošťování buněk na povrchu a vytrácí se mezibuněčná rozhraní. V důsledku nekrózy, deskvamace a migrace povrchových epitelových buněk se zredukuje 4–5 vrstevný překryv srostlých plotének na dvouvrstevnou přepážku, která je rozrušována fagocyticky (Jelínek *et al.*, 1983).

Degenerace švu zajišťuje kontinuitu mezenchymu patra. Téměř ve stejný čas se epitel nasální strany diferencuje v pseudostratifikované řasinkové kolumnární buňky a buňky v ústní dutině se mění ve stratifikované, skvamózní a nekeratinizované (Ferguson, 1987).

3.2.3 Změny epiteliálního povrchu během palatogeneze ve vztahu ke stáří embrya

(upraveno podle Burdi and Faist, 1967 a Waterman and Meller, 1974)

Před a během formování sekundárního patra se mění epiteliální povrch patrových plotének. Tyto specifické změny epitelu jsou pozorovány jen v omezené oblasti jejich budoucího splynutí. Tento výzkum byl umožněn za využití skenovací elektronové mikroskopie epitelu lidských embryí a fěťů. Pro tyto účely lze proces vývoje rozdělit do šesti stádií (Obr. 2).

V prvním stádiu jsou ploténky ve vertikální poloze a epitel po celém povrchu je stejné tloušťky. Bazální vrstva je složena z kubických buněk, zatímco povrchová z buněk více zploštělých a obsahujících ložiska glykogenu. Buňky budoucího jak nasálního, tak orálního epitelu na ploténkách se zatím mezi sebou neliší. Během 7. týdne a délky embrya 19-25 mm ploténky narůstají na objemu, vepředu se zesilují a mají trojúhelníkovitý tvar, jímž se přizpůsobují laterálnímu obrysu vmezeřené masy jazyka.

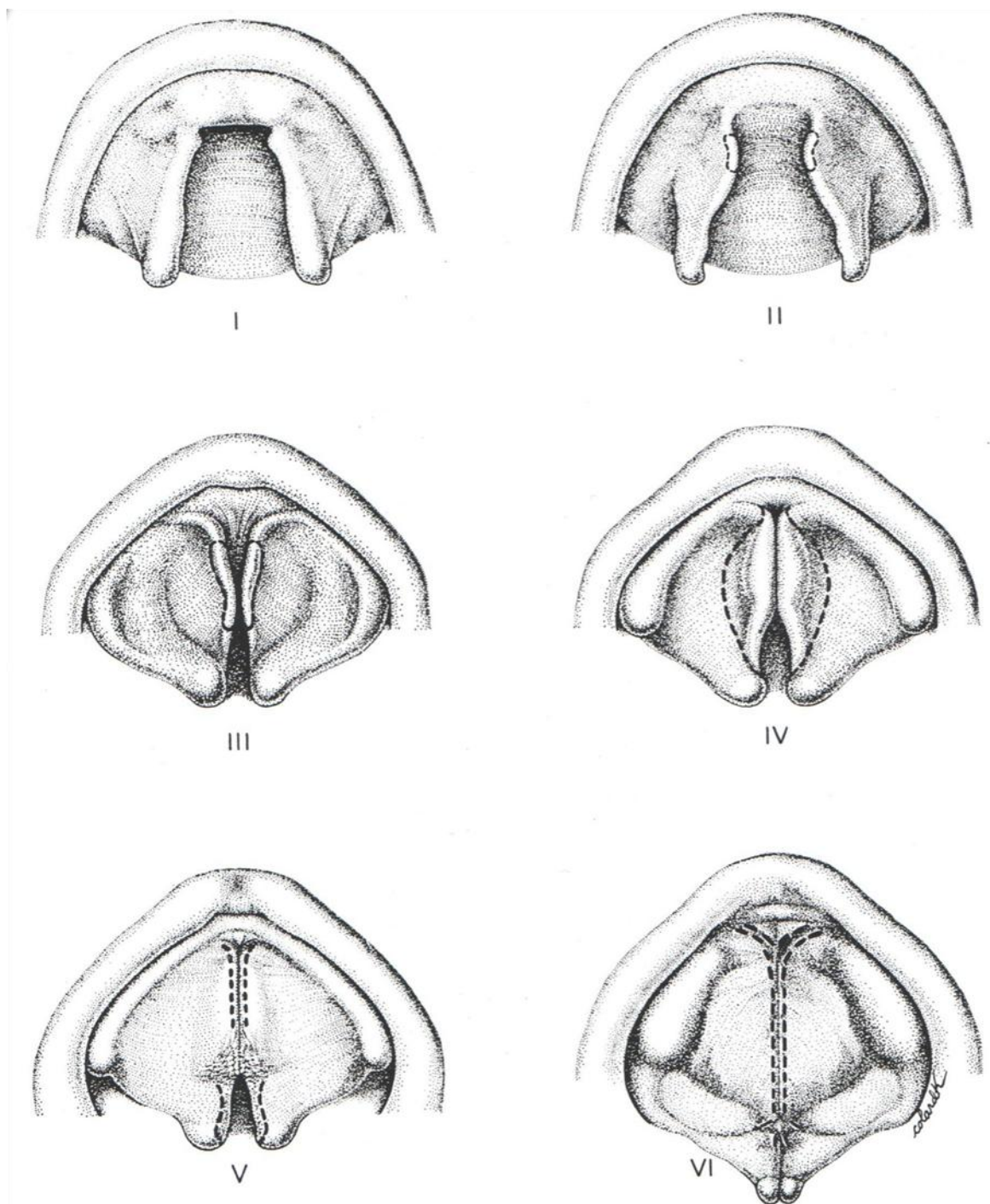
Ve druhém stádiu jsou již anteriorní části plotének horizontální, zesílené na mediálním okraji a rostou směrem k budoucí střední čáře nad jazykem. S tím se mění i překrývající epitel. Velmi nápadné je prodlužování povrchových buněk. Oproti anteriorní oblasti posteriorní části zatím zůstávají útlé a ve vertikální poloze, směřují inferomediálně k bázi jazyka. V tomto stádiu jsou embrya stará 8 týdnů a dosahují 26-29 mm. Jsou již patrná *rugae*.

Již horizontálně postavené, ale ještě nesrostlé, ploténky třetího stádia se přibližují i k nosnímu septu. Na povrchu nasální strany ploténky je zploštělý a částečně řasinkový epitel. Prodloužené buňky již pokrývají většinu anteriorní části mediálního okraje, zbylá část zůstává kubického tvaru. Dobře jsou viditelné velké nepravidelnosti nasvědčující buněčnému rozpadu a deskvamaci. S tím jak se k sobě ploténky přibližují, zvyrazňují se i povrchové změny, které postupují posteriorně. Tyto změny se týkají jen úzkého pásu podél mediálního okraje nikoli orálního či nasálního povrchu. *Rugae* jsou již velmi výrazná.

Ve čtvrtém stádiu se ploténky již setkávají a začínají v anteriorní polovině srůstat. Vpředu však mezi nimi a primárním patrem zatím zůstává mezera a ani zadní konce plotének nejsou srůstlé. Kontakt a srůst pak pokračuje v anteriorním i posteriorním směru. Před postupující fúzí podél mediálního okraje je vidět mnoho prodlužujících se buněk. Bazální povrch epitelu již není hladký, naopak je narušen skupinami buněk, které vyčnívají do podložního mezenchymu. K uzavření sekundárního patra dochází u embryí o velikosti 30-37 mm, tedy ke koci 8. a začátkem 9. týdne, výjimečně k tomu může docházet i dříve, při velikosti embrya 29 mm.

Během předposlední fáze dochází ke spojení primárního patra s anteriorními konci plotének. Ploténky celkově rostou a prodlužuje se zatím nespojené měkké patro. Na 38-75 mm dlouhých embryích lze sledovat rozdíly v epitelu pokrývající oblast budoucího tvrdého a měkkého patra patrových plotének. Orální epitel má stále bazální i povrchovou vrstvu buněk a obě obsahují deposita glykogenu. Oproti tomu epitel zploštělé zóny je vícevrstevnatý, povrchová vrstva se začíná zplošťovat a nepravidelně se projevuje degenerace buněk.

V šesté fázi je rozeznatelné spojení tvrdého a měkkého patra, které se následným růstem prodlužuje a vytváří se uvula. U embryí pozdního devátého až dvanáctého týdne si lze všimnout, že v oblasti nově zformovaného měkkého patra a uvuly nenacházíme epiteliální val ani zbytky epitelu. Postupně dochází k vyhlazení původních švů jak v anteroposteriorním, tak v superoinferiorním směru. Ke kompletnímu uzavření měkkého patra mezenchymálním spojením dochází během 12 týdne stáří embrya o délce 75 mm. Během této fáze je nosní povrch charakteristický vyšším výskytem řasinkových buněk, jejichž počet narůstá, až pokrývají téměř celý povrch.



Obr. 2. Vývoj sekundárního patra (převzato z Waterman and Meller, 1974).

3.3 Postnatální růst, vývoj a morfologické změny tvrdého patra

Během postnatálního vývoje patra samozřejmě dochází k jeho růstu, a to jak v sagitálním (do délky) a transversálním (do šířky) směru, tak i do hloubky. Jak se dá předpokládat, rozměry u chlapců jsou všeobecně větší než u dívek. Pro měření šířkových rozměrů se nejčastěji využívá vzdálenosti mezi hroty špičáků (dětských a stálých) a dále vzdálenosti mezi středy druhých stoliček dočasného chrupu, respektive mezi stálými druhými premoláry, popř. jako vzdálenost mezi *tubera maxillae*. Délkové rozměry se měří od středu *papilla incisiva* ke spojnici *tubera maxillae* (Jelínek *et al.*, 1983; Kramer *et al.*, 1992).

Od 9. měsíce po 4. rok života parametry patra narůstají. Hlavní růst a vývoj je situován v posteriorní části patra, kde nejvíce narůstá celková hloubka oblouku a zadní šířka (Enlow and Hans, 1996; Kramer *et al.*, 1996).

Anteriorní hloubka maxilárního oblouku při narození se v průměru pohybuje kolem 7 mm a celková okolo 24,5 mm. Do 3. měsíce věku se prohloubí o přibližně 1, respektive 4 mm (Kramer *et al.*, 1992). Během 3. až 9. měsíce se celková hloubka zvětší o 2 mm, přičemž z tohoto nárůstu 0,8 mm je díky vzrůstu anteriorní hloubky. K největšímu prohlubování dochází mezi 6. a 9. měsícem (Kramer *et al.*, 1994). Po 30. měsíci života se anteriorní hloubka snižuje, což může být důsledek dentoalveolárních změn, které souvisí se změnami návyků, jako je ukončení krmení z kojenecké láhve a pokles sacích návyků (Kramer *et al.*, 1996).

Šířka v přední i zadní části oblouku dosahuje po narození přibližně 25 mm (Kramer *et al.*, 1992). Mezi 3. a 9. měsícem se patro rozšiřuje o 1,1 mm vpředu a o 1,5 mm vzadu, přičemž mezi 6. a 9. měsícem narůstá více v posteriorní části než v anteriorní (Kramer *et al.*, 1994). Šířka v přední části patra od 3 do 13 let vzrůstá v průměru od 28 do 35 mm u chlapců a u dívek od 27,9 do 33,5 mm. Vzdálenost mezi prvními třenovými zuby narůstá průměrně ze 40 na 44 mm u chlapců, u dívek z 39 na 42,7 mm. Ukázalo se, že se ve 13 letech růst do šířky zastavuje a jeho průměrné hodnoty činí necelých 35 mm u chlapců a u dívek 33,4 mm v anteriorní části, v posteriorní pak necelých 45 respektive 43 mm. Z těchto měření plyne, že přední část patra vyroste v průměru o 2 mm více než zadní (Peterka and Pěnkava, 1975). U většiny jedinců dochází k zúžení v oblasti laterálních permanentních řezáků v období, kdy se mění smíšený chrup za plně permanentní (Knott, 1972).

K největšímu nárůstu délky dentoalveolárního oblouku maxily dochází během prvních dvou let života. Od 6. týdne do druhého roku života délka u chlapců vzroste v průměru o 15,1 mm, u dívek o 16,4 mm. Od 3 do 13 let délka roste zřetelně pomaleji, u chlapců o 4 mm, u dívek jen o 2,4 mm (Bishara *et al.*, 1998). Délkový růst je u chlapců až do dospělosti (19 let) lineární a přírůstek činí přibližně 20 mm, zatímco u dívek roste stejně do 12 let, poté dochází ke zpomalení a od 15 let neroste téměř vůbec, což přispívá k prohloubení pohlavních rozdílů ve velikosti maxily (Jelínek *et al.*, 1983).

Z těchto výsledků vyplývá, že postnatální růst do délky je asi 3x větší než do šířky (Jelínek *et al.*, 1983). Muži mají dle předpokladu vyšší průměry parametrů měřených na maxilárním oblouku než ženy (Knott, 1972).

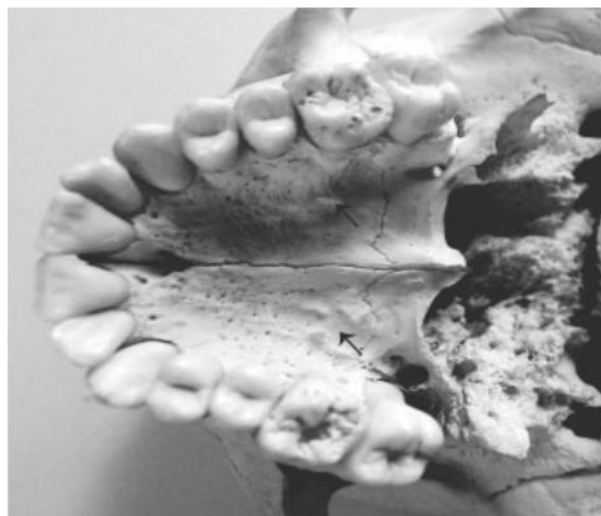
K odlišným závěrům došel Ferrario, podle kterého nejsou ve velikosti ani tvaru patra žádné rozdíly u chlapců a dívek mezi 13. a 15. rokem. Výjimku tvoří pouze vzdálenost mezi špičáky, jež se u chlapců ukázala v průměru o 2 mm větší (Ferrario *et al.*, 1998). Tyto výsledky jsou zřejmě důsledkem rychlejšího růstu dívek v tomto věkovém období (Enlow and Hans, 1996).

Také morfologie patra s růstem jedince podléhá změnám. V období, které předchází vývoji první dentice (od narození do konce prvního roku života), je tvrdé patro nepatrně konkávní, hladké a zatím postrádá *processus alveolaris*. Šířkové a délkové rozměry jsou podobné a patro se vytváří ve tvaru čtyřúhelníku. Během formování dočasné dentice začíná hladký povrch narušovat pozitivní i negativní relief. Také se začínají vytvářet alveolární výběžky a na každé straně se za dočasnými špičáky objevují zaoblené útvary. Po erupci stálých zubů má tvar i povrch patra vzhled téměř patra dospělého, alveolární výběžky jsou vysoké a patro dlouhé a široké. Během stárnutí jedince, po ztrátě dentice s následnou resorpcí alveolárních výběžků, se patro rozšíří, oploští a někdy dochází i k rozestupu kosti viz obr. 3. Ztráta zubů má vliv jen na výšku alveolárních výběžků, která se postupně zase zmenšuje (Krmptovic-Nemanic *et al.*, 2008).

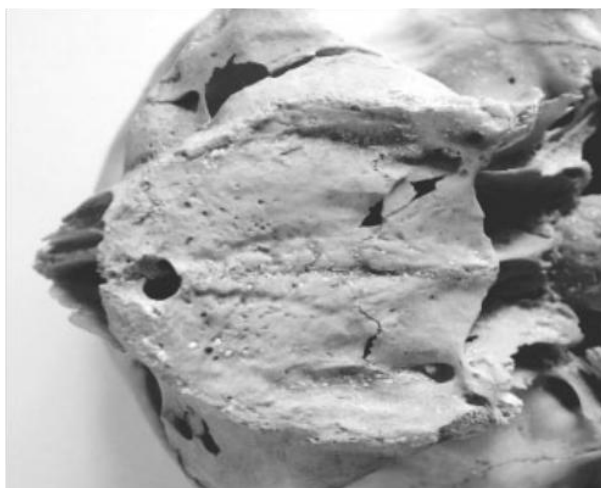
A



B



C



Obr. 3. A tvrdé patro dvouletého chlapce, první viditelné rýhy (šipka) a zaoblený útvar (hvězdička); B patro 18-ti letého chlapce s permanentní denticí a plně vyvinutým reliefem kostěného patra (šipka); C patro 86-ti leté ženy (Krpmotic-Nemanic *et al.*, 2008).

3.4 Funkce patra

Jak bylo již zmíněno výše tvrdé a měkké patro společně oddělují dutinu nosní a ústní. Měkké patro je pohyblivé a uzavírá vstup do nosní dutiny během polykání. Patro tvrdé je nezbytné pro normální řeč a stravování (Bush and Jiang, 2012). Uplatňuje se přitom mimo jiné plochá pre-suturální oblast, na kterou tlačí špička jazyka. (Allen, 1888). Proces polykání tekutin, především posloupnost kontaktu jazyka s jednotlivými částmi patra, délka jeho setrvání a rozsah tlaku jazyka, je přesně koordinován (Ono *et al.*, 2004). Rozštěpové vady patra se významně projevují na schopnosti dětí přijímat potravu. Schopnost vytváření tlaku v ústní dutině nezbytného pro sání závisí na rozsahu poškození patra. Pokud mají novorozenci kompletní rozštěp patra nejsou vůbec schopni tento tlak vytvářet. Avšak pacienti s menšími rozštěpy měkkého patra či rtu tuto schopnost mají (Reid *et al.*, 2007).

Pokud se týká řeči, tvrdé i měkké patro mají význam při tvorbě hlásek. V souvislosti s tvrdým patrem Hála (1962) rozlišuje přední (palatální) samohlásky, při jejichž artikulaci dochází k posunu jazyka dopředu a zároveň vzhůru, čili jeho styk s patrem je postupně delší a širší. Jedná se o samohlásky e, é, i, í. Dále pak odlišuje samohlásky zadní (velární), u kterých probíhá artikulace pod měkkým patrem. Jazyk při výslovnosti o, ó, u, ú ustupuje dozadu a nadzvedá se pod měkké patro. Poslední skupinou samohlásek, při jejichž artikulaci se patro už neúčastní, jsou samohlásky střední, kam se řadí české a, á. Podobně, jako podle místa artikulace Hála rozčlenil samohlásky, i souhlásky spadají do různých skupin, dle místa jejich tvoření. Tvrdé patro se podílí na tvorbě souhlásek *t, d, ň, j*, které se označují jako tvrdopatrové a měkké na *k, g, ch*, označovaných jako měkkopatrové. Dále se rozlišují souhlásky retoretné, retozubé, dásňové a hrtanové (Hála and Sovák, 1962). Jak z textu vyplývá, správně vytvořené patro je pro normální řeč esenciální a vývojové vady jako je rozštěp patra na ní mají negativní vliv. Důsledkem je tzv. palatalizovaná artikulace, což je porucha artikulace souhlásek, které jsou tvořeny za účasti zubů, hrotu jazyka a patra (Okazaki *et al.*, 1980).

V souvislosti s rozštěpy patra se u pacientů objevují také určité problémy týkající se například častých onemocnění středního ucha, které se oproti pacientům bez rozštěpů déle léčí a mají i pozdější následky (Sheahan *et al.*, 2003).

3.5 Identifikace pohlaví a etnicity podle rozměrů a tvaru patra

Určování pohlaví podle patrových kostí a báze lebky se sice ukázalo jako možné, jednoduše reprodukovatelné a levné, avšak ne moc spolehlivé (nejvíce 65% úspěšnost). Z toho důvodu by se tyto struktury měly používat jen v případě, pokud nemůže být aplikovaný spolehlivější způsob determinace pohlaví. Největší projev sexuálního dimorfismu v této oblasti vykazuje vzdálenost mezi *foramen*

incisivum a bližším okrajem *foramen magnum*, přičemž hodnoty menší než 87 mm odpovídají ženským lebkám, ty vyšší mužským (Lima *et al.*, 2012).

Pro určení pohlaví je důležitá kombinace více charakteristik dohromady, Rogers (2005) využívá 17 parametrů, které dohromady dosahují 89% přesnosti. Samotná velikost a tvar patra takové přesnosti nedosahují. Projevily se sice jako vysoce přesné (jen 4% intraobservační chyba), ale vedly k velkému podílu neurčitých případů. Nejspolehlivější jednotlivý rys pro určení pohlaví je nosní apetrura (Rogers, 2005). Podle o rok mladší práce, jež využila více morfologických charakteristik lebky, pohlaví nejlépe určuje velikost mastoidního výběžku a nadočnicový oblouk. V této studii tvar a velikost patra nedosáhly požadované minimální úrovně přesnosti určení pohlaví a dosáhly maximální přijatelné intraobservační chyby (Williams and Rogers, 2006). Jeho význam pro identifikaci pohlaví se zdá být tedy spíše diskutabilní.

Patro je v průběhu života vystaveno mnohým silám a vlivům, které formují jeho růst a určují konečný adultní tvar. Jeden z hlavních klíčových faktorů tvaru patra je oblast okolo špičáků. Z výsledků studií překvapivě plyne, že přesnost diagnózy pohlaví není výrazně ovlivněna celkovou ztrátou dentice. A to i přes to, že ztráta špičáků mění zakřivení oblouku vpředu a reabsorpce alveolárního výběžku dává méně dokonalý a robustnější tvar patra. Dokonce bylo pro zcela neozubené vzorky dosaženo větší přesnosti určení pohlaví. Zcela opačné se ukázaly závěry v případech čelistí s částečnou absencí chrupu, kde byla přesnost velmi nízká, obzvláště pro ženské lebky (Suazo *et al.*, 2008).

Informace, které poskytují parametry patra, mohou být užitečné pro forenzní identifikaci např. ve Spojených státech amerických pro rozlišení mezi Afroameričany a Euroapoameričany. Ukázalo se totiž, že i patrové rozměry mohou být pro tyto účely vhodné. Především se jedná o kanino-premolární oblast, která je u Afroameričanů mnohem širší ve vztahu k hloubce patra. Patra Euroapoameričanů jsou v této oblasti typicky konvergentní, což vytváří eliptický tvar, u Afroameričanů větší šířka vede spíše k U tvaru. Pro určení tvaru nestačí jen transversální rozměr, další důležitou proměnnou je meziodistální hloubka oblouku. Přesnost určení etnické skupiny je výrazně vyšší pokud je známé pohlaví, v takovém případě je možné určit rasovou příslušnost s více jak 80% přesností. Podobně při určování pohlaví hraje velkou roli, zda známe příslušnost k etniku, protože etnické rozdíly ve velikosti patra mohou smazat velikostní rozdíly mezi muži a ženami. Pro nejlepší rozlišení jak pohlaví, tak etnické skupiny je nejvhodnější tvar oblouku, čili poměr hloubky a šířky patra (Burriss and Harris, 1998).

Poznatky, že se rozměry patra mohou využít pro zařazení do některé z hlavních etnických skupin, se potvrdily také u podobné studie, která měla za cíl rozlišit mezi původním obyvatelstvem Ameriky, Euroapoameričany a Afroameričany. Ukázalo se, že s největší přesností jsou správně zařazeni původní obyvatelé Ameriky, což by mohlo být důsledkem větší genotypové homogenity (Byers *et al.*, 1997).

Na základě jiných výsledků lze dokonce sledovat možné historické stopy migrace a míšení mezi obyvateli a provádět historické rekonstrukce. Měření zubního oblouku a rozměrů patra taiwanských domorodců, Taiwanců a Japonců ukázalo, že by mohly existovat určité geograficky charakteristické rysy. Pokud se týká pohlavního dimorfismu, potvrdil se jen pro šířku zubního oblouku, pro délku nikoli. Charakteristiky zubního oblouku a patra se mezi výše zmíněnými domorodými kmeny významně nelišily. Naměřené hodnoty naznačují větší podobnost mezi některými domorodými kmeny (Ami a Bunun, Paiwan a Rukai). Zajímavé zjištění ale je, že Taiwanci mají blíže k Japoncům, než domorodcům, což platí pro muže i ženy (Miyazaki *et al.*, 1993). Lze se tedy domnívat, že historicky docházelo spíše k míšení domorodců mezi sebou navzájem, zatímco taiwanské obyvatelstvo mělo blíže spíše k Japoncům.

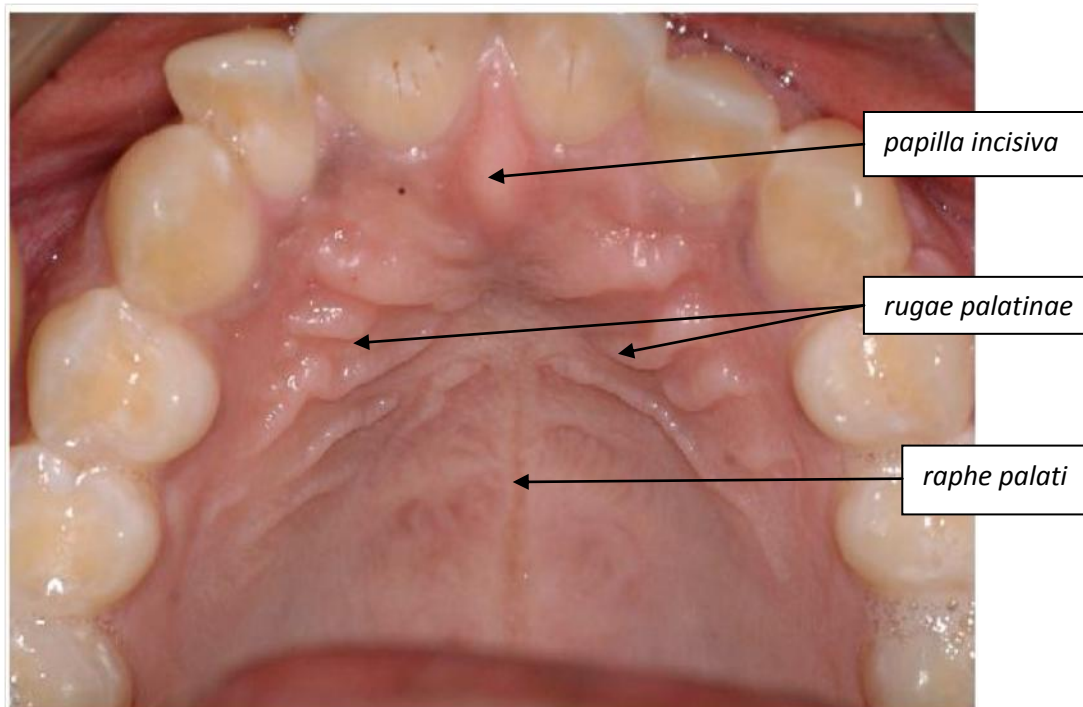
4. *Rugae palatinae*

Rugae palatinae (*plicae palatinae*) jsou nepravidelné příčné rýhy nacházející se v přední části patrové sliznice za *papilla incisiva* po obou stranách *raphe palati* (Obr. 4). Jejich význam není zcela objasněn, ale velmi hojně se nacházejí u savců (Gegenbaur, 1878). Pro každý druh je výskyt *rugae*, počet i uspořádání specifické (Buchtová *et al.*, 2003). Když se ale porovná lidské patro s ostatními savčími, je u něj zřetelně vidět regresivní evoluce, což se projevuje menším počtem *rugae*, jejich nepravidelným tvarem a uspořádáním (Allen, 1888).

Tato regrese je nevyhnutelně spojená s redukcí obličeje a evolucí chrupu, velikostí, počtem a formou zubů. Za účelem potvrzení či vyvrácení regrese, popř. jejího většího postupu na pravé nebo levé straně, byly na *rugae* zkoumány bilaterální rozdíly. Z výsledků studie plyne, že se hlavní odlišnosti nachází v morfologii *rugae* a že regresivní evoluce neprobíhá na obou stranách současně. Větší postup se prokázal na pravé straně. Zde se týká nižšího průměrného počtu všech *rugae* a degenerace tvaru. Naopak v počátku *rugae* degenerují více na straně levé. Redukce postupuje od zadní části tvrdého patra, což dokazují výrazné postero-anteriorní změny primárních *rugae* ve směru, tvaru, počátku a v papilách na *rugae*. Průběh vypadá zřejmě následovně. Výstupek *ruga* se snižuje a má mnoho rýh, postupně se odděluje od *raphe* a mění se původně jednoduchá forma s obloukem vpředu na angulární, která se ohýbá ve složitý tvar (Dohke and Osato, 1994).

Rugae sahají maximálně po první moláry, přičemž nejsilnější příčná rýha leží mezi špičáky, či mezi nimi a prvními třenovými zuby. Tato rýha odpovídá švu mezi maxillou a premaxillou a Allen (1888) ji nazývá suturální *ruga*. Rozděluje tvrdé patro na část pre-suturální, která odpovídá premaxille a může, ale nemusí, mít jedno *rugae*. Dále na post-suturální, odpovídající maxille, kde se počet *rugae* liší a jsou označovány jako primární, sekundární atd. *rugae*. Plochá pre-suturální část má speciální funkci pro špičku jazyka, který tlačí proti během žvýkání a mluvení. Kromě *rugae* příčných,

kteřá leží napříč patra, rozlišuje Allen ještě longitudální *rugae*, kam zahrnuje *raphe palati* a útvar *papilla incisiva*, který zpravidla leží v jedné linii s *raphe*, ale nemusí tomu tak být vždy (Allen, 1888).



Obr. 4. *Rugae palatinae* v ústní dutině (upraveno podle Bakkannavar et al., 2012).

4.1 Vznik *rugae*

Rugae se objevují přibližně v třetím měsíci života *in utero* z pojivové tkáně patrového výběžku maxily během palatogeneze. Tento vývoj a růst je navzájem kontrolován epitelomezenchymálními interakcemi (Amasaki *et al.*, 2003).

K vývoji prvních *rugae* u savců dochází dokonce ještě dříve než k fúzi patrových plotének. U lidí je to však až během nebo po fúzi a první primordia *rugae* jsou pozorována od 32 mm CRL (délka od temene ke kostrči) velikosti embrya (Thomas, 1984). To odpovídá šestému, poslednímu embryonálnímu období, ontogenetickému stádiu podle Štěřby (1995). Toto stádium je charakteristické právě fúzí patra, prominencí očních víček, oddělením prstů a počátkem osifikace (Štěřba, 1995). Avšak podle Watermana a Mellera (viz výše) jsou *rugae* u lidského embrya patrná již během horizontalizace. Postupně se stávají velmi nápadnými, až se vyskytují téměř po celé délce patrových plotének (Waterman and Meller, 1974). Ve stádiu o velikosti embrya přibližně 550 μ m nalezneme pět až sedm rovnoměrně uspořádaných rýh. *Rugae* se však postupně během fetálního růstu stávají méně nápadnými a nakonec zůstávají jen v anteriorní části tvrdého patra. Zde se oproti

posteriorně situovaným, která postupně vymizí, zvýrazňují a ztlušťují (Lysell, 1955; Hauser *et al.*, 1988).

Orientace vzorů se tvoří 12. – 14. týden prenatalního života a takto orientované zůstávají až do degenerace sliznice po smrti jedince (Carrea, 1937). Po horizontalizaci patrových plotének se fibroblasty a kolagenová vlákna začnou v pojivové tkáni hromadit vespod zhuštěného epitelu a vytvoří individuální orientaci. Určují ji kolagenová vlákna běžící antero-posteriorně v oblouku a soustředných křivkách přes bázi každé rýhy (Kapali *et al.*, 1997). Samotné *rugae*, ostatně podobně jako okolní tkáň patra, jsou tvořeny vrstevnatým dlaždicovitým epitelem, na pojivové tkáni (Bansode and Kulkarni, 2009).

4.2 Funkce *rugae*

Předpokládá se, že se *rugae* uplatňují a napomáhají hned několika způsoby. Jak uvedla Buchtová (2003), *rugae* brání ztrátě potravy z úst, přispívají k vnímání chuti (Scott and Symons, 1967), také zlepšují transport potravy ústní dutinou (Zietzschmann *et al.*, 1943) a je možné, že by se mohla podílet na prenatalním vyztužení orálního epitelu ztluštěním laterálních patrových výběžků během vývoje sekundárního patra (Pourtois, 1972).

Halata (1999) ve své práci zaměřené na makaka rhesuse zjistil, že se nejvíce nervových vláken nachází v *papilla incisiva* a prvním *ruga* a tato inervace může být důležitá pro vnímání mechanických vlastností potravy a polohy jazyka. Podle Dohkeho (1994) mají též doplňkovou úlohu při žvýkání a polykání, ale i mluvení, především výslovnosti, či sání mléka u dětí.

4.3 Klasifikace *rugae*

Pro výzkumy stability *rugae*, jejich využitelnosti při určování pohlaví, etnicity, ve sporech ohledně paternity, nebo jako potenciálního identifikačního nástroje, je potřeba mít nějaký systém *rugae*, dle kterého by je bylo možné klasifikovat. K tomuto účelu vzniklo několik různých navzájem si podobných systémů, které jsou více či méně používané. Avšak právě toto představuje určitý problém z hlediska studia *rugae*, a to kvůli subjektivní povaze sledování, hodnocení a interpretaci mezi pozorovateli. Tuto nedostatečnou, nejednotnou standardizaci výkladu uvádějí Thomas a Kotze (1983) jako důvod pochyb o platnosti porovnávání mezi studii. (Thomas and Kotze, 1983; Kapali *et al.*, 1997).

Zřejmě o první systém klasifikace se pokusil Gorla roku 1911, avšak až v roce 1955 vznikla první významná, dodnes využívaná, Lysselova (1955) klasifikace (Patil and Patil, 2008). Z velkého množství dalších klasifikací je ještě známější klasifikace Thomase a Kotzeho (1983) z roku 1983, která vychází z Lysselovy klasifikace a uvažuje velikost, tvar *rugae*, velikost zubního vzoru

a oblouku. Řada studií využívá právě těchto dvou nejdůležitějších systémů, ačkoli se v detailech liší (Kapali *et al.*, 1997; Buchtová *et al.*, 2003).

4.3.1 Některé méně známé systémy

Goria (1911) uvádí, že lze popisovat *rugae* dvěma způsoby, buď stanovením jejich počtu, nebo popisem rozsahu zóny *rugae* ve vztahu k zubům. Dále také rozlišuje dva druhy, *rugae* jednoduchá a více vyvinutá. Avšak pokud jsou *rugae* složená ze dvou či několika větví ve tvaru např. V nebo Y počítá jako jedno (Goria, 1911).

Dle **Murakamiho (1928)** je kvůli nesouvislosti a rozvětvenosti *rugae* složité určovat jejich počet. Proto jen ta, která tvoří souvislou linii, považuje za jedno *ruga*. V případě posteriorních a méně nápadných *rugae* za celek považuje ta, která jsou jasně rozeznatelná (Murakami, 1928).

Ani systém **Lópeze de Léona (1924)** nemá žádný, snad jen historický, význam. López viděl určitou spojitost mezi lidskou povahou a morfologií *rugae*, a tak na základě toho navrhl čtyři typy charakteru *rugae* – B (žlučníkový), N (nervový), S (krvavý) a L (lymfatický). Malá písmena l a r označují levou a pravou stranu patra a následné číslice určují pozici *rugae* na každé straně (Pueyo *et al.*, 1994).

Trobo Hermosa (1932) rozlišoval *rugae* jednoduchá a složená (označované X), přičemž jednoduchá rozdělil na typy A-F podle tab. 1. Pro zaznamenání jednotlivých typů a jejich pořadí v rámci patra, využívá rugogram. Popis začíná pravou stranou od prvního *ruga*, které označuje velkým písmenem. Následující *rugae* se označují písmeny malými (Trobo, 1932).

Hirota (1933) nabídl klasifikaci, ve které rozčlenil rýhy na *rugae palatinae* (A) a *papillae* (B). Ty mohou být různých tvarů viz tab. 1. Samostatná *rugae* popisuje také např. z hlediska velikosti, hustoty a směru (Hirota, 1933).

Carrea (1937) rozdělil *rugae* na čtyři typy podle jejich směru viz Tab. 1 a označil je římskými číslicemi I - IV. Systém je založen na tom, že *rugae*, která se setkávají s *raphe palati*, klasifikuje jako rovná a zakřivená. Mohou být dlouhá, krátká, tlustá, tenká, pravidelná či nepravidelná a zakřivená *rugae* se mohou navíc svažovat či prodlužovat. Pro popis tvarů používá symboly viz tab. 1 (Carrea, 1937; Campos, 2007).

Základem **Silvova (1938)** systému je vzor *rugae*, jejichž popis provádí zprava do leva. Veškeré údaje zavádí do rugoskopických karet. Každému *rugae* je přiřazeno číslo a hodnoty se pak pro každou stranu sečtou. Rozdělil *rugae* na dvě skupiny: jednoduchá, která dělí na šest typů podle tab. 1 a složená. Složená jsou výsledkem spojení dvou a více *rugae* jednoduchých (Silva, 1938).

Aufiero a Cesati (1940) sestavili svůj systém s úmyslem usnadnění vyhledávání v rugoskopických archivech. Rozdělili *rugae* na primární, sekundární a rudimentární. Sekundární *rugae* se sice vyskytují méně často, ale jsou považována za velmi důležitá pro identifikaci. Pro detailnější popis se může využít délka, směr a pozice, což ovšem komplikuje celkové hodnocení.

Vytvořili čtyři skupiny určující *rugae* podle směru podobně jako Carrea a podle tvaru je rozdělili na 14 typů viz tab. 1 (Aufiero and Cesati, 1940).

Martins dos Santos (1946) založil svou klasifikaci na pozici a tvaru každého *ruga*. Podle pozice rozlišuje iniciální *ruga*, což je první anteriorní rýha na pravé straně. Označil ji velkým písmenem. Za iniciálním *ruga* následují *rugae* komplementární značená číslicemi. Analogicky na levé straně rozlišuje *rugae* subiniciální a subkomplementární. Písmena i číslice odpovídají tvaru daného *ruga* podle tab. 1 (Perella *et al.*, 2000).

Velice podobná a jednoduchá je klasifikace **Basauriho (1961)**, rozlišující hlavní *rugae*, ležící vpředu a vedlejší *rugae* (všechny zbývající). Hlavní *rugae* označuje podle tvaru písmeny A-F a X, vedlejší pak číslicemi 1-7 (viz Tab. 1) v odpovídajícím pořadí (Basauri, 1961).

Cormoyův (1973) systém popisuje *rugae* podle velikosti (viz tab. 1). Ale všímá si také formy, počátku, směru, větvení a přerušení *rugae*, nebo *papilla incisiva* (Cormoy, 1973).

Tab. 1. Klasifikace *rugae*

	Tvar <i>rugae</i>	Tvar papily	Směr	Velikost
Trobo Hermosa	A bodový			
	B rovný			
	C zakřivený			
	D úhlový			
	E sinusoidní			
	F kruhový			
Hirota	1 oblouky/vlny	I spojené kruhy		
	2 rozdvojení	II sdružené body		
	3 přímé čáry	III rozptýlené body		
	4 esovitý tvar	IV tvar houby		
	5 kruhový			
	6 krátké čáry			
Carrea	r rovný		posteroanteriorní	
	c zakřivený		kolmý na <i>raphe</i>	
	o vlnitý		anteroposteriorní	
	q přerušovaný		vícsměrný	
	a úhlový			
	m složený			
	h hákovitý			
	u jednoduchý			
	b rozdvojený			
	t roztrojený			
	i vnitřní			
	e vnější			
	p prodloužený			
s doplňkový				
Silva	1 rovný			
	2 zakřivený			
	3 úhlový			
	4 kruhový			
	5 vlnitý			
	6 bodový			
Aufiero/Cesati	1 úhlový			

	Tvar <i>rugae</i>	Tvar papily	Směr	Velikost
	2	zahnutý vrchol		
	3	se dvěma úhly		
	4	se třemi úhly		
	5	rozvětvený		
	6	zakřivený		
	7	dvojitý		
	8	mnohočetný		
	9	vlnitý		
	10	rovný		
	11	přerušovaný		
	12	hvězdicový		
	13	tvar malých nádorů		
	14	tvar čárky		
	P/0	bodový		
	C/1	zakřivený		
	L/2	rovný		
	A/3	úhlový		
dos Santos	C/4	kruhový		
	S/5	sinusoidní		
	B/6	rozdvojený		
	T/7	roztrojený		
	I/8	přerušený		
	An/9	anomální		
	A	bodový		
	B	rovný		
	C	úhlový		
Bassauri	D	sinusoidní		
	E	zakřivený		
	F	kruhový		
	X	polymorfní		
Cormoya				Principální (>5 mm)
				Vedlejší (3-4 mm)
				Fragmentální (<3 mm)

4.3.2 Klasifikace dle Lysella (1955) a Thomase a Kotzeho (1983)

(Lysell, 1955 a Thomas and Kotze, 1983)

Lysell (1955) se snažil o sestavení kompletního, co nejobjektivnějšího popisného systému který by zahrnoval počet a charakteristiky *rugae* společně s *papillou incisivou*. Kromě jiného také přesně definoval použité pojmy a termíny, čímž se liší od většiny ostatních autorů.

Rozdělil *rugae* podle délky na primární, sekundární a fragmentární. Klasifikované jako primární jsou *rugae* dosahující délky alespoň 5 mm, jejichž šířka není užší ve srovnání s přilehlými anteriorními i posteriorními *rugae*. Mezi sekundární zařadil ta, která měří nejméně 3 mm bez ohledu na šířku a každé z nich přiřazuje k nejbližšímu primárnímu *ruga*. Fragmentární *rugae* mají mezi 2 až 3 mm a také se přiřazují k primárním.

Číslována jsou jen *rugae* primární, a sice v antero-posteriorním směru s ohledem na polohu jejich středu. Jedinou výjimkou je situace, kdy primární *ruga* leží mezi větvemi rozvětveného primárního *ruga*, v tom případě je vyšším číslem označené to jednoduché.

Všechna primární *rugae*, na pravé i levé straně, hodnotil a zaznamenával do sestavené tabulky. Charakteristiky, jimiž se zabýval kromě tvaru (rovný, úhlový, zakřivený) jsou počátek, směr, větvení, sjednocení, přerušování či papily na *ruga*. Počátku přiřazuje podle toho kde *ruga* začíná, buď písmeno R pro *rugae* začínající od *raphe palati*, M pro *rugae*, která začínají v mediální polovině zóny *ruga*, ale nedotýkají se *raphe* a nebo L pro ta, začínající v laterální polovině.

Pokud se týká směru, určuje se jako linie spojující počátek a konec *ruga*, a měří se jeho úhel vůči *raphe palati*. *Ruga*, které je na *raphe* kolmé má úhel rovný nule a ostatní, vpřed či vzad nakloněné, nabývají pozitivních respektive negativních hodnot. Směr větvených *rugae* se určuje podle čáry vedoucí od počátku ke středu linie spojující okraje větvi.

Větvená *rugae* se skládají z hlavní části a větve. Pokud je nelze jasně odlišit, jako větev se bere kratší *ruga*. Určujícími kritérii pro tato *rugae* jsou spojení větve s hlavní částí, shoda/neshoda místa rozvětvení s počátkem a poloha konce větve, který nesmí ležet blíže k *raphe* než místo rozvětvení.

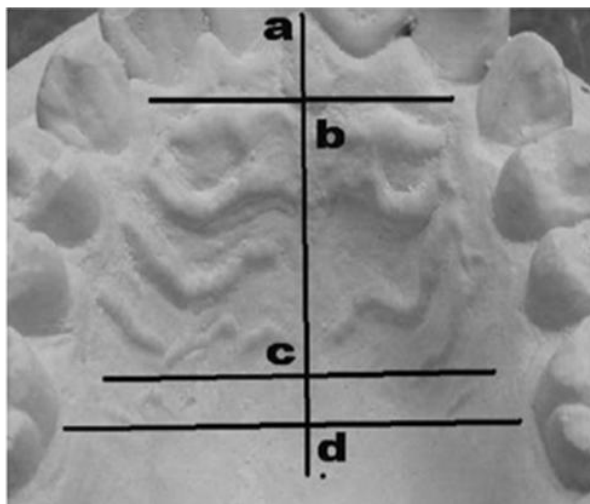
Lysell nazývá *rugae* jako sjednocená, pokud mají stejný počátek, ale ihned se rozcházejí a pokud pocházejí z oddělených počátků a následně se potkají. Variantou je případ, kdy se dvě *rugae* potkají a dále po překřížení pokračují. Naopak nepovažují se za ně *rugae*, která se jen dotknou a pak pokračují ve svém směru.

Rugae, jejichž části tvoří přirozené pokračování *ruga*, nazývá přerušovaná a jejich délka se měří stejně jako u kontinuálního *ruga*, neměří se jednotlivé fragmenty.

Některá *rugae* na sobě mohou mít drobné papily. Všechny výjimky, které se vymykají uvedeným kategoriím a definicím, označil jako neobvyklé.

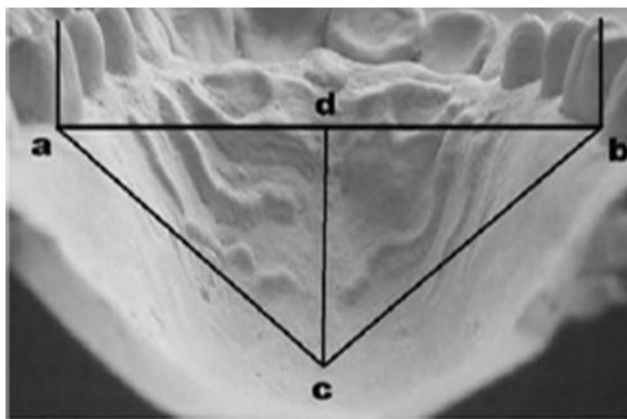
Papilla incisiva je charakterizována podle tvaru, může mít tvar plamene, dlouhý a úzký, oválný, hruškovitý, kulatý, cívkovitý či trojúhelníkovitý.

Systém podle **Thomase a Kotzeho (1983)** vychází z Lysellova a je také velmi využívaný. Autoři ponechali rozdělení na primární, sekundární a fragmentární *rugae*. Kromě tvarů a vzorů definovaných již Lysellem, rozlišují ještě například anulární (prstenčitý) tvar. Dále pak zavádějí *rugae* křížová, která jsou malá a spojují dvě jiné *ruga*, obvykle v pravém úhlu. Zabývají se i rozměry *rugae*, zubního oblouku a patra (Obr. 5 a 6).



Obr. 6. Tři sagitální rozměry používané pro měření velikosti a pozice oblasti *rugae*;

a-b= vzdálenost mezi *papilla incisiva* (PI) a nejanteriornějším bodem, a-c= vzdálenost mezi PI a posledním primárním/sekundárním *ruga*, a-d= vzdálenost mezi IP a posteriorní hranici posledního *ruga* (převzato z Patil *et al.*, 2008).



Obr. 5. Čtyři koronální rozměry zubního oblouku a patra;

a-b= vzdálenost mezi dvěma meziopalatálními vrcholy prvních permanentních molárů, nebo druhých primárních molárů, a-c a b-c= vzdálenosti mezi meziopalatálním vrcholem prvního permanentního nebo sekundárního primárního moláru a středovým *raphe palati*, d-c= kolmá vzdálenost (převzato z Patil *et al.*, 2008).

4.4 Dědičnost a určování otcovství

Z pohledu genetiky je možné si pokládat otázky ohledně existence genetického vztahu mezi *rugae* dětí a jejich rodičů, či mezi příbuznými, využitelnosti při určování otcovství anebo vlivu genetických a epigenetických faktorů. Samozřejmě, i kdyby se tato schopnost pro *rugae* potvrdila, dnes už by se jí v souvislosti s pokroky genetiky pro určení paternity či příbuzenských vztahů nevyužívalo. Představuje pouze suplementární možnost spíše historického charakteru.

Thomas ve své studii výzkumu podrobil 17 rodin s dohromady 49 dětmi. Ale schopnost *rugae palatinae* určit otcovství nepotvrdil, protože stejně jako dermatoglyfy, jež také nelze využít pro určení paternity, se dědí polygenně. Vzor tak nikdy nemůže obsahovat charakteristiky objevující se v obou generacích (Thomas *et al.*, 1986).

K podobným výsledkům došel ještě dříve i Lysell. Svůj výzkum prováděl na padesáti párech monozygotických dvojčat a ani on nenašel žádný důkaz dědičného vlivu na počet *rugae* či jiné rysy. Výjimkou je jen směr primárních *rugae* a jistý vliv se našel u délky a šířky *papilla incisiva* a indexu šířka/délka. Nelze však vyvodit žádné výsledky dědičného přenosu papily. Z porovnávání dvojčat lze usoudit jen na obecné, neurčité podobnosti vzoru *rugae* vzhledem k dědičnosti. Výsledky pokusů, kde se vybíralo mezi dvěma možnými otci, potvrzují, že samotný vzor *rugae* nelze použít pro určení paternity (Lysell, 1955).

Naopak Nayak věří, že existují nějaké, doposud neobjevené, geny které ovlivňují orientaci kolagenových vláken a ovlivňují tak vzor *rugae* (Nayak *et al.*, 2007).

4.5 Palatoskopie (rugoskopie)

Jak uvedl English nejranější zmínka o *rugae palatinae* pochází z roku 1732 od Winslowa (Winslow, 1732) z jeho anatomického textu a první ilustrace byla zhotovena Santorinim roku 1775 (Santorini, 1775). Jako alternativní charakteristiku pro identifikaci *rugae* doporučil Allenem (Allen, 1889) v roce 1889 (English *et al.*, 1988). Palatoskopie či rugoskopie byla jako věda zabývající se studiem vzorů rýh na sliznici patra navržena v roce 1932 Španělem Trobou Hermosou (Campos, 2007).

Identifikace mrtvých je často velmi těžký a časově náročný úkol. Vyplývá z toho celá řada problémů, které jsou způsobeny přirozeným rozkladem, okusem mrchožravých zvířat a okolnostmi, za nichž smrt nastala. Nejčastější metodou pro určení identity je vizuální identifikace, která je však nejméně vhodná při komplexních identifikacích kvůli emočnímu stresu a nedostatku objektivního posouzení. Ideálním posmrtným identifikačním znakem je ten, který je přítomen u všech lidí, je odolný vůči změnám, jako je stárnutí, trauma a další, a má individuální vlastnosti unikátní pro každou osobu (English *et al.*, 1988).

Další běžné metody, které se využívají pro lidskou identifikaci a poskytují ji rychle a bezpečně, jsou otisky prstů, DNA analýza nebo dentální záznamy, důležité informace ale samozřejmě poskytuje také antropometrie, určování pohlaví, odhad věku, určení krevních skupin a další specifické charakteristiky. V některých případech ale není možné těchto identifikačních metod využít a tak se mohou na řadu dostat slizniční tkáně, jako je tvrdé patro či rty, které také přinášejí velmi důležité informace. Tyto méně známé alternativní doplňkové techniky, např. palatoskopie a cheiloskopie, mohou být úspěšně používány pro lidskou identifikaci díky jejich výjimečným rysům (Caldas *et al.*, 2007; Filho *et al.*, 2009). Palatoskopie je vhodnější pro nekroidentifikaci, kdežto cheiloskopie je využitelnější při identifikaci živých jedinců (Sharma *et al.*, 2009). Jedna ze studií dokonce zkoumala korelaci mezi otisky prstů a *rugae palatinae*, avšak žádný statistický význam nepotvrdila. Neodhalila ani žádnou souvislost mezi pohlavím a určitou frekvencí některého typu *rugae*, popř. otisku prstu (Wichnieski *et al.*, 2012).

English (1988) zjistil, že *rugae palatinae* jsou pro jedince dostatečně charakteristická na to, aby mohla být používána k identifikačním účelům. Pro tyto účely posloužily pre-ortodontické odlitky, jež suplovaly záznamy pořízené za života, post-ortodontické odlitky, které reprezentovaly záznamy posmrtné a určité množství náhodně vybraných jiných odlitků. K jejich správnému spárování došlo se 100% úspěšností. Podobné výsledky zaznamenali i jiní autoři např. Othani s 94% úspěšností a Bansode s 90% (Othani *et al.*, 2008; Bansode and Kulkarni, 2009). Pozitivní výsledky použití pre a post ortodontických odlitků demonstrují, že změny spojené s růstem patra, stárnutím v krátkodobém hledisku ani s extrakcí nebo pohybem zubů nemění vzor *rugae*. V případech, kdy může být omezeno využití dentice či zubních protéz, které mohou být ztraceny, poškozeny či roztaveny, nebo je většina anatomických struktur zničena, spálena nebo dehydratována, by mohla *rugae* sloužit jako jediný způsob, jak jedince identifikovat. Výhodou je jejich anatomická pozice uvnitř ústní dutiny, kde jsou obklopená a chráněná rty, zuby, jazykem, kostí a tukovými polštáři tváře, které je chrání před trauma a vysokými teplotami. Aby je ale bylo možné využít, musí existovat záznam zhotovený za života jedince, ať už v podobě odlitků, fotografií, otisků patra či počítačové topografie vzoru *rugae* (English *et al.*, 1988; Shukla *et al.*, 2011).

K dalším kladným výsledkům potvrzujícím individualitu a jedinečnost *rugae* patří například publikace Indiry (Indira *et al.*, 2012), Bansodeho (Bansode and Kulkarni, 2009), Bakkannavara (Bakkannavar *et al.*, 2012) či Virdiho (Viridi *et al.*, 2010), který navíc prokázal, že se nemění pozice vzorů v průběhu času. Ukázalo se, že je vhodné a možné využít počítačový software, díky němuž lze identifikovat jedince podle digitálních fotografií *rugae* s přesností 99 %. Tato metoda dosáhla tedy velmi dobrého výsledku, samozřejmě srovnávání fotografií je možné provést i manuálně (Hemanth *et al.*, 2010).

Avšak navzdory faktům, které podporují využívání palatoskopie, není tato metoda rozšířeným forenzním nástrojem. Užitečnost by mohla být oceněna například v situacích ohoření či dekompozice těl, čímž se zabýval Muthusubramanian a tento fakt potvrdil. Jeho studie hodnotí stálost morfologie

rugae palatinae vystavených podmínkám, které simulují hromadná neštěstí. Hodnotily se změny na *rugae* jak u popálených, tak u nepopálených lidských mrtvol. Jejich stav byl kategorizován na základě stupně pozorovaného termálního efektu u popálených obětí a podle pozorovaných změn po osmi dnech rozkladu u mrtvol bez známek popálenin. Termální efekty na *rugae* popálených obětí s třetím stupněm panfaciálního popálení dosahovaly nulového stupně (žádných) změn v 93 % případů. U mrtvol uložených v márnici se dekompoziční změny netýkaly 77 % případů, což také odpovídá nulovému stupni změn. Výsledky tedy dokazují, že *rugae* nejsou nijak výrazně ovlivněna intenzivním ohněm a jsou také rezistentní vůči dekompozičním změnám, až na sedm dní při ideálních podmínkách v márnici. Nebylo však například počítáno s příčinami smrti, které urychlují dekompozici (Muthusubramanian *et al.*, 2005). Praktického využití se rugoskopie dočkala např. u brazilského ministerstva letectví, které ji přímo vyžaduje pro všechny své piloty kvůli jejich identifikaci v případě leteckého neštěstí (Campos, 2007).

4.6 Stabilita *rugae*

Rugae palatinae jsou individuálně jedinečná a mohou být proto využita pro identifikaci. Nicméně doposud není jednoznačné, zda může být identifikace založena výhradně na *rugae*. Neshody jsou také ohledně stability početních a kvalitativních charakteristik během růstu jedince (Shukla *et al.*, 2011).

Podle studií týkajících se různých věkových skupin se ukázalo, že *rugae* zůstávají nezměněna po celý život. K určitým změnám však dochází například během růstu čelisti či v souvislosti s atrofií senilního chrupu. Využití *rugae* je podmíněno existencí spolehlivého systému, který by zohledňoval změny, jež se během života objevují. Zcela určitě se nemůže vyrovnat metodě otisků prstů, které se během života skutečně nemění. Uplatnit se může jedině v situacích, kde nemohou být otisky použity (Lysell, 1955).

Předmětem zájmu mnohých výzkumů se stal vliv extrakce zubů na *rugae*, či jejich pohyb v důsledku ortodontické léčby. V tomto ohledu se výsledky studií velmi liší. Výsledky jedné studie dokazují, že extrakce zubu žádný vliv nemá, neboť se nenalezly statisticky významné transversální ani anteroposteriorní změny. Pomocí rugoskopie je tedy možné identifikovat jedince i po rozsáhlém ortodontickém zásahu (Pateria and Thakkar, 2011). Také z dalších výsledků plyne, že pozice *rugae* není ortodontickou léčbou ovlivněna a zůstává stabilní (Parihar *et al.*, 2010).

V rozporu s výše uvedenými závěry je právě Peavyho a Kendricka (1967), kteří lehký vliv na pozici některých *rugae* při ortodontické léčbě pozorovali. Zuby ovlivňují pohyb *rugae* se kterými jsou asociované, a to v sagitálním i transversálním směru. *Rugae* asociovaná se špičáky následují zuby v sagitálním směru v 92 % případů a s premoláry jen v 50 %. Některá *rugae* se pohybují v opačném směru než s nimi přidružený zub. Konce specifických *rugae* jsou značně ovlivněny posteriorními pohyby anteriorních zubů. Dále se zjistilo, že čím blíže jsou *rugae* zubům, tím více jsou náchylná

k tomu, že se natáhnou v tom směru, kam se pohne s nimi asociovaný zub. Podobně, čím tenčí a méně výrazné *ruga* je, s tím větší pravděpodobností se natáhne jako výsledek pohybů zubů (Peavy and Kendrick, 1967).

Podle Almeida *et al.*, (1995) zůstává vzdálenost mezi mediálními konci *rugae* během normálního růstu téměř nezměněna (stejně tak jako u léčených pacientů). Laterální konce jsou mnohem méně stabilní, jelikož dochází k jejich transverzálnímu posunu a změnám vzájemných vzdáleností. Změny se týkají jak kontrolních skupin, kde je patrné sevření, tak u ortodonticky léčených, u nichž dochází spíše k expanzi. K určitým posunům u léčených dochází i v anteroposteriorní vzdálenosti (Almeida *et al.*, 1995).

Bailey (1996) naopak zjistil, významné transverzální změny i mediálních konců prvních *rugae* u kontrolní skupiny a u laterálních konců prvních *rugae* skupiny ortodonticky léčené. Z jeho výsledků také plyne, že vytržení jednoho až dvou premolárů vytváří místo pro distální zatažení anteriorních zubů. Jako nejvíce stabilní se ukázaly mediální a laterální konce třetích *rugae*. Jsou tedy významnými body pro hodnocení pohybů zubů v transverzálním, lineárním i anteroposteriorním směru a to jak u kontrol, tak u ortodonticky léčených (Bailey *et al.*, 1996).

Stabilitu třetího *rugae* potvrdily také studie Abdela a Sabet (2001) i Shukly *et al.* (2011). Podle Abdela pohyb zubů a ortodontická léčba nemá významný vliv na pozici konců prvních a druhých *rugae* (Abdel- Aziz and Sabet, 2001). Transverzní lineární změny shledal signifikantní mezi laterálními konci prvního *rugae*, stejně jako Bailey, a anteroposteriorní změny jsou významně odlišné pro vzdálenosti mezi laterálními konci prvního a druhého *rugae* (Shukla *et al.*, 2011).

Efekty rychlé maxilární expanze (RME) na chrup i maxilární komplex jsou dobře známé, ale zajímavou otázkou je, zda tento zákrok ovlivňuje i patrový mukoperiost. RME je dnes již běžná klinická metoda, jejímž cílem je rozšíření horního zubního oblouku. Skutečně se zaznamenaly změny, a to při transverzálním měření mezi mediálními aspekty bilaterálních *rugae*. Nejvíce to ovlivnilo třetí *rugae*, kde došlo k posunu o 1,15 mm, nejméně první *rugae*. V anteroposteriorním směru se žádný efekt RME nezaznamenal (Enlow and Hans, 1996; Damstra *et al.*, 2009).

Výzkumy týkající se porovnávání neozubených vzorků a vzorků s denticí odhalilo, že se *rugae* značně mění během stárnutí a ztráty zubů, což se projevuje redukcí jejich celkového počtu. Předpokládá se, že u lidí bez dentice se délky *rugae* zkracují a malá *rugae* se degenerují a eliminují. Také se snižuje komplexita, což znamená, že se kruhové, vlnité a zakřivené tvary mění na nejjednodušší rovný typ (Jawad, 2010). Tato tvrzení souhlasí s výsledky jiné studie, kde se ukázal statisticky významný rozdíl v *rugae* ve smyslu snížení počtu mezi věkovou skupinou od 11 do 50 let a skupinou nad 50 let (Krpmotic-Nemanic *et al.*, 2008).

4.7 Sexuální dimorfismus a interpopulační variabilita *rugae*

Podle výsledků některých studií se lze domnívat, že *rugae* jsou nejen unikátní pro každého jedince, ale také, že jsou svou morfologií charakteristická pro muže a ženy. Nabízí se tak alternativní možnost identifikace pohlaví i na základě těchto struktur.

Například v nigerské populaci je pro ženy charakteristický typ lineární, sinusový, kruhový a *rugae* ve tvaru X, zatímco u mužů se častěji nachází typ bodový, zakřivený a úhlový. V počtu *rugae* se mezi sebou ale neliší (Eboh, 2012). Ženy ze Saudské Arábie mají významně vyšší zastoupení konvergujícího typu *rugae*, zatímco u mužů je výrazně častější kruhový typ (Fahmi *et al.*, 2001). Nejvíce publikací pochází z Indie, kde se ale výsledky poněkud liší. Některé potvrzují výrazný sexuální dimorfismus *rugae* např. Paliwal (Paliwal *et al.*, 2010), Saraf (Saraf *et al.*, 2011) či Sharma (2009), který uvádí, že pro ženy je charakteristický vlnitý a pro muže zakřivený tvar (Sharma *et al.*, 2009). Avšak ke zcela opačným závěrům došli Shetty a Premalatha (2011). Podle některých dalších autorů, mají indické ženy větší celkový počet *rugae* na pravé straně než muži (Bakkannavar *et al.*, 2012; Gondivkar *et al.*, 2011). Ze studie Indiry (2012) se větší počet *rugae* nachází naopak u mužů (Indira *et al.*, 2012).

V rozporu s výše uvedenými výsledky, které potvrzují pohlavní dimorfismus *rugae*, stojí některé jiné. Například významný pohlavní dimorfismus se nepotvrdil mezi portugalskou populací (Santos and Caldas, 2012) a pro počet hlavních rýh ani v Řecku (Hauser *et al.*, 1989). K podobným závěrům dospěl i Kapali (1997) u australských domorodců, kde se počet *rugae* mezi ženami a muži neliší (Kapali *et al.*, 1997). Konečně, další studie indického obyvatelstva oproti výše uvedeným žádný pohlavní dimorfismus nepotvrzuje (Nayak *et al.*, 2007).

Rozdíly především v morfologii *rugae* lze hledat i mezi jednotlivými populacemi po celém světě. Mezi portugalským obyvatelstvem se u prvního *rugae* nejčastěji objevuje přímý vzor a to na obou stranách, zatímco převládajícím vzorem u třetího *rugae* je tvar sinusový (Santos and Caldas, 2012). Stejně tvary se ukázaly nejčastější i pro nigerskou populaci (Eboh, 2012). V rozporu s těmito závěry stojí výsledky Dohkeho (1994), podle kterého se v Japonsku nejvíce vyskytuje zakřivený tvar, jehož početnost směrem dozadu klesá ve prospěch úhlového typu. Dále také zjistil celkově menší počet *rugae* na pravé straně patra, který ukazuje na regresivní evoluci této strany (Dohke and Osato, 1994). Také v jihoamerické populaci (Hermosilla *et al.*, 2009) a mezi australskými domorodci se nejvíce vyskytuje zakřivený a dále vlnitý vzor. V porovnání s Australany, u kterých převládají naopak *rugae* rovná, mají domorodci signifikantně vyšší průměrný počet primárních *rugae*. Avšak u Australanů se prokázalo více primárních *rugae* delších jak 10 mm (Kapali *et al.*, 1997). Z jiné srovnávací studie vyplývá, že Řekové mají v porovnání s africkými Svazijci menší počet i komplexitu *rugae*. Všeobecně se podle Hausera (1989) vyznačují jedním z nejmenších počtů *rugae* oproti Svazijcům, kteří mají jeden největších (Hauser *et al.*, 1989).

Vzhledem k velkému množství a variabilitě klasifikačních systémů a především subjektivnímu hodnocení by bylo, pro lepší porovnání interpopulační variability, vhodné provést další studie. *Rugae* by měla být ideálně vyhodnocována jedním týmem s použitím stejné klasifikace. Tak by se mohlo dosáhnout výsledků, které by bylo možno následně mezi sebou porovnávat.

5. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout poznatky o prenatalním vývoji a postnatálním růstu lidského patra. Dále jsem se také zaměřila na patrovou sliznici, konkrétně na *rugae palatinae*, která ji vrásní. V neposlední řadě mě zajímaly možnosti lidské identifikace jak na základě rozměrů a tvarů patra, tak pomocí *rugae palatinae*.

Nejprve jsem popsala prenatalní vývoj oblasti okolo stomodea a následně vznik a vývoj patrových plotének po vytvoření celistvého patra. Z výzkumů vyplývá, že postnatální růst šířkových parametrů je u chlapců i dívek zastaven během 13. roku života, zatímco délkový růst se u nich liší. Chlapci mají v tomto směru delší růstové období, což je jedou z příčin pohlavního dimorfismu patra. Postnatální růst do délky se ukázal mnohem větší než do šířky (Peterka and Pěnkava, 1975; Jelínek *et al.*, 1983). Samotné rozměry a tvar patra se k určení pohlaví nevyužívají, ale v kombinaci s ostatními parametry lebky ano. Bylo zjištěno, že existuje heterogenita ohledně souvislosti patrových charakteristik a etnicity, podle některých autorů je možné k morfologii patra přihlížet coby k doplňující metodě při identifikacích jedince (Burris and Harris, 1998; Rogers, 2005).

Ve druhé části práce jsem shrnula dosavadní poznatky o *rugae palatinae*, jejich vzniku, funkci a také jsem shromáždila většinu známých klasifikačních systémů, které jsou pro větší přehlednost uvedeny v tab. 1. Je zde také diskutována využitelnost *rugae* pro určování otcovství, která se však podle Lysella (1955) ani Thomase *et al.* (1986) nepotvrdila. Nicméně *rugae* se podle mnohých autorů ukázala jako individuálně jedinečná (English *et al.*, 1988; Othani *et al.*, 2008; Bansode and Kulkarni, 2009), dokonce i jako velmi rezistentní vůči ohoření či dekompozici těla (Muthusubramanian *et al.*, 2005). Tento fakt a skutečnost, že je rugoskopie již reálně využívána např. u brazilského letectva dokazuje, že používání *rugae* jako identifikačního nástroje je možné, avšak v dnešní době spíše jako alternativní doplňková metoda. Ohledně sexuálního dimorfismu *rugae*, jejich stability a interpopulační variability stále existují rozpory. Jednoznačné závěry by bylo možné vyvodit po provedení rozsáhlejší studie, která by umožnila porovnání populací mezi sebou s větší platností a výpovědní hodnotou.

6. Seznam použitých zdrojů informací

- Abdel-Aziz HM, Sabet NE. 2001.** Palatal rugae area: a landmark for analysis of pre- and post-orthodontically treated adult Egyptian patients. *East Mediterr Health J* 7:60–6.
- Allen H. 1889.** The palatal rugae in man. *Proc Acad Nat Sci Philadelphia* 3:254–272.
- Almeida MA, Phillips C, Kula K, Tulloch C. 1995.** Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts. *Angle Orthod* 65:43–8.
- Amasaki H, Ogawa M, Nagasao J, Mutoh K, Ichihara N, Asari M, Shiota K. 2003.** Distributional changes of BrdU, PCNA, E2F1 and PAL31 molecules in developing murine palatal rugae. *Ann Anat* 185:517–23.
- Aufiero E, Cesati F. 1940.** Le pieghe palatine e la loro importanza nella identificazione personale. *Stomat ital* 2:567 (cit. Lysell, 1955).
- Bailey LJ, Esmailnejad A, Almeida MA. 1996.** Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts in extraction and nonextraction cases. *Angle Orthod* 66:73–8.
- Bakkannavar MS, Manjunath S, Pradeep KG, Vrinda JB, Prabhu N, Kamath A, Raghavendra BVP. 2012.** Palatal rugae patterns among the Indians at Manipal, India. *J Pharm Biomed Sci* 20:1–5.
- Bansode SC, Kulkarni MM. 2009.** Importance of palatal rugae in individual identification. *J Forensic Dent Sci* 1:77–81.
- Basauri C. 1961.** Forensic odontology and identification. *Int Crim Police Rev* 16:45–51 (cit. Silva and Tornavoi, 2010).
- Bishara SE, Jakobsen JR, Treder J, Nowak A. 1998.** Arch length changes from 6 weeks to 45 years. *Angle Orthod* 68:69–74.
- Brinkley LL. 1980.** In vitro studies of palatal shelf elevation. In: Pratt RM, Christianaen RL, editors. *Current Research Trends in Prenatal Craniofacial Development*, New York: Elsevier/North Holland. p 203–220 (cit. Ferguson, 1988).
- Brinkley LL. 1984.** Changes in cell distribution during mouse secondary palate closure *in vivo* and *in vitro*. I. Epithelial cells. *Devl Biol* 102:216–227.
- Buchtová M, Tichý F, Putnová I, Míšek I. 2003.** The development of palatal rugae in the European pine vole, *Microtus subterraneus* (Arvicolidae, Rodentia). *Folia Zool* 52: 127–136.
- Bulleit RF and Zimmerman EF. 1985.** The influence of the epithelium on palate shelf reorientation. *J Embryol Exp Morphol* 88:265–279.
- Burdi AR, Faist K. 1967.** Morphogenesis of the Palate in Normal Human Embryos with Special Emphasis on the Mechanisms Involved. *Am J Anat* 120:149–160.
- Burris BG, Harris EF. 1998.** Identification of race and sex from palate dimensions. *J Forensic Sci* 43:959–6.
- Bush JO, Jiang R. 2012.** Palatogenesis: morphogenetic and molecular mechanisms of secondary palate development. *Development* 139:231–43.

- Byers SN, Churchill SE, Curran B. 1997.** Identification of Euro-Americans, Afro-Americans, and Amerindians from palatal dimensions. *J Forensic Sci* 42:3–9.
- Caldas IM, Magalhaes T, Afonso A. 2007.** Establishing identity using cheiloscopy and palatoscopy. *Forensic Sci Int* 165:1–9.
- Campos MLB. 2007.** Rugoscopia palatina. In: Vanrell JP, editor. *Odontologia Legal e Antropologia Forense*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p 212–214.
- Carrea JU. 1937.** La identificación humana por las rugosidades palatinas. *Rev Ortodont* 1:3.
- Cormoy JP. 1973.** La rugoscopie. *Rev Chirurgien Dentiste France* 43:59–60. (cit. Silva and Tornavoi, 2010).
- Čihák R. 2001.** Anatomie 1. Praha: Grada Publishing.
- Damstra J, Mistry D, Cruz C, Ren Y. 2009.** Antero-posterior and transverse changes in the positions of palatal rugae after rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod* 31:327–32.
- Dohke M, Osato S. 1994.** Morphological study of the palatal rugae in Japanese 1. Bilateral differences in the regressive evaluation of the palatal rugae. *Jap J Oral Biol* 36:125–40.
- Eboh DEO. 2012.** Palatal rugae patterns of Urhobos in Abraka, South-Southern Nigeria. *Int J Morphol* 30:709–713.
- English WR, Robinson SF, Summitt JB, Oesterle LJ, Brannon RB, Morlang WM. 1988.** Individuality of human palatal rugae. *J Forensic Sci* 33:718–726.
- Enlow DH, Hans MG. 1996.** Essentials of facial growth. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Fahmi FM, Al-Shamrani SM, Talic YF. 2001.** Rugae pattern in a Saudi population sample of males and females. *Saudi Dent J* 13:92–5.
- Ferguson MWJ. 1978.** Palatal shelf elevation in the Wistar rat fetus. *J Anat* 125:555–577.
- Ferguson MWJ. 1981.** The structure and development of the palate in *Alligator mississippiensis*. *Archs Oral Biol*. 26:427–443 (cit. Ferguson, 1988).
- Ferguson MWJ. 1984.** Craniofacial development in *Alligator mississippiensis*. In: Ferguson MWJ, editor. *The Structure, Development and Evolution of Reptiles*. London: Academic Press. p 223–273 (cit. Ferguson, 1988).
- Ferguson MWJ. 1987.** Palate development: mechanism and malformation. *Ir J Med Sci* 156: 309–315.
- Ferguson MWJ. 1988.** Palate development. *Development*. 103:41–60.
- Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Colombo A. 1998.** Quantitative description of the morphology of the human palate by a mathematical equation. *Cleft Palate Craniofac J* 35: 396–401.
- Filho IEM, Peres HS, Peres AS, Carvalho SM. 2009.** Palatal rugae patterns as bioindicators of identification in forensic dentistry. *RFO* 14:227–33.

- Gegenbaur C. 1878.** Die Gaumenfalten des Menschen. *Morphologisches Jahrbuch* 4:573–583 (cit. Hauser, 1989).
- Gondivkar SM, Patel S, Gadbail AR, Gaikwad RN, Chole R, Parikh RV. 2011.** Morphological study of the palatal rugae in western Indian population. *J Forensic Leg Med* 18:310–2.
- Goria C. 1911.** Le rughe del palato in speciale rapporto coll'anthropologia criminale e la psichiatria. *Arch Anthropol Crim* 32:72 (cit. Lysell, 1955).
- Greene RM, Pratt RM. 1976.** Developmental aspects of secondary palate formation. *J Embryol Exp Morphol* 36: 225–245.
- Hála B, Sovák M. 1962.** Hlas, řeč, sluch. Praha: SPN.
- Halata Z, Baumann KI. 1999.** Sensory nerve endings in the hard palate and papilla incisiva of the rhesus monkey. *Anat Embryol* 199:427–37.
- Hauser A, Daponte A, Roberts TS. 1989.** Palatal rugae. *J Anat* 165:237–49.
- He F, Xiong W, Wang Y, Li L, Liu C, Yamagami T, Taketo MM, Zhou C, Chen Y. 2011.** Epithelial Wnt/ β -catenin signaling regulates palatal shelf fusion through regulation of *Tgfb3* expression. *Dev Biol* 350:511–519.
- Hemanth M, Vidya M, Shetty N, Karkera BV. 2010.** Identification of individuals using palatal rugae: Computerized method. *J Forensic Dent Sci* 2: 86–90.
- Hermosilla VV, San Pedro VJ, Cantin M, Suazo GIC. 2009.** Palatal rugae: Systemic analysis of its shape and dimensions for use in human identification. *Int J Morphol* 27:819–25.
- Hirota K. 1933.** The morphological and statistical studies on plicae palatinae transversae of Japanese. *J anthrop Soc Tokyo* 48:543–554 (cit. Lysell, 1955).
- Indira A, Gupta M, David MP. 2012.** Usefulness of palatal rugae patterns in establishing identity: Preliminary results from Bengaluru city, India. *J Forensic Dent Sci* 4:2–5.
- Jawad IA. 2010.** Comparison of Rugae Pattern Between Dentate and Edentulous Patients in Iraqi Sample. *Al-Rafidain Dent J* 10:265–271.
- Jelínek R, Peterka M, Dostál M. 1983.** Rozštěp rtu a patra v obraze experimentu. Praha: Univerzita Karlova.
- Kapali S, Townsend G, Richards L, Parish T. 1997.** Palatal rugae patterns in Australian Aborigines and Caucasians. *Aust Dent J* 42:129–33.
- Kerrigan JJ, Mansell JP, Sengupta A, Brown N, Sandy JR. 2000.** Palatogenesis and potential mechanisms for clefting. *J R Coll Surg Edinb* 45:351–358.
- Knott VB. 1972.** Longitudinal study of dental arch widths at four stages of dentition. *Angle Orthodont* 42:387–394.
- Kramer GJ, Hoeksma JB, Prahl-Andersen B. 1992.** Early palatal changes in complete and incomplete cleft lip and/or palate. *Acta Anat* 144:202–212.
- Kramer GJ, Hoeksma JB, Prahl-Andersen B. 1994.** Palatal changes after lip surgery in different types of cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 31:376–84.

- Kramer GJ, Hoeksma JB, Prah-Andersen B. 1996.** Early palatal changes after initial palatal surgery in children with cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac* 33:104–11.
- Krmpotic-Nemanic J, Vinter I, Jalsovec D, Ehrenfreund T, Marusic A. 2008.** Postnatal changes in osseous and mucosal morphology of the hard palate. *Clin Anat* 21:158–64.
- Lima CLN, Fortes de Oliveira O, Sassi C, Picapedra A, Francesquini L, Daruge E. 2012.** Sex determination by linear measurements of palatal bones and skull base. *J Forensic Odontostomatol* 1:38–44.
- Luke DA. 1984.** Epithelial proliferation and development of rugae in relation to palatal shelf elevation in the mouse. *J Anat* 138:251–258.
- Lysell L. 1955.** Plicae palatinae transversae and papilla incisiva in man: a morphologic and genetic study. *Acta Odont Scand* 13(Suppl. 18):1–137.
- Miyazaki H, Yamaguchi Y, Takehara T. 1993.** Dental arch and palate in Taiwan aboriginals-Ami, Bunun, Paiwan and Rukai tribes. *Arch Oral Biol* 38:729–735.
- Murakami K. 1928.** Die Gaumenleisten der Japaner. *Arb anat Inst Sendai* 14:1 (cit. Lysell, 1955).
- Muthusubramanian M, Limson KS, Julian R. 2005.** Analysis of rugae in burn victims and cadavers to simulate rugae identification in cases of incineration and decomposition. *J Forensic Odontostomatol* 23:26–29.
- Nayak P, Acharya A, Padmini A, Kaveri H. 2007.** Differences in the palatal rugae shape in two populations of India. *Arch Oral Biol* 52:977–82.
- Ohtani M, Nishida N, Chiba T, Fukuda M, Miyamoto Y, Yoshioka N. 2008.** Indication and limitation of using palatal rugae for personal identification in edentulous cases. *Forensic Sci Int* 176:178–82.
- Okazaki K, Onizuka T, Abe M, Sawashima M. 1980.** Palatalized articulation as a type of cleft palate speech: observation by dynamic palatograph and cineradiograph. *Jpn J Logop Phoniatr* 21:109–120.
- Ono T, Hori K, Nokubi T. 2004.** Pattern of tongue pressure on hard palate during swallowing. *Dysphagia* 19:259–64.
- Paliwal A, Wanjari S, Parwani R. 2010.** Palatal rugoscopy: Establishing identity. *J Forensic Dent Sci* 2:27–31.
- Parihar A, Yujvender, Vaid N, Parihar S. 2010.** Plicae palatinae transversae: important landmarks. *J Asian Pac Orthodontic Society* 1.
- Pateria AH, Thakkar K. 2011.** Palatal rugae a stable landmark-A comparison between pre and post orthodontic patients. *Int J Dent Clin* 3:9–12.
- Patil SM, Patil SB, Acharya AB. 2008.** Palatine Rugae and Their Significance in Clinical Dentistry: A Review of the Literature. *J Am Dent Assoc* 139:1471–1478.
- Peavy DC, Kendrick GS. 1967.** The effects of tooth movement on the palatine rugae. *J Prosthet Dent* 18: 536–542.

- Perrella M, Costa F, Vessecchi S, Moccelin E, Daruge E. 2000.** Identificação por rugoscopia palatina e dactiloscopia (cit. Caldas *et al.*, 2007).
- Peterka M, Pěnkava J. 1975.** Růst šířky horního zubního oblouku u vzorku české populace. *Cesk Stomatol* 75:44–50.
- Pourtois SM. 1972.** Morphogenesis of the primary and secondary palate. In: Slavkin HC, Bavetta LA, editors. *Developmental aspects of oral biology*. London: Academic Press. p 81–108 (cit. Buchtová *et al.*, 2003).
- Pratt RM, Goggins JF, Wilk AL, King CTG. 1973.** Acid mucopolysaccharide synthesis in the secondary palate of the developing rat at the time of rotation and fusion. *Devl Biol* 32:230–237 (cit. Ferguson, 1988).
- Pueyo VM, Garrido BR, Sánchez JAS. 1994.** *Odontología Legal y Forense*. Barcelona: Masson (cit. Caldas *et al.*, 2007).
- Reid J, Reilly S, Kilpatrick N. 2007.** Sucking performance of babies with cleft conditions. *Cleft Palate Craniofac J* 44:312–320.
- Rice R, Connor E, Rice DPC. 2006.** Expression patterns of Hedgehog signalling pathway members during mouse palate development. *Gene Expr Patterns* 6:206–212.
- Rogers TL. 2005.** Determining the sex of human Remains through cranial morphology. *J Forensic Sci* 50:493–500.
- Santorini JD. 1775.** *Septemdecim Tabulae. Parmae* (cit. English *et al.*, 1988).
- Santos C, Caldas IM. 2012.** Palatal Rugae Pattern in a Portuguese Population: A Preliminary Analysis. *J Forensic Sci* 57:786–788.
- Saraf A, Bedia S, Indurkar A, Degwekar S, Bhowate R. 2011.** Rugae patterns as an adjunct to sex differentiation in forensic identification. *J Forensic Odontostomatol* 29:14–9.
- Scott JH, Symons NBB. 1967.** *Introduction to dental anatomy*. Edinburgh and London: Livingstone (cit. Buchtová *et al.*, 2003).
- Shah RM. 1977.** Palatomandibular and maxillo-mandibular fusion, partial aglossia and cleft palate in a human embryo. Report of a case. *Teratology* 15:261–272.
- Sharma P, Saxena S, Rathod V. 2009.** Comparative reliability of cheiloscopy and palatoscopy in human identification. *Indian J Dent Res* 20:453–7.
- Sheahan P, Miller I, Sheahan JN, Earley MJ, Blayney AW. 2003.** Incidence and outcome of middle ear disease in cleft lip and/or cleft palate. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 67:785–793.
- Shetty M, Premalatha K. 2011.** Study of palatal Rugae Pattern among the Student Population in Mangalore. *J Indian Acad Forensic Med* 33:112–115.
- Shukla D, Chowdhry A, Bablani D, Jain P, Thapar R. 2011.** Establishing the reliability of palatal rugae pattern in individual identification (following orthodontic treatment). *J Forensic Odontostomatol* 29:20–9.
- Silva RHA, Tornavoi DC. 2010.** Rugoscopia palatina e a aplicabilidade na identificação humana em odontologia legal: revisão de literatura. *Saúde, Ética & Justiça* 15:28–34.

- Silva L. 1938.** Ficha rugoscopia palatina. *Brasil Odonto* 14:307–316 (cit. Lysell, 1955).
- Skrzat J, Holiat D, Walocha J. 2003.** A morphometrical study of the human palatine sutures. *Folia Morphol (Warsz)* 62:123–127.
- Suazo GIC, Zavando MDA, Smith RL. 2008.** Accuracy of Palate Shape as sex Indicator in Human Skull with Maxillary Teeth Loss. *Int J Morphol* 26:989–993.
- Štěrbá O. 1995.** Staging and ageing of mammalian embryos and fetuses. *Acta Vet Brno* 64: 83–89.
- Thomas CJ. 1984.** The prenatal developmental microscopic anatomy of the palatal rugae. *J Dent Assoc S Afr* 39:527–533 (cit. Buchtová *et al.*, 2003).
- Thomas CJ, Kotze TJW. 1983.** The palatal rugae pattern: a new classification. *J Dent Assoc S Afr* 38:153–7 (cit. Kapali *et al.*, 1997; Patil *et al.*, 2008).
- Thomas CJ, Kotze TJW, Nash JM. 1986.** The palatal ruga pattern in possible paternity determination. *J Forensic Sci* 31 :5–7.
- Trobo HP. 1932.** El aparato dentario del hombre prehistorico (dissertação). Madrid: Universidade Complutense (cit. Silva and Tornavoi, 2010).
- Virdi MS, Singh Y, Kumar A. 2010.** Role of Palatal Rugae in Forensic Identification of the Pediatric Population. *The Internet Journal of Forensic Science* 4.
- Waterman RE, Meller SM. 1974.** Alterations in the epithelial surface of human palatal shelves prior to and during fusion: a scanning electron microscopic study. *Anat Rec* 180:111–136.
- Wichnieski C, Franco A, Ignácio SA, Batista PS. 2012.** Comparative analysis between dactyloscopy and rugoscopy. *J Morphol Sci* 29:174–177.
- Williams BA, Rogers T. 2006.** Evaluating the Accuracy and Precision of Cranial Morphological Traits for Sex Determination. *J Forensic Sci* 51:729–35.
- Winslow JB, Desprez G, Desessartz J. 1732.** Exposition Anatomique de la Structure du Corps Humain. Part II. Paris.
- Zietzschmann O, Ackerknechte E, Grau H. 1943.** Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Berlin: Springer – Verlag (cit. Buchtová *et al.*, 2003).