

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA ZOOLOGIE A ORNITOLOGICKÁ LABORATOŘ



ZÍVÁNÍ: ANATOMIE A FYZIOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Zuzana Chmelíčková

Studijní program: Chemie

Studijní obor: Učitelství chemie pro střední školy – Učitelství biologie pro střední školy

Forma studia: Prezenční

Olomouc 2011

Vedoucí práce: RNDr. Vlasta Lungová

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně za použití uvedené literatury, vlastních poznatků a po konzultacích s vedoucí práce RNDr. Vlastou Lungovou.

V Olomouci dne 29.4.2011

Bc. Zuzana Chmelíčková

Poděkování:

Ráda bych tímto poděkovala vedoucí práce RNDr. Vlastě Lungové za odborné vedení a konzultace, které mi poskytla během zpracovávání této práce. Také bych chtěla poděkovat RNDr. Janu Švecovi, PhD. za rady při zpracování výsledků a Prof. MUDr. Miroslavu Heřmanovi za provedení CT vyšetření vokálního traktu při fonaci a při simulovaném zívání.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Zuzana Chmelíčková
Název práce: Zívání: anatomie a fyziologie
Pracoviště: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř
Vedoucí práce: RNDr. Vlasta Lungová
Rok obhajoby práce: 2011

Souhrn:

Zívání je fylogeneticky starý a běžný jev, společný téměř všem obratlovcům. Skládá se ze tří částí: dlouhé nádechové fáze, vrcholné fáze a prudké výdechové fáze. Funkce a mechanismus zívání zůstávají zatím neobjasněny. Mezi nejvýznamnější teorie vysvětlující roli zívání patří respirační, budící, termoregulační, sociální a komunikační teorie.

Objasnění mechanismu zívání a znalost neurotransmiterů a hormonů ovlivňujících tento proces by mohlo vést k efektivnějšímu vývoji léků, které ovlivňují zívání a nemoci zahrnující abnormální zívání jako jeden ze symptomů

Tato práce se zabývá popisem změn anatomického nastavení některých orgánů vokálního traktu během zívání. Jedná se především o polohu jazyka a měkkého patra, postavení brady vůči krku, polohu jazyky a hrtanu a rozšíření hlasivkové štěrbiny. Na těchto změnách se podílí velké množství svalových skupin v oblasti vokálního traktu. Jsou to svaly: extraglosální a intraglosální, suprahyoidní a infrahyoidní, vlastní svaly hrtanu, svaly měkkého patra, *m. constrictor pharyngis superior* a *m. pterygoideus lateralis* ze skupiny žvýkacích svalů. Inervace těchto svalů je zajišťována z V., VII., X. a XII. hlavového nervu, z *n. muscoli tensor veli palatini*, z *plexus pharyngeus* a *ansa cervicalis* C1-C3.

Klíčová slova: zívání, anatomie, vokální trakt

Počet stran: 78

Počet příloh: 0

Jazyk: Čeština

Bibliographical identification:

Author's first name and surname: Zuzana Chmelíčková
Title: Yawning: Anatomy and Physiology
Department: Department of zoology
Supervisor: RNDr. Vlasta Lungová
The year of presentation: 2011

Summary:

Yawning is phylogenetically ancient and common event. It could be divided into three phases: a long inspiratory phase, a brief acme and a rapid expiration. The mechanism and aim of yawning remain unclear. The most important theories explaining the role of yawning are: respiratory theory, arousal theory, thermoregulation theory, social and communication theory.

Knowledge of the mechanism of yawning and of transmitters involved in this process would enable investigating more effectively drugs that modify yawning and pathologies for which yawning is abnormal.

This theses deals with the description of changes in the anatomy of particular organs of the vocal tract during yawning. The most distinct changes are: change of tongue and soft palate position, chin adduction towards the neck, depression of the hyoid bone and larynx, and dilatation of the larynx by maximal abduction of vocal cords. In these changes, number of muscles are involved. They are: extraglossal and intraglossal muscles, suprahyoid and infrahyoid muscles, laryngeal muscles, soft palate muscles, *m. constrictor pharyngis superior* and *m. pterygoideus lateralis* from the group of masticatory muscles. These muscles are innervated from V., VII., X. a XII cephalic nerve, *n. muscoli tensor veli palatini*, *plexus pharyngeus* and *ansa cervicalis C1-C3*.

Keywords: yawning, anatomy, vocal tract

Number of pages: 78

Number of appendices: 0

Language: Czech

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce a metodika	11
3	Rešeršní část	12
3.1	Popis zívání.....	12
3.1.1	Nádechová fáze.....	12
3.1.2	Vrcholná fáze	13
3.1.3	Výdechová fáze.....	13
3.2	Výskyt zívání	14
3.2.1	Výskyt zívání během dne.....	14
3.2.2	Výskyt zívání během života.....	14
3.3	Funkce zívání	16
3.3.1	Fyziologické funkce zívání.....	16
3.3.1.1	Respirační teorie	16
3.3.1.2	Budící teorie.....	17
3.3.1.3	Termoregulační teorie	18
3.3.1.4	Vyrovnání tlaku ve středním uchu.....	19
3.3.2	Sociální a komunikační funkce zívání	20
3.4	Neurofarmakologie zívání	21
3.4.1	Mozkové struktury řídící zívání.....	21
3.4.2	Hormony a neurotransmitery ovlivňující zívání.....	21
3.5	Zívání v živočišné říši	23
3.5.1	Ryby.....	23
3.5.2	Ptáci	24
3.5.3	Hlodavci.....	25
3.5.4	Šelmy	26
3.5.5	Primáti.....	26
3.6	Nakažlivé zívání	28
3.6.1	Popis nakažlivého zívání	28
3.6.2	Nakažlivé zívání a mozek	28
3.6.3	Nakažlivé zívání a empatie	29
3.6.4	Nakažlivé zívání u zvířat	30

3.7	Abnormality zívání jako projev nemoci	33
3.7.1	Absence zívání	33
3.7.1.1	Parkinsonova nemoc	33
3.7.1.2	Polékové extrapyramidové syndromy	33
3.7.2	Nadměrné zívání	34
3.7.2.1	Roztroušená skleróza	34
3.7.2.2	Migréna	34
3.7.2.3	Cévní mozkové příhody, nádory a fokální léze	34
3.7.2.4	Epilepsie.....	35
3.7.2.5	Psychické poruchy	35
3.7.2.6	Vedlejší účinek léků.....	36
3.8	Fonace a artikulace	37
3.8.1	Hlasové ústrojí	37
3.8.1.1	Hrtan	37
3.8.1.2	Hlasivky	38
3.8.2	Tvorba hlasu	38
3.8.3	Artikulace.....	39
3.8.3.1	Artikulační orgány	39
3.8.3.2	Artikulace mluvené samohlásky „a“	40
4	Praktická část	41
4.1	Cíl a metoda výzkumu	41
4.1.1	Cíl výzkumu.....	41
4.1.2	Metoda výzkumu	41
4.2	Data získaná při výzkumu.....	44
4.2.1	Změny anatomických struktur a svalové skupiny zapojené při zívání	44
4.2.1.1	Vyklenutí jazyka (obr. 14).....	45
4.2.1.2	Přiložení měkkého patra k jazyku (obr. 16).....	47
4.2.1.3	Maximální otevření ústní dutiny a přitažení brady ke krku (obr. 17).....	47
4.2.1.4	Velikost hltanové dutiny	48
4.2.1.5	Otevření hrtanu a abdukce hlasivek	49
4.2.1.6	Poloha jazylky (obr. 21).....	50

4.2.2	Změny anatomických struktur a svalové skupiny zapojené při fonaci samohlásky „a“	51
4.2.2.1	Mírné pootevření úst (obr. 26).....	52
4.2.2.2	Zploštění jazyka (obr. 27).....	53
4.2.2.3	Zdvižení měkkého patra a uzavření nosohltanu (obr. 28)	54
4.2.2.4	Velikost hltanové dutiny	55
4.2.2.5	Otevření hrtanu a přivření hlasivkové štěrbiny.....	55
4.2.2.6	Poloha jazylky (obr. 32).....	57
5	Diskuze	58
5.1	Shrnutí výsledků	58
5.1.1	Přehled svalových skupin zapojených při zívání.....	58
5.1.2	Přehled svalových skupin zapojených při fonaci samohlásky „a“	60
5.2	Rozdíly v postavení některých anatomických struktur při zívání a při fonaci samohlásky „a“	63
5.2.1	Postavení měkkého patra	63
5.2.2	Postavení jazyka	64
5.2.3	Postavení brady vůči krku.....	64
5.2.4	Poloha jazylky.....	65
5.2.5	Velikost ústní, nosní a hltanové dutiny.....	65
5.2.6	Postavení hlasivek.....	65
6	Závěr	66
7	Seznam obrázků.....	68
8	Seznam použitých zkratk	70
9	Literatura.....	71

1 Úvod

*...seeing a dog and horse and man yawn,
makes me feel how much all animals
are built on one structure.*

Charles Darwin, 1838 (cited in Walusinski, 2004)

Zívání je běžný a častý jev, který je zmiňován v literatuře už od antiky. Hypocrates popsal zívání jako uvolňování par, které předchází vzniku horečky. Moderní medicína nevěnovala zívání mnoho pozornosti až do 80. let minulého století (Daquin *et al.*, 2001). Charles Darwin dokonce zařadil zívání do části neužitečné fyziologie. Tento jev je ale pozoruhodný už jen tím, že je společný téměř všem obratlovcům, poikilotermům i homoiotermům, obývajícím vodu, vzduch i zemi. (Walusinski, 2004).

Zívání je běžný fyziologický jev složený ze tří fází: dlouhé nádechové fáze, vrcholné fáze a prudké výdechové fáze (Daquin *et al.*, 2001). Přičemž u všech obratlovců je průběh podobný. I bez studia odborné literatury jsou každému z nás známé okolnosti zívání. Během dne se nejčastěji vyskytuje ráno po probuzení a ve večerních hodinách, kdy přichází únava a dále pak při pasivních a nudných činnostech.

Funkce zívání zůstává ale zatím neobjasněna (Daquin *et al.*, 2001). Existuje velké množství teorií, které se snaží tuto problematiku vysvětlit. Teorie připisující zívání fyziologickou roli jsou založeny na předpokladu, že zívání mění některou z tělních funkcí, např. obsah kyslíku v krvi nebo úroveň bdělosti mozku (Guggisberg *et al.*, 2010). Zívání je zároveň připisována sociální a komunikační funkce. Dle této teorie je zívání formou nonverbální komunikace, která odráží psychický a fyziologický stav subjektu (Gallup, 2010) a slouží k synchronizaci chování skupiny (Guggisberg *et al.*, 2010).

Dalším důvodem, proč věnovat pozornost studiu zívání, je fenomén jeho nakažlivosti. Jedná se o jev, kdy je počátek zívání spuštěn na základě zrakového či sluchového vjemu zívání, nebo pouhého čtení či přemýšlení o něm (Platek *et al.*, 2004). Říká se, že ten, kdo „dobře“ zívá, vyvolá zívání u dalších sedmi osob (Walusinski, 2004). Nakažlivost zívání není vlastní pouze lidskému rodu, ale byla pozorována i u některých primátů a existují studie popisující přenos zívání mezi psem s člověkem. Pozoruhodná je i možná souvislost tohoto jevu s úrovní rozvinutí empatie jedince.

Nejvýznamnějším argumentem, proč si zívání zaslouhuje pozornost vědy, je souvislost výskytu abnormalit zívání s množstvím různých lidských nemocí, jako jsou např. migréna, Parkinsonova nemoc, roztroušená skleróza, psychické poruchy. Mezi symptomy těchto nemocí se řadí nadměrné či nedostatečné zívání, nebo jeho úplná absence. Objasnění mechanismu zívání a znalost neurotransmiterů a hormonů ovlivňujících tento proces by mohlo vést k efektivnějšímu vývoji léků, které ovlivňují zívání a nemoci zahrnující abnormální zívání jako jeden ze symptomů (Daquin, 2001).

Je též známa souvislost mezi anatomickým nastavením vokálního traktu během zívání a anatomickým nastavením traktu při operním zpěvu, kdy právě navození pocitu zívání může pomoci zpěvákům maximálně otevřít dutiny vokálního traktu a zpívat tzv. pěveckým formantem (Jones, 2003). Znalost svalových skupin, které se podílí na zívání tedy neslouží pouze k medicínským účelům ale také může být užitečná pro výuku operního zpěvu.

Tato práce se nesnaží objasnit příčinu nebo funkci zívání, ale zabývá se jeho anatomii. Popisuje změny anatomických struktur vokálního traktu, které nastávají během zívání a svalové skupiny, které jsou v tomto procesu zapojeny. Analýza uvedených změn byla provedena na základě CT snímku z vyšetření vokálního traktu během simulovaného zívání a hodnocena ve srovnání s polohou anatomických struktur vokálního traktu při fonaci samohlásky „a“.

2 Cíl práce a metodika

Tato práce se zabývá popisem mechanismu zívání u člověka. Cílem bylo provést rešerši dostupné literatury zabývající se problematikou zívání a vytvořit tak přehled témat, kterých se zívání dotýká, zjistit a popsat známé procesy, které probíhají během zívání.

Dále byl analyzován CT záznam vokálního traktu člověka při zívání a při fonaci samohlásky „a“. Na základě sagitálních a transverzálních snímků byly popsány viditelné změny v anatomickém nastavení jednotlivých orgánů, zejména vokálního traktu, jak během zívání, tak během fonace.

Na základě určení změn anatomických struktur byly popsány svaly zapojující se v procesu zívání a v procesu fonace. Dále byly oba tyto procesy porovnány.

3 Rešeršní část

3.1 Popis zívání

Zívání je běžný fyziologický děj, který může být přirovnán k reflexu (Walusinski, 2004). Toto přirovnání vyplývá z faktu, že zívání je nevolní proces. Jednou zahájené zívání nemůže být zastaveno, pouze modulováno prohloubením nádechu či výdechu, nebo minimalizováním otevření úst při nádechu (Daquin *et al.*, 2001).

U lidí se zívnutí skládá ze tří rozdílných fází, dlouhé nádechové fáze trvající 4-6s, vrcholu nádechu (2-4s) a rychlého výdechu. Maximální délka zívnutí je 10 sekund (Daquin *et al.*, 2001).

Zívání se většinou vyskytuje v sériích 2-3 po sobě jdoucích zívnutí, většinou v době probouzení a je doprovázeno protahováním těla (Daquin *et al.*, 2001).

Analýzou dílčích pohybů anatomických struktur při zívání se zabýval Barbizet (1958), který s pomocí rentgenových snímků (obr. 1) popsal jednotlivé fáze zívání. Následující popis vychází z této studie.

3.1.1 Nádechová fáze

Nádech je pomalý, hluboký při široce otevřených ústech. Zároveň dochází k rozšíření hrudníku, hltanu a hrtanu a ke snížení bránice. Otevírání úst je velmi pomalé. V momentě, kdy jsou ústa otevřena pouze z poloviny, roztažení hltanu a hrtanu je již maximální.

Pouhým pohledem je možné pozorovat snížení štítné chrupavky. Rentgenové snímky ukázaly pokles jazyky. Tento pohyb vysvětluje postavení jazyka, který je při zívání zasunut dozadu a dolů. Rozšíření hltanové a hrtanové dutiny bylo dle snímku odhadnuto na tří- až čtyřnásobnou velikost. Dále dochází k roztažení hlasivkové dutiny maximální abdukcí hlasivek (Barbizet, 1958).

Zatímco pohyby hrudníku a bránice se mnoho neliší od běžných dýchacích pohybů (Walusinski, 2004), právě rozšíření těchto dutin a pokles jazyky jsou typické pro zívání (Barbizet, 1958). Zároveň dochází k otevření Eustachovy trubice a tím ke zhoršení kvality vnímání sluchových vjemů. Při nemodulovaném zívání se nádech děje výhradně ústy, nikoli nosem (Walusinski, 2004).

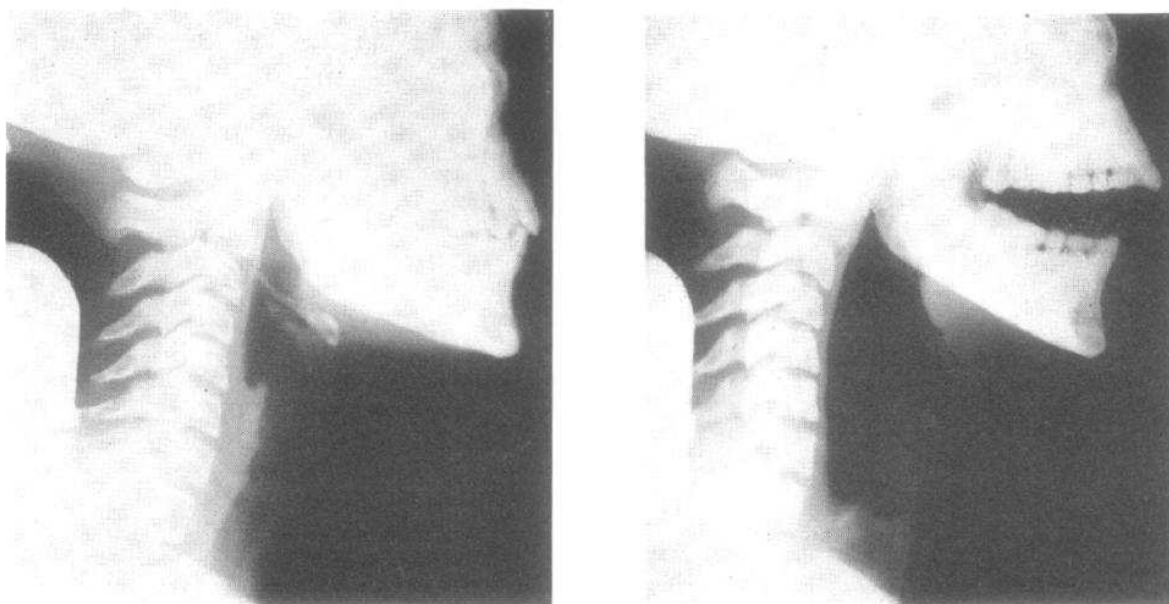
3.1.2 Vrcholná fáze

Druhá fáze zívání odpovídá dosažení maximálního otevření úst a rozšíření hrtanu a hrudníku. V momentě, kdy jsou plíce naplněny zcela vzduchem, dochází ke krátkému zadržení dechu (Walusinski, 2004). Pro tuto fázi je charakteristická kontrakce mimických svalů (přivření očí, svraštění kůže okolo nosů, pozdvižení obočí) a protahování paží nebo krku. Tímto protahováním je docíleno zvýšení kapacity plic. Obvykle též dochází k sekreci slin a slz (Barbizet, 1958).

3.1.3 Výdechová fáze

Poslední fáze zívání je pasivní. Jedná se o hlučný a rychlý výdech doprovázený relaxací všech zapojených svalů. A často též provázen zvuky. Ústa se zavírají a hrtan se vrací do své obvyklé polohy (Barbizet, 1958).

Zívání tedy není pouze záležitostí široce otevřených úst, ale jsou společně zapojovány svaly dýchacího traktu (mezižeberní, bránice), obličeje a krku (Walusinski, 2004), (Baenninger, 1997), (Daquin *et al.*, 2001).



Obr. 1 – Rentgenové snímky hltanu před a během zívání (Barbizet, J. *Neurol. Neurosurg. Psychiatr.*, 1958, 21, p. 204)

3.2 Výskyt zívání

3.2.1 Výskyt zívání během dne

Během dne se zívání objevuje ve vyšší frekvenci ráno po probuzení a večer před spaním, kdy na člověka padá únava (Provine *et al.*, 1987). Před spaním většinou zíváme bez protahování a po probuzení se můžeme protahovat bez zívání, nikdy ale nezíváme během spánku (Daquin *et al.*, 2001).

Frekvence zívání se neliší u žen a mužů (Schino, Aureli, 1989), ale zajímavé je že nejen frekvence zívání, ale i jeho distribuce do brzkých ranních a pozdních večerních hodin se liší u tzv. ranních a nočních typů. Studie popsaly dva typy lidí. Ty, kdo vstávají brzo ráno bez větších problémů, ale činí jim potíže vydržet vzhůru déle, než jsou zvyklí, označujeme jako ranní typy. Pro večerní typy je vstávání v brzkých ranních hodinách obtížné, ale ke spánku se ukládají až pozdě v noci. Bylo dokázáno, že večerní typy zívají během dne vícekrát, a to nejčastěji v ranních hodinách, přičemž během dne se frekvence zívání snižuje a večer je minimální. U ranních typů se ukázala opačná tendence, kdy nejvyšší frekvence zívání byla zaznamenána ve večerních hodinách. Souvislost frekvence zívání s délkou spánku nebyla prokázána (Zilli *et al.*, 2007).

Zívání je spojováno s pasivními či nudnými činnostmi, jako poslouchání nezáživné přednášky, čtení, sledování televize, čekání ve frontě, ale bylo pozorováno dokonce i při řízení auta (Greco *et al.*, 1993). Zívání může být pozorováno v souvislostech s běžnými denními situacemi, jako před jídlem (důvodem může být hypoglykémie), po jídle či požití alkoholu (zde může být důvodem následná ospalost), ve stresových situacích, ve stavu duševní nepohody a při změnách nadmořské výšky (Daquin *et al.*, 2001).

Na frekvenci zívání může mít vliv také prostředí - uzavřené malé prostory či přehřáté místnosti ji zvyšují (Walusinski, 2004). Také to, že vidíme nebo slyšíme druhou osobu zívat, může vyvolat zívání. O tomto fenoménu bude podrobněji pojednáno v kapitole nakažlivé zívání.

3.2.2 Výskyt zívání během života

Zívání je předčasně vyspělý fyziologický děj. Studie z osmdesátých let dokázaly výskyt zívání u plodů starých 12-14 týdnů. Následné studie potvrdily přítomnost zívání u

plodů starých 20-36 týdnů, přičemž frekvence zívání neprokazovala variace během dne. Zívání plodu je doprovázeno typickými grimasami a protahováním (Baenninger, 1997).

Novorozenci zívají již první den po narození, poprvé do 5 minut od jejich prvního nadechnutí (Baenninger, 1997). Zívání se objevuje, stejně jako u dospělých, především okolo nástupu spánku, zároveň se zarudnutím bělma a poklesáváním očních víček, a při probouzení.

Mnoho studií zabývajících se touto problematikou neexistuje, podrobněji ale bylo sledováno zívání u dětí narozených předčasně v 29-39 týdnu těhotenství, starých 31-40 týdnů (Giganti *et al.*, 2001). Distribuce zívání během dne nebyla u těchto dětí zaznamenána. Tento jev vysvětluje časté střídání období spánku a bdělosti v průběhu dne, jelikož zívání doprovází proces usínání i probouzení. Dále byl pozorován pokles frekvence zívání v závislosti na stáří dítěte. Především během dne byl výskyt zívání u starších dětí nižší. Tento jev je možné vysvětlit jako vývojovou změnu, související s prodlužováním epizod spánku a bdění, jaké dosahují děti narozené v termínu. I tak je ale frekvence zívání v této fázi vývoje mnohem vyšší, průměrně 25 zívnutí za 24 hodin, než u dospělých, kteří zívají 7-8krát za 24 hodin (Giganti *et al.*, 2001; 2006).

Frekvence zívání během ontologického vývoje lidského jedince tedy vykazuje klesající tendenci (Walusinski, 2006). Zvláštní nárůst frekvence zívání nastává pouze u dětí během prvního roku povinné školní docházky. V tomto období jsou děti nuceny omezit svou fyzickou aktivitu během vyučovacích hodin, naučit se soustředit pozornost a přizpůsobit se školnímu rytmu. Děti v prvním ročníku základní školy zívají až pětkrát více než děti ve školce (Baeninger, 1997).

3.3 Funkce zívání

Zdá se, že zívání je fylogeneticky starý a hojně rozšířený jev. Lze tedy předpokládat, že zívání nese nějakou evoluční výhodu, tedy má určitou užitečnou funkci. Původ a funkce zívání jsou předmětem spekulací po staletí, během nichž byla vytvořena spousta teorií. Zatímco teorií vzniklo již velké množství, empirická data jsou zatím relativně vzácná. V posledních několika desetiletích začíná narůstat počet studií zabývajících se touto problematikou. Dostupná data, jsou ale stále nedostačující k jednoznačnému potvrzení původu a funkce zívání (Guggisberg *et al.*, 2010).

Vzhledem k výskytu zívání u většiny skupin obratlovců a jeho pravidelnému výskytu v mnoha rozdílných fyziologických stavech a sociálních souvislostech je pravděpodobné, že zívání neplní pouze jednu určitou funkci, ale jedná se o multifunkční jev vyskytující se u mnoha druhů (Gallup, 2010).

V následujícím textu předkládám výčet jednotlivých teorií, doprovázený popisem pokusů, které byly na jejich ověření vedeny.

3.3.1 Fyziologické funkce zívání

Všechny fyziologické teorie mají společný předpoklad, že zívání reguluje určitý tělní stav, např. koncentraci krevního kyslíku nebo bdělou úroveň mozku. Takto můžeme zívání chápat jako jeden ze systémů podílejících na udržení homeostázy (Guggisberg *et al.*, 2010).

3.3.1.1 Respirační teorie

Tato teorie předpokládá, že zívání je způsobeno nedostatečnou saturací krve a mozku kyslíkem a zvýšenou koncentrací oxidu uhličitého v krvi.

Již z vlastního pozorování, ale většina lidí zjistí, že se frekvence zívání nezvyšuje během cvičení, kdy roste spotřeba kyslíku ani neklesá při odpočívání. Respirační teorii vyvrací studie vedená Provinem, která dokázala, že ani cvičení, ani inhalace 100% kyslíku, ani inhalace vzduchu s 3-5% koncentrací oxidu uhličitého nezměnila frekvenci zívání u sledovaných subjektů (Provine *et al.*, 1987, cited in Guggisberg *et al.*, 2010).

Okysličování mozku zíváním se zdá být neefektivní ve srovnání s jinými mechanismy, jako je zrychlené, nebo hluboké dýchání, zvláště protože fáze hlubokého nádechu je následována krátkým zadržením dechu a prudkým výdechem.

Možným příspěvkem zívání k okysličování mozku je zvyšování krevní cirkulace (Guggisberg *et al.*, 2010). Během nádechové fáze zívání pokles bránice (*diaphragma*), dále kontrakce žvýkacího svalu *m. pterygoideus lateralis* (vnější křídlový sval) a svalů končetin při protahování indukují zvýšený odtok žilní krve z žilních plexů a její návrat do srdce (Daquin *et al.*, 2001). Zvýšení krevní cirkulace lze ale dosáhnout i jinými běžně se vyskytujícími mechanismy, jako je hluboký nádech či jakýkoliv pohyb.

Experimentální data respirační teorii nepotvrzují. Dle dosavadních důkazů je nepravděpodobné, že by se zívání podílelo na okysličování mozku a krve (Guggisberg *et al.*, 2010).

3.3.1.2 Budící teorie

V současnosti je široce rozšířen názor, že zívání je zodpovědné za regulaci bdělosti a úrovně vzrušení mozku. Předpokladem hypotézy je skutečnost, že zívání se vyskytuje v období zvýšené ospalosti. Tento předpoklad potvrzují mnohé behaviorální studie, které popisují zvýšený výskyt zívání v období po probuzení a před spánkem (Greco *et al.*, 1993). Přičemž distribuce zívání během dne je závislá na spánkovém režimu každé osoby (Zilli *et al.*, 2007).

K ověření budící hypotézy byla vedena studie zaměřená na empirické hodnocení funkční souvislosti mezi zíváním a bdělostí měřením elektrofyziologických ukazatelů bdělosti během zívání za použití elektroencefalografie (EEG), která objektivně poměřila bdělost subjektů před a po zívání (Guggisberg *et al.*, 2007).

Spontánní činnost mozku produkuje elektromagnetické vlnění o různých frekvencích, které může být zaznamenáváno pomocí EEG. Toto vlnění koreluje se stavem bdělosti. EEG záznamy byly pořízeny během testů udržení bdělosti (MWT). MWT jsou standardizované testy, které hodnotí schopnost zůstat v bdělém stavu u pacientů trpících nadměrnou ospalostí během dne (Guggisberg *et al.*, 2010). Pacienti byly požádáni, aby se snažili udržet vzhůru během 40 minut, kdy seděli osamocně v tiché a tmavé místnosti. Tyto podmínky obvykle vedou k výskytu zívání. Byly vybrány EEG záznamy šestnácti pacientů, kteří během testování alespoň čtyřikrát zívnutí. Rušící signály způsobené doprovodnými pohyby (protahování, poposedávání) byly eliminovány proměřením a započítáním záznamů EEG pouze pro tyto pohyby bez zívání.

Testy potvrdily, že zívání se objevuje během období se zvýšenou ospalostí a potřebou spánku. Zároveň ale nezaznamenaly následné měřitelné zvýšení úrovně vzrušení mozku. Studie tedy neposkytla důkazy potvrzující budící hypotézu (Guggisberg *et al.*, 2007).

3.3.1.3 Termoregulační teorie

Hypocrates popsal zívání jako vypouštění páry předcházející horečce (Daquin *et al.*, 2001). V současnosti je rozvíjena teorie, že zívání by se mohlo podílet na ochlazování mozku, a to v případě, kdy ostatní termoregulační mechanismy selžou. Mozek je metabolicky náročný orgán. Je zodpovědný za 16 % celkové energetické spotřeby lidského organismu. Teplota mozku závisí na několika různých faktorech, např. na teplotě arteriální krve jdoucí do mozku, rychlosti krevního průtoku a produkci metabolického tepla. Existuje termoregulační systém, který zajišťuje optimální teplotu mozku. Skládá se ze dvou základních mechanismů: ochlazování arteriální krve jdoucí do mozku žilami odvádějícími krev z čela a nosu a vlastní ochlazování mozku žilní krví (Gallup, Gallup, 2007)

Na podporu této teorie bylo vedeno několik studií. V roce 2007 Gallup & Gallup pozorovali výskyt nakažlivého zívání u studentů sledujících videonahrávku se zívajícími subjekty, přičemž bylo regulováno jejich nosní dýchání a ochlazování čela. Nosní dýchání ochlazuje čelní lalok mozku o 0,15 °C (Gallup, 2009). Jak je podrobněji popsáno v kapitole 3.5, zívání může být spuštěno pozorováním zívání u druhé osoby (Platek *et al.*, 2004). Je možné tedy předpokládat i výskyt tzv. nakažlivého zívání u studentů sledujících zmíněnou videonahrávku. Výsledky ale ukázaly, že nosní dýchání a ochlazování čela prakticky odstranili tzv. nakažlivé zívání (Gallup *et al.*, 2007). Přiložení studeného balíčku na čelo snížilo výskyt nakažlivého zívání a naopak přiložení teplého balíčku jej zvýšilo. V pokusu ale mohou figurovat matoucí faktory. Například ochlazování čela může pomoci udržovat mozek v bdělém stavu, zatímco zahřívání může navodit ospalost. Je tedy nemožné posoudit, zda daný efekt způsobila úroveň bdělosti nebo teplota mozku (Guggisberg, 2010).

Termoregulační teorie dále tvrdí, že frekvence zívání roste se stoupající teplotou okolí až do chvíle, kdy se okolní teplota vyrovná nebo překročí teplotu tělesnou. Potom by již nebyla inhalace okolního vzduchu efektivní. Tento předpoklad byl testován Gallupem na *Melopsittacus undulatus* (andulka vlnkovaná). Frekvence zívání byla prokazatelně ovlivněna zvyšující se teplotou okolí. V momentě vyrovnání okolní a tělní teploty se již frekvence zívání nezvyšovala (Gallup *et al.*, 2009). Testování ale nezahrnovalo měření

teploty těla a mozku *M. undulatus*, proto nelze brát tuto studii jako jednoznačný důkaz termoregulační funkce zívání. Navíc mohlo být při tomto pokusu zívání a jeho frekvence ovlivněny stresem z nového prostředí či sociálními vztahy ve skupině (Siqueira, 2009).

Další studie na podporu termoregulační teorie zahrnovala dotazování dvou pacientek trpících chronickými záchvaty nadměrného zívání na jejich anamnézu. Záchvaty zívání se u obou pacientek vyskytovaly jedenkrát až patnáctkrát denně, s dobrou trvání 5 – 45 minut. Po odeznění záchvatu pacientky popsaly pocity vyčerpání a chladu. Obě pacientky potvrdily, že pociťují úlevu od symptomů a/nebo odsunutí záchvatu pomocí ochlazování těla. Toto ochlazování zahrnuje studené obklady čela a nosní dýchání. Jedné z pacientek pomáhala ke zmírnění záchvatu studená sprcha nebo plavání ve studené vodě. Tato studie též zahrnuje měření teploty jedné z pacientek před a po záchvatu. Průměrná teplota těla pacientky před záchvatem byla 37,5 °C a po záchvatu 37,1 °C. Průměrný pokles teploty po odeznění záchvatu je tedy 0,4 °C. Toto pozorování tedy též poukazuje na možnou spojitost zívání a termoregulace organismu (Gallup, Gallup, 2009).

Nedávné výzkumy potvrdily souvislost mezi zíváním a teplotou mozku. Shoup-Knox *et al.* aplikovali do prelimbické kůry mozku krysy (*Rattus norvegicus*) sondu, která měřila teplotu mozku před, během a po zívání. Výsledky ukázaly, že před začátkem zívání teplota mozku stoupla o 0,12 °C, a po odeznění zívání opět klesla na původní hodnotu (Shoup-Knox *et al.*, 2010 cited in Gallup 2010).

Onemocnění jako roztroušená skleróza, epilepsie, ale i stres, úzkost, schizofrenie jsou doprovázeny poruchou termoregulace. Často jsou v těchto případech pozorovány i abnormality v zívání (Gallup *et al.*, 2008). Více o nemocech, které zahrnují abnormality zívání jako jeden ze symptomů bude podrobněji pojednáno v kapitole 3.6.

Termoregulační hypotéza přináší zajímavý a nový pohled na výskyt a okolnosti zívání. Stále ale zahrnuje spoustu zatím nezodpovězených otázek a měla by být předmětem dalšího bádání.

3.3.1.4 Vyrovnání tlaku ve středním uchu

Jedním z efektů zívání je vyrovnání tlaku ve středním uchu s okolním tlakem vzduchu. Může tedy ulevit nepříjemnému pocitu zalehlých uší při náhlých změnách nadmořské výšky např. v letadle nebo výtahu. Této úlevy je dosaženo kontrakcí a následnou relaxací bubínkových svalů a svalů kladívka, která je následována otevřením Eustachovy trubice a provzdušnění středoušní dutiny.

Jakákoliv studie, která by zkoumala výskyt nadměrného zívání při změnách nadmořské výšky, chybí. Můžeme tedy předpokládat, že vyrovnávání tlaku ve středním uchu je pouze vedlejší efekt zívání a jeho hlavní funkce je jiná (Guggisberg *et al.*, 2010).

3.3.2 Sociální a komunikační funkce zívání

V mnoha kulturách je zívání chápáno jako výraz nudy a únavy a v některých společenských situacích je proto považováno za nezdvořilé. Zívání je tedy možné chápat jako univerzálně pochopitelný signál (Guggisberg *et al.*, 2010).

Dle této teorie je zívání formou nonverbální komunikace, která odráží psychický a fyziologický stav subjektu (Gallup, 2010) a slouží k synchronizaci chování skupiny (Guggisberg *et al.*, 2010). Zívání se ale objevuje v mnoha různých situacích, jako je nuda, únava nebo stres. Proto je jako signál poněkud nespecifický a nepodává spolehlivou informaci o stavu jedince, který jej vyslal.

Předpokládejme, že zívání má nějakou důležitou fyziologickou funkci k udržení homeostázy (např. termoregulace, budící efekt). Potom by zívání vznikající jako odpověď na vnímání zívání druhé osoby (tzv. nakažlivé zívání), přinášelo určitou výhodu pro příjemce signálu. Tuto hypotézu lze ale aplikovat pouze na druhy, u kterých se nakažlivé zívání vyskytuje (člověk, některé druhy primátů, možná psi) (Gallup, 2010).

Právě nakažlivé zívání je hlavním argumentem hovořícím ve prospěch komunikační hypotézy. Více o nakažlivém zívání bude pojednáno v kapitole 3.5.

Z předchozího vyplývá, že jakákoliv sociální či komunikační funkce zívání u lidí a primátů je pravděpodobně odvozenou vlastností, zatímco primární funkce je fyziologická (Gallup, 2010).

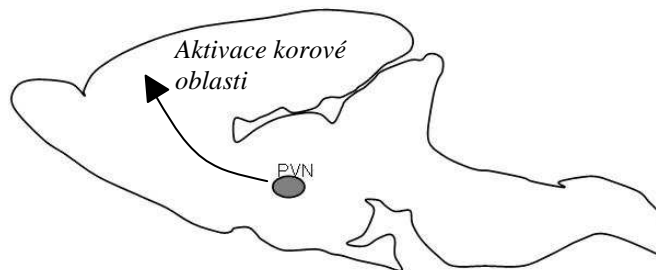
3.4 Neurofarmakologie zívání

3.4.1 Mozkové struktury řídící zívání

Zívání je řízeno fylogeneticky starými částmi mozku, které jsou společné všem obratlovcům. Do řízení zívání jsou tedy zapojeny tyto oblasti: *hypothalamus*, *bulbus*, Varolův most (*pons Varoli*) a prodloužená mícha (*medulla oblongata*).

Svaly, které jsou v kontrakci během zívání, jsou inervovány hlavovými nervy 5, 7, 9, 10, 11, 12, krčními nervy C1-C4 a míšními nervy inervujícími mezižeberní svaly a přídatné dýchací svaly (Walusinski, 2004).

Klíčovou roli ve spouštění zívání hraje paraventikulární nucleus hypothalamu (PVN) (Seki *et al.*, 2002). PVN je rozsáhlé jádro na rozhraní předního a středního hypothalamu (Čihák), (viz obr. 2). PVN obsahuje jádra neuronů s neurosekreční funkcí produkující oxytocin. Podráždění těchto neuronů domapinem, oxytocinem nebo excitačními aminokyselinami vyvolá sekreci oxytocinu a jeho distribuci na další místa v mozku, např. *hippocampus*, *pons Varoli* a *mudulla oblongata*.



Obr. 2 – PVN, upraveno dle Seki *et al.*, 2002

PVN ale není jediným centrem kontrolujícím zívání, protože není ovlivněn dalšími látkami indukujícími zívání, jako jsou: acetylcholin, adrenokortikotropní hormon či serotonin (Argiolas, Melis, 1997).

3.4.2 Hormony a neurotransmitery ovlivňující zívání

Zívání je pod kontrolou několika neurotransmiterů a hormonů (Argiolas, Melis, 1997). Popis jejich účinků je velice rozsáhlý a vyžaduje hlubší znalost neurologie, endokrinologie a farmakologie. Proto zde uvádím pouze stručný přehled účinků a oblastí působení jednotlivých látek shrnutý v následujících tabulkách.

Tab. 1 – Neurotransmitery ovlivňující zívání

neurotransmitter	ovlivnění zívání	ovlivněná část mozku
Dopamin	indukce	PVN, NC, Se
Serotonin	indukce	nedostupné informace
	inhibice	nedostupné informace
	inhibice	nedostupné informace
Acetylcholin	indukce	HI
Excitační aminokyseliny ¹	indukce	PVN
Oxid dusný	indukce	PVN
GABA ²	inhibice	nedostupné informace
Noradrenalin	indukce	nedostupné informace
	inhibice	nedostupné informace

PVN = paraventriculární nucleus hypothalamu, NC = nucleus caudatus, Se = septum, HI = hippocampus (upraveno dle Argiolas, Melis, 1997)

Tab. 2 – Hormony ovlivňující zívání

hormon	ovlivnění zívání	ovlivněná část mozku
ACTH/MSH ³	indukce	HY
Opioidní peptidy	inhibice	PVN
Oxytocin	indukce	PVN, HI, MO, <i>Pons Varoli</i>
Nerotensin	inhibice	nedostupné informace
LH-RH ⁴	inhibice	nedostupné informace
Prolactin	indukce	NC

PVN = paraventriculární nucleus hypothalamu, NC = nucleus caudatus, Se = septum, MO = medulla oblongata (upraveno dle Argiolas, Melis, 1997), HI = hippocampus, HY = hypothalamus

¹ Excitační aminokyseliny = kyselina glutamová a asparagová, způsobují depolarizaci membrány neuronu

² GABA = kyselina γ -aminomáselná

³ ACTH = adrenokortikotropní hormon, MSH = melanotropin

⁴ LH-RH = luteinizační hormon-releasing hormon

3.5 Zívání v živočišné říši

Etologové se shodují, že většina obratlovců zívá. Jedině žirafy jsou výjimkou, absence zívání u nich je pravděpodobně způsobena krátkým intervalem spánku (1-30 minut). Zívání je sice morfologicky podobné u plazů, ptáků, savců i ryb (Walusinski, 2004), ale zatím nejsou důkazy o shodě ve funkci zívání mezi jednotlivými druhy (Vick, Paukner, 2009). Walusinski dělí zívání na tři skupiny podle situace, ve které se objevuje. Je to zívání spojené s každodenními změnami aktivity, zívání spojené s přijímáním potravy a zívání spojené se sexuální nebo sociální interakcí (Walusinski, 2004).

V následujícím textu se zabývám popisem zívání u těch druhů živočichů, o kterých jsou dostupné informace. Úplně chybí popis zívání obojživelníků. U hadů je zívání zmiňováno v souvislosti s polykáním kořisti. Zřejmě se nejedná o pravé zívání, ale spíše o pohyby, které napomáhají pohybu čelistí (Dullemeijer, Povel, 1972, cited in Gallup, 2010). Výskyt zívání byl v omezené míře potvrzen i u lichokopytníků a sudokopytníků (Baenninger, 1997). Tito býložravci tráví dlouhý čas příjmem potravy, protože má nízkou energetickou hodnotu, proto méně spí a nedochází u nich k častým změnám aktivity, to se zdá být důvodem nízké frekvence zívání zástupců této skupiny (Walusinski, 2004).

V následujícím textu se promítají všechny tři kategorie zívání, jak je rozdělil Walusinski.

3.5.1 Ryby

Popis zívání ryb najdeme v práci Anneho a Rasa (1970), kteří studovali druh *Microspathodon Chrysus*. Zívání je předcházeno pomalým plaváním za pomoci hrudních ploutví a zdvižením hlavy. Potom se pohyb dopředu zastaví, ryba maximálně pozvedne hřbetní ploutev, rozprostře ocasní a řitní ploutve a zastaví pádlování hrudními ploutvemi. Dochází k maximálnímu otevření úst a rozšíření skřelí. Ryba je ve strnulé pozici, potápí se, až do chvíle, kdy je pohyb ploutví obnoven. Během zívání je tedy v kontrakci nejen svalstvo ústního otvoru, ale i svalstvo ploutví a trupu.

Autoři dále popisují časovou i místní distribuci zívání. Sledované ryby si oblíbily určité místo v akváriu, kde zívaly nejčastěji. Během dopoledne vykazovalo zívání zvyšující se frekvenci, vrcholu dosáhlo v 11 hodin a následně se prudce snížilo a zůstalo na nízké frekvenci po zbytek dne.

Okolnosti výskytu zívání připisují autoři stavu vysokého vzrušení a omezené možnosti pohybu (Anne, Rasa, 1970). Mezi tyto stavy můžeme počítat námluvní tance, které též zahrnují zívání, jak bylo pozorováno u rodu *Cottus gobio* (vranka obecná) Morrisem (Morris, 1954, cited in Anne, Rasa, 1970). Další situací se zvýšenou frekvencí zívání u ryb je narušení teritoria jedincem stejného druhu. Tento jev byl pozorován u rodu *Betta splendens* (bojovnice pestrá). Frekvence zívání se zdvojnásobila při střetnutí s jedincem stejného druhu. Stejně zvýšená zůstává i během boje o teritorium, ale s déle trvajícím bojem pomalu klesá (Baenninger, 1987).

Výše popsané okolnosti jsou v rozporu s tvrzením, že zívání je spouštěno nedostatkem stimulů. Je možné, že nárůst frekvence zívání při námluvách či před bojem je spojen s očekáváním metabolicky náročné aktivity a zvýšené spotřeby kyslíku. Podobně by se dala vysvětlit i zvýšená frekvence zívání před jídlem u šelem a primátů – viz 3.5.4, 3.5.5 (Baenninger, 1987).

3.5.2 Ptáci

Stejně jako mezi všemi obratlovci, tak i mezi ptáky je zívání široce rozšířeným jevem. Zívání ptáků bylo studováno na zástupcích rodu *Struthio camelus australis* (pštros dvouprstý jihoamerický). Zívání bylo zaznamenáno i u dalších druhů ptáků. Vždy ale ve stejném kontextu jako u pštrosů (Sauer, Sauer, 1967), proto lze následující popis zívání vztáhnout obecně na skupinu *Aves* (ptáci).

Zívání se u pštrosů objevuje krátce po vyklubání z vajíčka. Zívání ptáčat může a nemusí být doprovázeno protahováním, a má charakteristické znaky zůstávající stejné po celý život. Během zívání je zvíře imobilní, jedinci zívají jak ve stoje, tak vsedě. Zívání je často doprovázeno protahováním. Dochází k maximálnímu otevření zobáku a k výraznému snížení hrdelní části krku. Jazyk zůstává zatažený během nádechové fáze. Při výdechové fázi dochází k relaxaci zapojeného svalstva.

Situací, ve kterých se u pštrosů objevuje zívání, bylo pozorováno několik. Časté je zívání při shlukování na společném území okolo zdroje vody. Dále je zívání spojováno se změnami v aktivitě, objevuje se tedy před spánkem, a ráno po probuzení. Stejně tak pštrosi zívají, když jsou vyrušeni ze spánku během noci, nebo během krátkého zdřímnutí během dne. V neposlední řadě pštrosi zívají i při sezení na vejcích a líhnutí mládřat. Nikdy se ale zívání neobjevuje ve stavu vysoké aktivity a ostražitosti.

Autoři tvrdí, že zívání souvisí s regulací fyziologické stavu související se změnou aktivity a mírou únavy během dne. Termoregulační funkci, kterou Gallup připisuje zívání u *M. undulatus* (Gallup *et al.*, 2009), u pštrosů dle autorů zastává hluboké dýchání, vyhledání úkrytu nebo zastiňování mládřat pomocí křídel.

Zívání u pštrosů má i funkci komunikační. Výskyt zívání v době odpočinku nebo před spánkem ujišťuje členy hejna o momentálním bezpečí. Zívání se nejprve objevuje u dominantních jedinců a zřejmě slouží k uklidnění skupiny. Zívání u pštrosů také prokazuje známky nakažlivosti (Sauer, Sauer, 1967).

Zívání mládřat ihned po vylíhnutí může mít též komunikační funkci. Je signálem pro rodiče, aby nakrmili svá mládřata. Pokud se k hnízdu přiblíží jiný dospělý jedinec, ptáčata reagují zstrašeným couváním, z čehož lze usuzovat, že zívání je opravdu určeno jako signál krmícím rodičům (Walusinski, 2004).

3.5.3 Hlodavci

Zívání hlodavců je hojně zkoumáno, především díky využívání laboratorních potkanů k pokusům. Pro příklad uvádím jen některé poznatky o zívání potkanů vyvozené z laboratorních pokusů.

Bylo zjištěno, že zívání potkanů (*Rattus norvegicus*) vykazuje variabilitu v distribuci během dne. A to tak, že nejvyšší frekvence zívání dosahuje v pozdních denních a časných večerních hodinách, tj. v době, kdy se začíná stmívat.

Dále byl zkoumán vliv krmení na frekvenci zívání potkanů, ovšem v podmínkách trvalého osvětlení, aby byl eliminován vliv střídání světla a tmy. Skutečně byl po třech týdnech prokázán nárůst frekvence zívání v čase očekávaného krmení (Holmgren, 1991, cited in Walusinski, 2004).

Jiná studie zase popisuje vliv mírného stresu na frekvenci zívání a jeho spojitost s péčí o srst. Výsledky ukázaly, že nárůst zívání nastane až po odeznění stresového faktoru, zatímco péče o srst doprovází očekávání a působení stresového faktoru. Obě aktivity zřejmě slouží k uklidnění zvířete ve vzrušeném stavu (Moyaho, Valencia, 2002). Podobnou funkci zívání u pštrosů připisují i Sauer a Sauer, viz výše (Sauer, Sauer, 1967).

Laboratorní potkani též posloužili ke studiu neurofarmakologie zívání, o kterém je pojednáno v samostatné kapitole 3.4.

3.5.4 Šelmy

Zívání šelem bylo pozorováno na pěti lvech ve philadelphské ZOO v období od července 1982 do března 1983. U lvů byla zaznamenána časová distribuce zívání během dne. V ranních hodinách byla frekvence zívání poměrně nízká. K postupnému zvyšování frekvence zívání docházelo s blížícím se časem krmení, kdy pravděpodobně byli lvi hladoví. Během krmení a po něm frekvence zívání strmě klesla. U lvů nebylo pozorováno nakažlivé zívání ani zívání opakovaně v sériích. Pouze 4,5% z celkového počtu pozorovaných zívnutí bylo doprovázeno protahováním, nikdy ale nebylo zívání doprovázeno zvuky. Nejčastěji lvi zivali vleže. Frekvenci zívání neovlivnilo množství návštěvníků ZOO, jistý vliv ale měla měnící se teplota ve výběhu, přičemž nejvyšší frekvence zívání byla při 21- 23 °C (Baenninger, 1987).

U volně žijících druhů šelmy zívají po probuzení a před lovem. Mrchožrouti, např. hyeny opakovaně zívají, když krouží okolo zdechliny předtím, než ji požerou (Walusinski, 2004).

3.5.5 Primáti

U primátů je možno rozlišit dva typy zívání, odlišující se jak morfologií, tak okolnostmi výskytu. Prvním typem je zívání se široce otevřenými ústy, tak že špičky jsou odhaleny. Druhým typem zívání je zívání s nepatrně otevřenými ústy přičemž zuby zůstávají zakryté rty (Baenninger, 1987). Palagi popisuje ve své práci tři typy zívání, krom dvou typů popsaných výše (s odhalenými zuby a se zakrytými zuby), ještě třetí typ, kdy jsou odhaleny i celé dásně (Palagi *et al.*, 2009).

Dělení dle okolností výskytu zívání popisuje též dva typy zívání. Prvním typem je tzv. pravé zívání při únavě nebo v klidu. Druhým typem je agresivní zívání, které se objevuje v konfliktních situacích (Vick, Paukner, 2009). Nárůst zívání u primátu je spojován i s větším výskytem drbání. Drbání a škrábání je spolehlivým indikátorem vzrušení u primátů. Proto se lze domnívat, že oba typy zívání zřejmě odráží úroveň vzrušení (bdělosti). Zatímco pravé zívání závisí na ospalosti a únavě, agresivní zívání poukazuje na zvýšené napětí. Při střetnutí dvou samců dominantní jedinec produkuje více zívnutí než podřízený jedinec. Je tedy možné, že zívání slouží jako hrozba vyvolávající emoce u druhého jedince. Tento jev odráží skutečnost, že zívání má krom funkce fyziologické zřejmě i funkci komunikační (Vick, Paukner, 2009).

U několika druhů primátů bylo studováno nakažlivé zívání: šimpanzi (Campbell *et al.*, 2009), dželady (Palagi *et al.*, 2009), makakové (Paukner, Anderson, 2006). Deputte ve své studii uvádí, že výskyt zívání primátů je zvýšený v době po probuzení a před spánkem a tedy je spojen se změnami v aktivitě. Nakažlivému zívání u primátů tedy přisuzuje funkci synchronizace aktivity členů skupiny (Deputte, 1994, cited in Vick, Paukner, 2009).

Pozorování *Papio sphinx* (mandril rýholící) ve philadelphské ZOO, v období od července 1982 do dubna 1983 přineslo tyto výsledky: zívání s odhalenými špičáky bylo pozorováno pouze u samců druhu (do výzkumu frekvence a distribuce zívání během dne nebylo započítáno), frekvence zívání nebyla ovlivněna teplotou ani přítomností návštěvníků ZOO. Zívání prokazovalo časovou distribuci během dne, přičemž nikdy nebylo zívání pozorováno v období po probuzení nebo před spánkem, avšak k nápadnému zvýšení frekvence docházelo před jídlem následováno prudkým snížením po jídle. Dále bylo zaznamenáno 92% zívání vsedě, pouze 8% vleže, nikdy však ve stoje (Baenninger, 1987).

Zvýšení frekvence zívání před kmením potvrzuje i studie šimpanzů v edinburghské ZOO z roku 2005.

Tato studie přinesla i další poznatky týkající se schopnosti šimpanzů modifikovat zívání pomocí obličejových svalů. Volní kontrola obličejových svalů umožňuje zmírnění otevření úst během zívání (Vick, Paukner, 2009). Anderson a Wunderlich ve své práci dokázali, že primáti mají skutečně volní kontrolu nad zíváním. U druhu *Macaque tonkeana* (makak tonkeánský) prokázali, že se jedinci naučí zívat, pokud dostanou za zívání odměnu (Anderson, Wunderlich, 1988, cited in Vick, Paukner, 2009).

3.6 Nakažlivé zívání

3.6.1 Popis nakažlivého zívání

Nakažlivé zívání je jev, kdy je počátek zívání spuštěn na základě zrakového či sluchového vnímání zívání, nebo pouhého čtení či přemýšlení o něm (Platek *et al.* 2004).

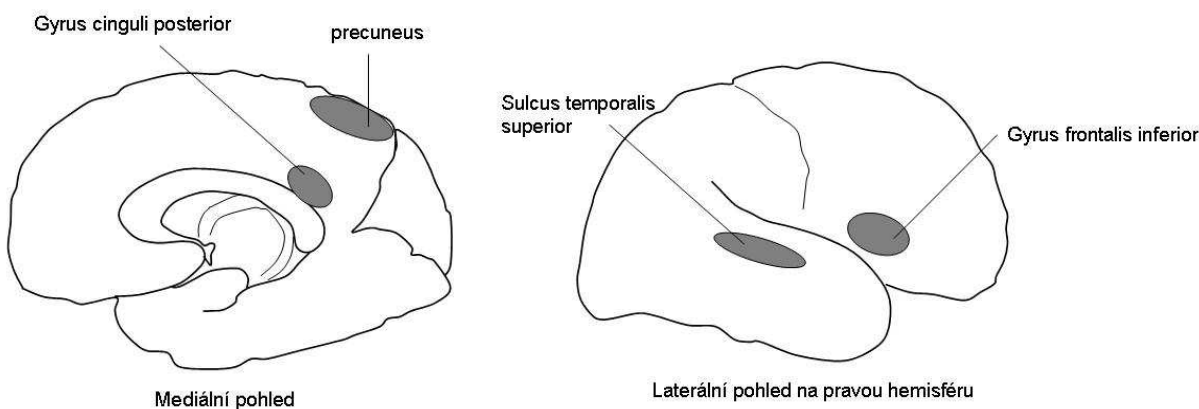
Během vývoje zdravého lidského jedince se efekt nakažlivého zívání objevuje mezi 4-5 rokem života. U mladších dětí nebylo prokázáno spuštění zívání na základě sledování videonahrávky obsahující zívání ani při poslouchání příběhu, kde bylo zívání často zmiňováno (podněty, které spolehlivě vyvolávají nakažlivé zívání u dospělých jedinců). U školních dětí byl tento efekt sledován u 12-60% z 65 případů (Anderson, Meno, 2003).

U dospělých osob se efekt nakažlivého zívání projevuje v 40-60 % případů (Platek *et al.*, 2004). Provine dokázal výskyt nakažlivého zívání u 55% subjektů sledujících videonahrávku s třiceti po sobě jdoucími zívnutími do pěti minut po shlédnutí nahrávky (Provine, 1986, cited in Walusinski, 2004).

3.6.2 Nakažlivé zívání a mozek

Zatímco spontánní zívání se v životě člověka vyskytuje už od narození a je možné ho pozorovat i u plodů starých 12 -14 týdnů, nakažlivé zívání se objevuje až u školních dětí. Z toho lze usoudit, že spontánní zívání a nakažlivé zívání je řízeno jinými částmi mozku (Anderson, Meno, 2003).

K odhalení oblastí mozku zapojených do procesu nakažlivého zívání bylo vedeno několik studií za využití funkční magnetické resonance (fMRI).



Obr. 3 – Schematický náčrt částí mozku zapojených v nakažlivém zívání, upraveno dle Guggisberg *et al.*, 2010

Platek *et al.* (1994) ve své studii dokázali specifickou aktivitu v *precuneu* a v oblasti *gyrus cinguli posterior* vyvolanou sledováním zívání druhé osoby (obr. 3). Schürman *et al.* (2004) detekovali aktivaci *sulcus temporalis superior posterior* pravé hemisféry mozku a *sulcus temporalis superior anterior* bilaterálně při sledování videonahrávky se zíváním. Nezaznamenali ale žádnou aktivaci v oblasti systému zrcadlových neuronů (mirror-neuron systém - MNS) (obr. 3). Arnott *et al.* (2009) zaznamenali aktivaci *gyrus frontalis interior*, která je součástí MNS, po poslechu nahrávky zívání (obr. 3).

3.6.3 Nakažlivé zívání a empatie

V literatuře je často diskutována hypotéza, že nakažlivé zívání je založeno na schopnosti empatie. Empatií rozumíme schopnost předvídat a reagovat na chování druhých pomocí odhadu jejich psychického rozpoložení (Yoon, Tennie, 2010).

Skutečně, všechny výše popsané části mozku aktivní při přenosu nakažlivého zívání jsou součástí neurální sítě ovlivňující empatii (Platek *et al.*, 2004, Schürman *et al.*, 2004, Arnott *et al.*, 2009).

Předpokladem schopnosti odhadovat chování a cítění druhých je schopnost správného sebeuvědomění. Tedy jedinec schopný odhadu psychického stavu druhých musí být schopen vlastní introspekce. Tohoto faktu využil Platek ve své studii nakažlivého zívání. Dokázal, že vyšší náchylnost k nakažlivému zívání mají osoby, které prokazovaly lepší výsledky v testech rozpoznání vlastního obličeje. Naopak nižší tendence k nakažlivému zívání se projevila u osob se schizotypními⁵ rysy osobnosti (Platek *et al.*, 2003).

Dalším argumentem podporujícím hypotézu empatie je absence nakažlivého zívání u dětí s poruchami autistického spektra⁶ (ASD) (Senju *et al.*, 2007). U dětí s ADS se vyskytují poškození mozku v oblastech *sulcus temporalis superior*, tedy v oblasti zapojené do procesu nakažlivého zívání (Schürmann *et al.*, 2004). U těchto dětí je zároveň zaznamenána snížená kapacita pro empatii (Giganti, Esposito Ziello, 2009).

⁵ Schizotypní porucha je definována jako přetrvávající sociální a interpersonální deficit, vyznačující se omezenou kapacitou pro těsné vztahy, v nichž se jedinec necítí dobře; kognitivními a percepčními zkresleními a excentrickým chováním (Faldyna, 2001).

⁶ Poruchy autistického spektra: Dětský autismus, Atypický autismus, Aspergerův syndrom, Dezintegrační porucha, Rettův syndrom (<http://www.autismus.cz/poruchy-autistickeho-spektra/index.php>, cited 28.11.2010)

Senju *et al.* (2007) ve své studii dokázali, že sledování videonahrávky zívání vyvolává častěji zívání u normálně se vyvíjejících (typical developing, TD) dětí než u dětí s ASD. U dětí s ASD nebyl prokázán žádný rozdíl ve frekvenci zívání při sledování stimulačního videa a kontrolního videa, které obsahovalo pouze nahrávku pohybů při otevírání a zavírání úst.

Jiná studie testovala TD děti a děti s ASD a jejich tendenci k nakažlivému zívání jako odpověď na zrakové a sluchové stimuly. Zároveň byla sledována frekvence spontánního zívání těchto dětí, aby byly vyloučeny jakékoliv matoucí efekty. Výsledky ukázaly, že frekvence spontánního zívání je u obou skupin dětí podobná. Nakažlivé zívání ale bylo pozorováno pouze u TD dětí. U dětí s ADS bylo nakažlivé zívání vyvoláno pouze u jednoho ze sedmnácti dětí při sledování videonahrávky, na sluchové stimuly nereagovalo žádné z nich (Giganti, Ziello, 2009).

Absence nakažlivého zívání u dětí s ADS ve spojitosti s oslabením kapacity pro empatii, které je u dětí s ADS zaznamenáno, potvrzuje závislost náchylnosti k nakažlivému zívání na úrovni sociálních schopností jako je sebeuvědomění či odhad psychického stavu druhých (Giganti, Esposito Ziello, 2009).

Podporou pro hypotézu empatie je i výskyt nakažlivého zívání u živočišných druhů, které mají zachovány zbytky empatie (viz 3.6.4).

Jiný pohled na nakažlivé zívání je popisuje jako nevědomé mimikry. Mimikry lze definovat jako nevědomou a nezáměrnou tendenci jedince napodobit chování členů skupiny. Motivací k tomuto chování může být touha zalíbit se, získat si náklonnost či vytvořit pevný vztah s napodobovanou osobou. Stejně může být vysvětlen přenos zívání mezi psem a člověkem (viz 3.6.4.). Tendence napodobovat lidské zívání může být motivována snahou psa zalíbit se pánovi (Yoon, Tennie, 2010).

3.6.4 Nakažlivé zívání u zvířat

Nakažlivé zívání není jevem rozšířeným pouze mezi lidmi, ale je možné ho pozorovat i u několika druhů primátů (Palagi *et al.*, 2009, Anderson *et al.*, 2004). Přenos zívání nemusí být pouze v rámci druhu, ale i mezidruhově, například přenos zívání mezi psem a člověkem (Joly-Mascherony *et al.*, 2008). U těch druhů zvířat, kde je možné sledovat nakažlivé zívání, se předpokládá, že mají alespoň základy empatie.

V následujícím textu jsou uvedeny výsledky vybraných studií zbývajících se nakažlivým zíváním mezi zvířaty.

Nakažlivé zívání u šimpanzů potvrdila studie sledující výskyt tohoto jevu u šesti samic *Pan troglodytes* (šimpanz učenlivý), přičemž tři z nich byly k testování doprovázeny svými tříletými mláďaty. Zvýšená frekvence zívání při sledování stimulačního videa ve srovnání s kontrolní nahrávkou byla zaznamenána u 33% dospělých samic. Ani jedno ze tří přítomných mláďat neprojevovalo nárůst frekvence zívání při sledování videonahrávky ani zívání vlastní matky. Zde je možné vidět podobnost s absencí nakažlivého zívání u dětí mladších pěti let. Šimpanzi mají schopnost rozeznat svůj obličej v zrcadle, tento znak schopnosti sebeuvědomění poukazuje na určitou kapacitu empatie u tohoto rodu (Anderson *et al.*, 2004).

Jedním se znaků lidské empatie je, že se vztahuje i na imaginární projevy chování kreslených postav či počítačových animací. Tento jev byl testován na skupině 24 šimpanzů (*Pan troglodytes*). Jako stimulační podnět byla šimpanzům ukázána trojrozměrná počítačová animace zívajícího jedince. Dále byla sledována reakce na kontrolní animaci obsahující otevírání úst doprovázené pokyvováním hlavou či klapáním zuby. Vyšší frekvence zívání se projevila při shlédnutí stimulačního videa. Studie tedy potvrdila přítomnost nakažlivého zívání u šimpanzů a přednesla podobnost mezi lidskou a opičí empatií (Campbell *et al.*, 2009).

Dalším rodem primátů, u kterých bylo prokázáno nakažlivé zívání, jsou dželady, *Theropithecus gelada*. Nakažlivé zívání je u tohoto druhu spouštěno zrakovými i sluchovými vjemy. Nakažlivé zívání bylo opět pozorováno pouze u dospělých jedinců a u mláďat se neobjevilo. To zřejmě souvisí s pozdějším vývojem oblastí mozku odpovědných za přenos zívání. Vyšší náchylnost k přenosu zívání byla u *T. gelada* zaznamenána mezi jedinci sociálně blízkými, projevující si vzájemně péči o srst. Stejně jako mezi lidmi, je tedy i mezi primáty empatie zřejmě více zaměřená na příbuzné, sociálně blízké nebo oblíbené jedince (Palagi *et al.* 2010).

Mimo skupinu primátů bylo nakažlivé zívání zaznamenáno ještě u psů. Joly-Mascheroni *et al.* vedli studii sledující přenos zívání z člověka na psa. Poprvé dokázali, že přenos zívání je možný i mezidruhově. Pozorování zívající osoby vyvolalo zívání u 72% testovaných psů. Ve studii jsou předkládána dvě možná vysvětlení přenosu zívání z člověka na psa. Zaprvé: vnímavost k nakažlivému zívání závisí na schopnosti empatie

psů. Zadruhé: zívání psů během testu mohlo být způsobeno mírně zvýšeným stresem či psychickým tlakem (Joly-Mascheroni *et al.* 2008).

Testování přenosu zívání z člověka na psa a mezi psy s pomocí videonahrávky zívání (psa a člověka) přineslo odlišné výsledky. Vyšší frekvence zívání při sledování stimulujičho videa ve srovnání s kontrolní nahrávkou (pohyby otevírání a zavírání úst) byla prokázána pouze u 6% sledovaných psů. Odlišnost ve výsledcích je možná způsobena rozdílným vnímáním videonahrávky a živého subjektu psy. Je též prokázáno, že jinou reakci v MNS vyvolá u lidí pozorování videonahrávky a opravdového pohybového děje (Harr *et al.*, 2008).

3.7 Abnormality zívání jako projev nemoci

Klinická pozorování dokládají abnormality zívání ve třech formách: neúplné, nedostačující zívání; absence zívání a nadměrné zívání. Zatímco neúplné zívání může pouze působit nepříjemné pocity z nedostatečného pocitu uvolnění, další dvě formy mohou indikovat někdy i velmi vážné zdravotní potíže (Walusinski, 2009). Přestože zívání jako symptom bývá často přehlíženo, jeho patologie je součástí projevů různých lidských onemocnění: neurologických, psychických, infekčních, metabolických; nebo je vedlejším účinek působení některých léků (Daquin, 2004).

3.7.1 Absence zívání

Absence zívání obvykle zůstává nepovšimnuta. Stížnosti na nepříjemné pocity způsobené vymizením zívání jsou též vzácné. Patologickými stavy zahrnující mezi své projevy absenci zívání jsou polékové extrapyramidové syndromy (EPS) a Parkinsonova choroba (Walusinski, 2009).

3.7.1.1 Parkinsonova nemoc

Parkinsonova nemoc je neurologické onemocnění postihující extrapyramidové složky regulace hybnosti. Dochází k degeneraci dopaminergních neuronů v *substantia nigra* a nedostatku dopaminu (Vokurka, Hugo *et al.*, 2002). Jelikož zívání je řízeno především dopaminergním systémem (viz. 3.4), nebylo pozorováno u pacientů postižených touto chorobou. Léčba Parkinsonovy nemoci apomorphinem, stejně jako L-DOPA⁷ způsobila u pacientů výskyt zívání. Zívání je pacienty s Parkinsonovou nemocí vnímáno jako signál nastupující fáze úlevy od příznaků (Goren, Friedman, 1998).

3.7.1.2 Polékové extrapyramidové syndromy

EPS jsou skupinou polékových vedlejších příznaků zahrnujících motorické a psychické projevy (dystonie, dyskineze, akatizie, myoklonie). Mezi léčiva způsobující EPS patří několik lékových skupin – antidepresiva, antiparkinsonika a nejčastěji neuroleptika (Dostál, Ehler, 2003).

⁷ L-DOPA = levodopa, látka, z které vzniká v organismu dopamin (Vokurka, Hugo *et al.*, 2002).

3.7.2 Nadměrné zívání

3.7.2.1 Roztroušená skleróza

Roztroušená skleróza je zánětlivé demyelinizační onemocnění centrálního nervového systému. Nadměrné zívání (průměrně čtyři zívnutí za minutu) bylo zaznamenán jako jeden ze symptomů roztroušené sklerózy (Postert *et al.*, 1995). Toto onemocnění je spojováno s poruchou termoregulace. Změny teploty ovlivňují závažnost symptomů. Zatímco zahřátí organismu pobyt na slunci vede ke zhoršení projevů nemoci, studená koupel přináší úlevu. Tento fakt poukazuje na možnou termoregulační funkci zívání, které pacientům může sloužit jako kompenzační ochlazovací mechanismus (Gallup, Gallup Jr., 2008).

3.7.2.2 Migréna

Migréna je běžně rozšířeným onemocněním postihujícím 10-20 % populace alespoň jednou ročně (Walusinski, 2009). Jedná se o záchvatové bolesti hlavy trvající několik hodin až dnů doprovázené gastrointestinálními poruchami, nechutenstvím, pocením atd. (Vokurka, Hugo *et al.*, 2002). Mezi prodromální příznaky⁸ migrény patří i nadměrné zívání. Zvýšená frekvence zívání se u některých pacientů vyskytuje i v postdromální fázi. Ačkoliv výskyt zívání je spojen s ospalostí a únavou a tyto stavy doprovází vlastní fázi bolesti hlavy, nadměrné zívání v prodromální fázi se u pacientů vyskytuje bez zmíněných pocitů (Jacome, 2001). Vysvětlení pro zvýšenou frekvenci zívání u pacientů trpících migrénami přinesly klinické a farmakologické studie odhalující souvislost výskytu migrén s přecitlivělostí dopaminergního systému - hlavního systému zapojeného v řízení zívání (Walusinski, 2009). Výskyt nadměrného zívání u pacientů s migrénou je dalším argumentem ve prospěch termoregulační teorie zívání, protože záchvaty migrény jsou spojovány se zvýšením teploty mozku (Gallup, Gallup Jr., 2008).

3.7.2.3 Cévní mozkové příhody, nádory a fokální léze

Během ischemického nebo hemoragického iktu⁹ se objevují poruchy bdělosti doprovázené salvami zívání (Walusinski, 2009). Patologické zívání je obvykle znakem poškození v oblasti mozkového kmene. Singer *et al.* (2007) ve své studii dokázali, že

⁸ Soubor nespecifických příznaků ohlašujících příchod nemoci nebo poruchy.

⁹ Náhlá mozková příhoda provázená krvácením do mozku.

nadměrné zívání se může objevit i při mozkové příhodě v supratentoriální části mozku. Pozorovali sedm pacientů s akutním iktem *arteria cerebri media*, tepny která zásobuje korové oblasti, nikoli oblast mozkového kmene. Léze v neokortexu pravděpodobně uvolňují PVN ze své kontroly a jeho zvýšená aktivita způsobí nadměrné zívání.

Zvláštní jev byl popsán Walusinskim *et al.* při iktu *arteria lenticulostriata*. Během ischemického záchvatu *arteria lenticulostriata* dochází k poškození oblastí *capsula interna* a *nucleus lentiformis*, což vede ke kompletnímu ochrnutí horní poloviny těla. Bylo pozorováno, že v tomto případě může dojít k pohybu ochrnuté paže, a to za účelem přikrytí úst při zívání. Po ukončení zívání paže okamžitě padá a je bezvládná. Pro označení tohoto jevu Walusinski *et al.* zavedli nový termín: „*parakinesia brachialis oscitans*“. Pohyb paže společně s pohybem bránice je v tomto případě během řízení retikulární formací. Tato oblast je centrem dýchání a pohybu u zvířat. Během mrtvice tedy dochází k utlumení kortikální kontroly nad nižšími neurologickými strukturami a projeví se jejich ancestrální funkce (Walusinski *et al.*, 2010).

Abnormální, opakující se zívání může být též způsobeno rozmanitými fokálními poškozeními centrální nervové soustavy. Mezi ty patří: mozkové nádory, apalický syndrom, malformace mozku a protržení *tentorium cerebeli*. Čelní lalok, mezimozek a prodloužená mícha jsou oblasti, jejichž poranění jsou nejčastěji spojována s nadměrným zíváním (Daquin *et al.*, 2001).

3.7.2.4 Epilepsie

Epilepsie je chronické mozkové onemocnění, charakterizované opakujícími se záchvaty, podmíněnými excesivním výbojem mozkových neuronů. Záchvaty mají různý charakter, projevují se poruchami vnímání a vědomí, křečemi, vegetativními (pomočení, pokousání) a psychickými projevy (Vokurka, Hugo *et al.*, 2002). Časté a opakované zívání provází některé záchvaty epilepsie. U části pacientů je zvýšená frekvence zívání předzvěstí záchvatu, nebo se dostavuje až po záchvatu. 50% dotázaných pacientů s epilepsií uvedlo, že zívání jim přináší mírnou úlevu (Gallup, Gallup Jr., 2008).

3.7.2.5 Psychické poruchy

Mezi psychické poruchy doprovázené nadměrným zíváním patří hysterie a deprese. Charcot popsal případ pacientů s diagnózou hysterie, kteří trpěli nepřetržitým zíváním po celý den. Zívání ustávalo pouze v době spánku (Charcot, 1980 cited in Daquine, 2001).

V roce 2006 byla vedena studie hodnotící frekvenci zívání v závislosti na závažnosti stavu deprese u skupiny jednatřiceti pacientů. Deprese i zívání byly hodnoceny pomocí dotazníků (Goldbergův dotazník, Greco a Baenninger's Yawning questionnaire). Výsledky ukázaly souvislost mezi oběma jevy: čím častěji pacient zíval, tím vážnější byl jeho depresivní stav (Gallezzo, 2006).

3.7.2.6 Vedlejší účinek léků

Řada léků užívaných v neurologii a psychiatrii vyvolává zvýšení frekvence zívání u pacientů. Nejčastěji se nadměrné zívání objevuje jako vedlejší účinek antidepresiv, zejména serotoninergních (např. *fluoxetinum*, *paroxetinum*, *clomipramini hydrochloridum*, *imipramini hydrochloridum* atd.). Nadměrné zívání je uváděno jako vedlejší efekt léků určených k léčbě mužské impotence, obsahující nízké dávky *Apomorphini hydrochloridum* (Walusinski, 2009). Nadměrné zívání doprovázené kýcháním, nadměrným pocením a zvracením je součástí abstinčních příznaků při odvykání opiátů (Daquin *et al.*, 2001).

3.8 Fonace a artikulace

3.8.1 Hlasové ústrojí

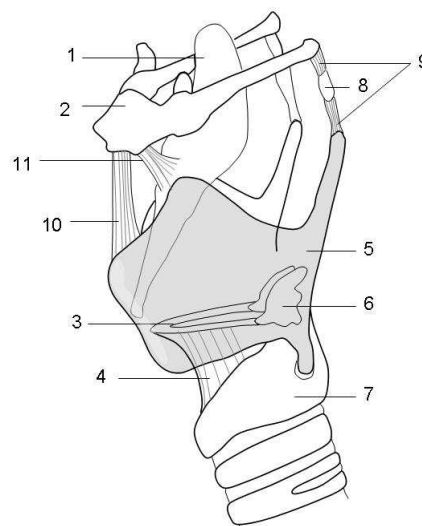
Hlasové ústrojí lze rozdělit na tři hlavní složky: respirační, fonační a artikulační. Dýchací ústrojí zahrnuje hrudní koš a v něm uložené plíce, průdušky, průdušnici, mezižeberní svaly a bránici. Primární funkcí dýchacího ústrojí je výměna plynů mezi krví a vzduchem (Hála, Sovák, 1955). Při normálním dýchání je vydechovaný vzduch vyháněn z plic expiračními svaly a volně odchází ústy nebo nosem. Při fonaci je vydechovaný vzduch komprimován v průdušnici pod uzavřenou hlasovou šterbinou (Soukup, 1972).

Fonační ústrojí se skládá z hrtanu a rezonančních dutin. Teprve průchod slabého a řezavého základního tónu vznikajícího činností hlasivek nadglottickými rezonančními dutinami mu dodává charakter lidského hlasu. Jsou to: nadglottická část dutiny hrtanové, hltan, dutina ústní, nosohltanová a nosní.

Funkcí artikulačního ústrojí je tvorba řeči. Skládá se z dutiny ústní (rty, jazyk, zuby, tvrdé a měkké patro), nosní a hltanové (Hála, Sovák, 1955).

3.8.1.1 Hrtan

Hrtan je nepárový dutý orgán uložený na přední straně krku. Horní částí navazuje na *pars laryngea pharyngis* a dolní částí je spojen s průdušnicí. Vazivovou blanou je hrtan zavěšen na jazylce, a ta je pomocí *ligamentum stylohyoideum* připevněna k bázi lebeční. Hrtan je tvořen souborem chrupavek pohyblivě spojených klouby, vazy a svaly. Skelet hrtanu tvoří tyto chrupavky: nepárová chrupavka štítná (*cartilago thyroidea*), nepárová chrupavka prstencová (*cartilago cricoidea*) dvě chrupavky hlasivkové (*cartilago arytaenoidea*), chrupavka příklopky



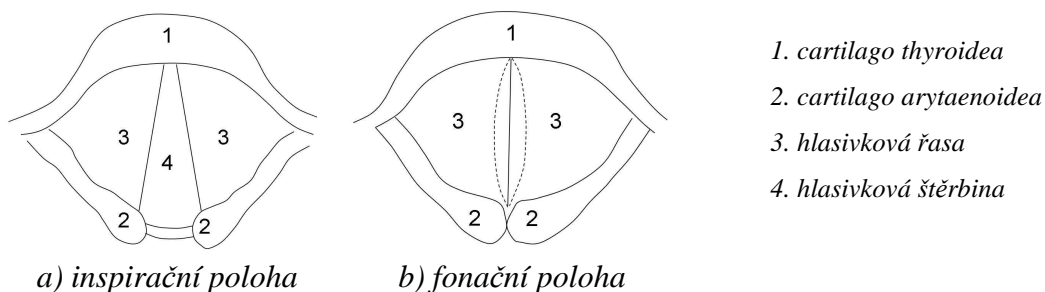
Obr. 4 – Hrtan, upraveno dle Čihák, 2002

1. *cartilago eppiglotica*
2. jazylka
3. *ligamentum vocale*
4. *conus elasticus*
5. *carilago thyroidea*
6. *cartilago arytaenoida*
7. *cartilago cricoidea*
8. *cartilago triticea*
9. *ligamentum thyrohyoideum laterale*
10. *ligamentum thyrohyoideum medianum*
11. *ligamentum hyoepiglotticum*

hrtanové (*cartilago epiglottica*) a několik menších chrupavek. Svaly hrtanu jsou příčně pruhované, ovládají pohyby hrtanových chrupavek, určují napětí hlasových svalů a šířku hlasové štěrbiny (Čihák, 2002).

3.8.1.2 Hlasivky

Hlasivky, neboli hlasivkové řasy, ohraničují hlasivkovou štěrbinu. Podklad pro hlasivkové řasy tvoří hlasový vaz (*ligamentum vocale*), který je tvořen elastickými vlákny a táhne se od zadní strany štítné chrupavky k *processus vocalis* hlasivkové chrupavky; a *musculus thyroarytaenoideus*, který je rozpjatý po vnější straně vazů od štítné chrupavky na *processus vocalis* a anterolaterální plochu hlasivkové chrupavky (Čihák, 2002).



- 1. *cartilago thyroidea*
- 2. *cartilago arytaenoidea*
- 3. hlasivková řasa
- 4. hlasivková štěrbiná

Obr. 5 – Schéma hlasivek (upraveno dle Linder, 1967)

Z funkčního hlediska se hlasivková štěrbiná dělí na přední, blanitou část a zadní, chrupavčitou část. Funkcí blanité části je především tvorba hlasu, část chrupavčitá zajišťuje svou šířkou hlavně průchod vzduchu při dýchání (Hála, Sovák, 1955).

3.8.2 Tvorba hlasu

Lidský hlas vzniká periodickým zhušťováním a zředováním vzduchu nad hlasivkami. Myoelasticko-aerodynamická teorie vysvětluje vznik hlasu činností hlasivkových svalů a vlivem tlaku vydechovaného vzduchu. Vydechovaný vzduch vytváří pod uzavřenými hlasivkami přetlak. Vlivem tohoto přetlaku dochází na krátký okamžik k oddálení hlasivkových řas, které jsou ve fonační poloze spojené ve středové čáře, a rozevření hlasivkové štěrbiny, kterou unikne určité kvantum vzduchu. Tím se zmenší tlak vydechovaného vzduchu a hlasivkové řasy se díky své pružnosti opět přiblíží. Střídavým rozevíráním a zavíráním hlasivkové štěrbiny dochází k periodickému zředování a zhušťování vzduchu nad hlasivkami a tím k tvorbě hlasu. Hlasová štěrbiná má v průběhu fonace eliptický tvar, který se rychle mění (obr. 5).

Při tvorbě hlásek *f, s, š, ch* jsou hlasivky klidně rozevřeny jako při dýchání. Znělé souhlásky jsou vytvářeny kmity hlasivek při lehkém přiblížení hlasivkových řas. Při jejich těsném sblížení bez kmitů vzniká vzduchový proud při výslovnosti *p, t, c, t', k*. Pro vznik samohlásek je potřeba těsného sblížení a kmitů hlasivkových řas (Krčmová, 2007).

3.8.3 Artikulace

Artikulací obecně rozumíme časově koordinovanou součinnost dýchací, fonační a artikulační složky hlasového ústrojí. V užším významu je artikulací myšlena spolupráce orgánů uložených v dutině ústní na tvorbě hlásek (Hála, 1975).

3.8.3.1 Artikulační orgány

Z hlediska činnosti lze artikulační orgány dělit na aktivní, které aktivně modifikují výdechovou cestu a na pasivní, které jim vytváří pasivní protějšek. Mezi pasivní artikulační orgány patří horní čelist s alveolárním výběžkem, tvrdé a měkké patro s čípkem. Soubor těchto orgánů lze označit jako strop dutiny ústní, který vytváří plochu, proti které směřují zdola pohyby aktivních artikulačních orgánů. Mezi ty patří rty, spodní ret, dolní čelist a jazyk (Hála, 1975).

Rty se podílí na tvorbě řeči dvojitým způsobem. Změna tvaru retní štěrbině ovlivňuje zvuk tvořený v nadhrtanových dutinách. Postavení rtů může být neutrální, zaokrouhlování a zaostřování. Dle typu postavení rtů při artikulaci se rozlišují hlásky zaokrouhlené a nezaokrouhlené. Dále se pomocí rtů vytváří samostatné zvuky šumové povahy, tzv. hlásky retné (Palková, 1994).

Zuby, především řezáky, slouží při artikulaci jako pasivní protějšek činnosti rtů a hrotu jazyka. Alveolární výstupek je pasivním protějškem při artikulaci horní části jazyka. Tvrdé patro, které navazuje na alveolární výběžek a tvoří strop dutiny ústní je pasivním protějškem při artikulaci přední části jazyka.

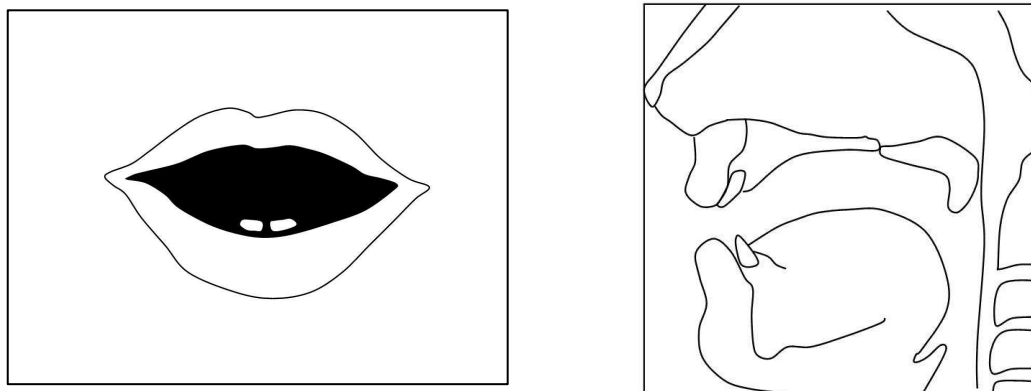
Měkké patro může mít při artikulaci jak funkci pasivní, tak aktivní. Pasivně slouží jako protějšek při artikulaci zadní části jazyka. Aktivní činnost měkkého patra spočívá v uzavírání dutiny nosní proti hltanu tvorbou patrohltanového závěru. Tento závěr je vytvářen u většiny hlásek kromě tzv. nosovek, a měkké patro je tedy během řeči velmi aktivním orgánem. Čípek je pouze pasivně rozkmitáván pohyby měkkého patra a není často využívaným orgánem při tvorbě řeči (Palková, 1994).

Spodní čelist aktivním pohybem ve směru vertikálním mění velikost čelistního úhlu a tím míru otevření dutiny ústní. Tento pohyb probíhá při artikulaci souběžně s pohybem jazyka. Pohyb dolní čelisti ve směru předozadním ovlivňuje vzájemnou polohu horních a dolních řezáků a tím průchod vydechovaného vzduchu mezi nimi a jazykem.

Jazyk je nejpohyblivějším artikulačním orgánem. Pohyby jazyka vniká většina hlásek při řeči. Artikulace jazykem probíhá buď přesouváním celé jeho hmoty v dutině ústní a hltanové, nebo pohybem některé jeho části (hrot, hřbet, kořen) (Palková, 1994).

3.8.3.2 Artikulace mluvené samohlásky „a“

Samohláska a patří dle postavení rtů mezi samohlásky nezaokrouhlené. Čelistní úhel se zřetelně otvírá, retní štěrbina je otevřena na šířku cca 6 mm. Jazyk leží na spodině úst a v přední části hřbetu je mírně prohnut. Měkké patro je zdviženo, čípek směřuje šikmo do dutiny ústní. Průchod do dutiny nosní je široký cca 3 mm. (Palková, 1994, Ondráčková, 1964).



Obr. 6 – Artikulace samohlásky „a“ (upraveno dle Palková, 1994)

4 Praktická část

4.1 Cíl a metoda výzkumu

4.1.1 Cíl výzkumu

V praktické části jsem se zabývala popisem změn anatomických struktur, které nastávají během zívání především v oblasti vokálního traktu a popisem svalových skupin, které se na těchto procesech podílejí. Dále jsem v práci porovnávala anatomické změny vokálního traktu během zívání a fonace samohlásky „a“.

Cílem výzkumu bylo popsat svalové skupiny, které se zapojují v procesu zívání a pokusit se objasnit účel zjištěných změn anatomických struktur.

4.1.2 Metoda výzkumu

Bylo provedeno CT vyšetření dýchacích cest při fonaci samohlásky „a“ na přirozené výšce tónu přirozenou hlasitostí a dále vyšetření dýchacích cest při simulovaném zívání, bez fonace a při zadržném dechu. Vyšetření CT proběhlo ve Fakultní nemocnici Olomouc dne 13. ledna 2009, vyšetřovaným subjektem byl zdravý dospělý muž, vyšetřujícím prof. MUDr. Miroslav Heřman.

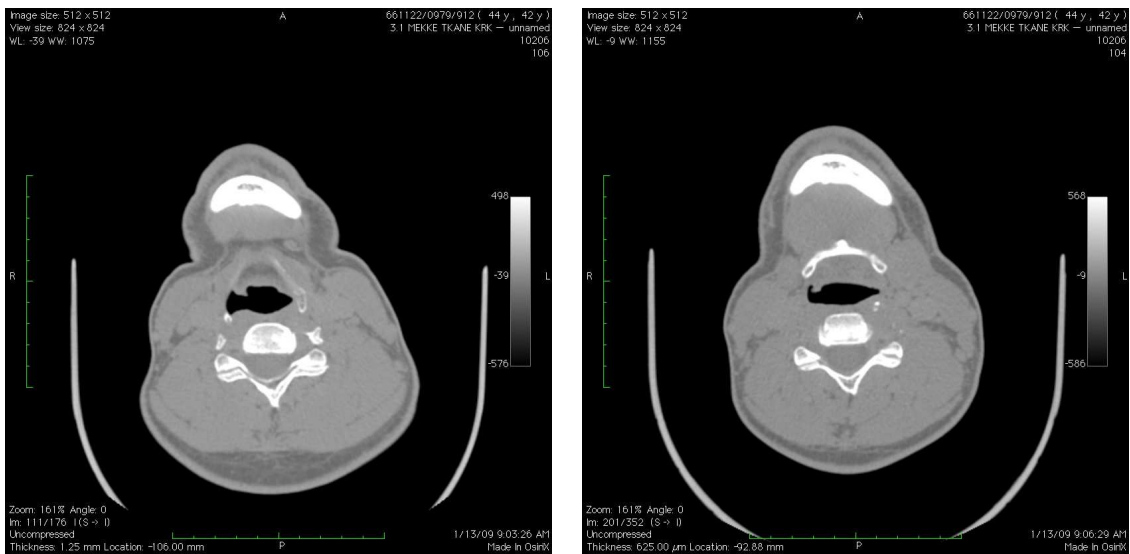
Analýzou získaných snímků byly zjištěny změny v postavení struktur vokálního traktu během zívání a fonace. Změny postavení jazyka, měkkého patra, jazyčky a brady vůči krku byly analyzovány na sagitálních řezech (obr.7). Transverzální řezy posloužily k analýze otevření hrtanu a polohy hlasivek (obr.8, obr.9).

Na základě znalosti těchto změn byly s pomocí anatomických atlasů popsány svalové skupiny, které se na daných pohybech podílí.

Z CT snímků vokálního traktu při fonaci byla pomocí programu Osirix sestavena virtuální endoskopie (obr.10), která posloužila ke kontrole výsledků získaných analýzou sagitálních a transverzálních řezů vokálního traktu. V případě zívání se nepodařilo virtuální endoskopii sestavit, protože během zívání dochází k přiložení měkkého patra k jazyku a tím k tvorbě překážky, která znemožňuje průchod virtuálního endoskopu dál do vokálního traktu.



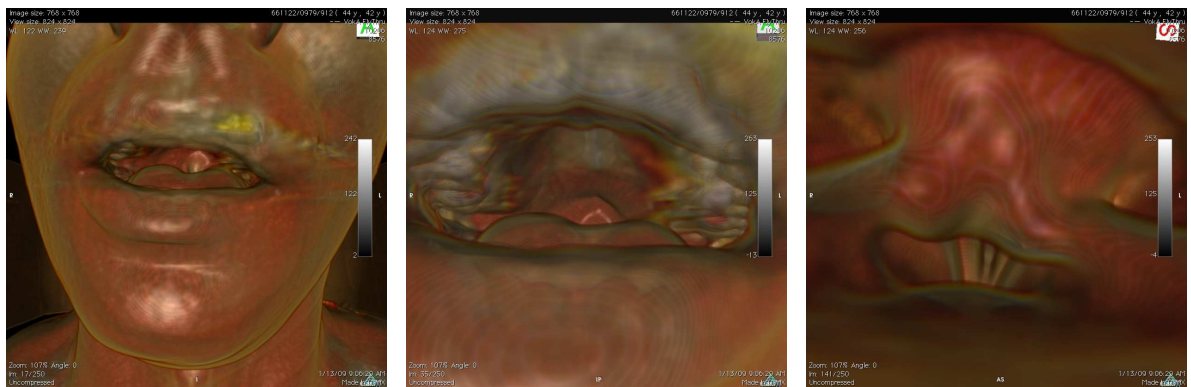
Obr. 7 – CT snímky vokálního traktu při simulovaném zívání (vlevo) a při fonaci samohlásky „a“ (vpravo), sagitální řez



Obr. 8 – CT snímky vokálního traktu při simulovaném zívání (vlevo) a při fonaci samohlásky „a“ (vpravo), transverzální řez v úrovni 4-5 krční obratle



Obr. 9 - CT snímky vokálního traktu při simulovaném zívání (vlevo) a při fonaci samohlásky „a“ (vpravo), transverzální řez v úrovni 6 – 7 krčního obratle



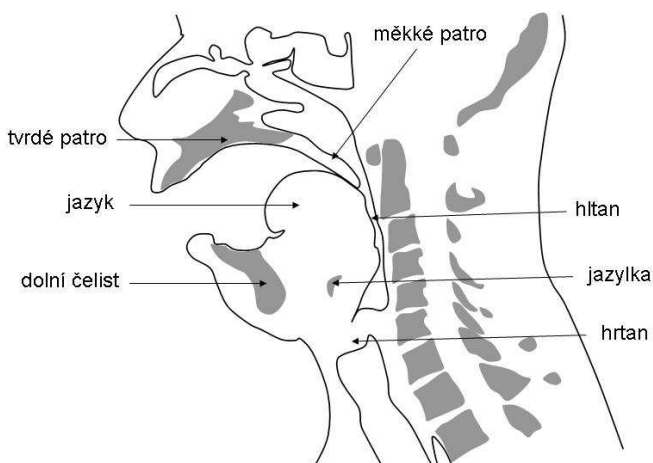
Obr. 10 – Vybrané snímky z virtuální endoskopie vokálního traktu při fonaci samohlásky „a“, a) mírné pootevření úst, b) postavení jazyka na spodině úst, c) postavení hlasivek

4.2 Data získaná při výzkumu

Při zívání i fonaci probíhají změny postavení následujících anatomických struktur: jazyka, měkkého patra, hrtanu a jazyčky. Se změnou postavení těchto struktur souvisí změny velikosti dutin: nadhrtanové, hltanové, ústní a nosní. Proces zívání a fonace se liší v postavení jazyka a měkkého patra a v postavení brady proti krku, tzn. v míře otevření ústní dutiny.

V následujícím textu jsou vyjmenovány a popsány jednotlivé svaly, které se pravděpodobně zapojují v procesu zívání a fonace.

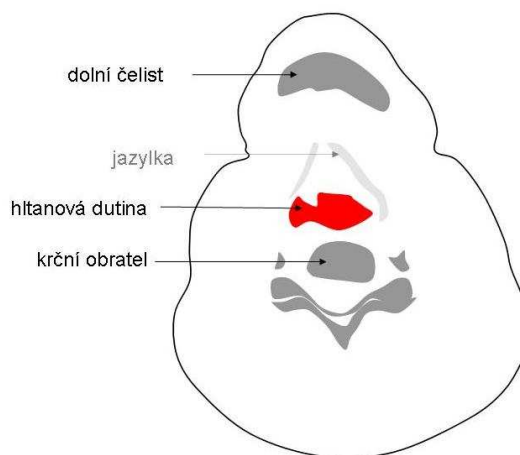
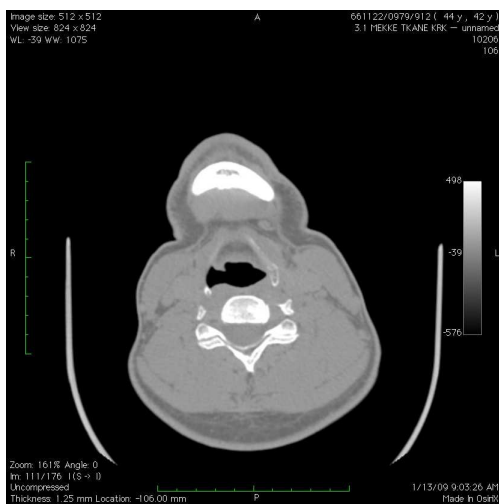
4.2.1 Změny anatomických struktur a svalové skupiny zapojené při zívání



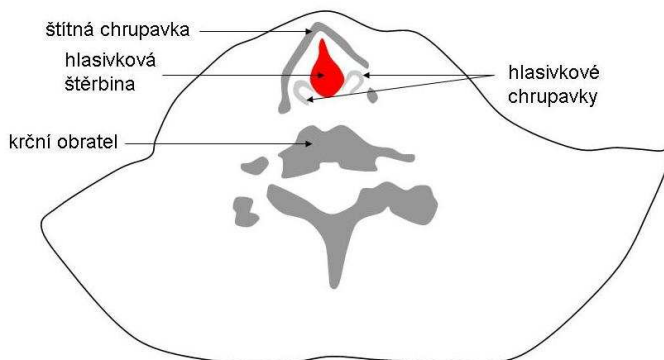
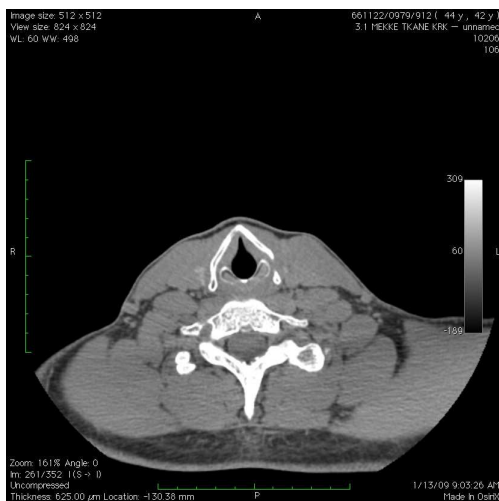
Obr. 11 – Sagitální řez vokálního traktu při zívání (vlevo) a schéma (vpravo)

Z CT snímků (obr. 11) je patrné, že při zívání dochází k vyklenutí jazyka, přitažení měkkého patra k jazyku a přitažení brady ke krku, které je způsobeno maximálním otevřením ústní dutiny. Jazyčka se při zívání dostává na úroveň obratlů C4 – C5. Při nádechové fázi zívání epiglottis otevírá vchod do hrtanu a zároveň dochází k abdukci hlasivek. Hluboký nádech je umožněn též rozšířením hltanové dutiny. Obrázek č. 12 zobrazuje průsvit dolní části hltanu při zívání.

CT vyšetření bylo pořízeno při simulovaném zívání při zadrženém dechu. Tato situace odpovídá vrcholné fázi zívání, kdy jsou již plíce zcela naplněny vzduchem a dochází ke krátkému zadržení dechu. Proto se domnívám, že na transverzálním řezu v oblasti hlasivek není rozšíření hlasivkové štěrbiny tolik výrazné (obr. 13).



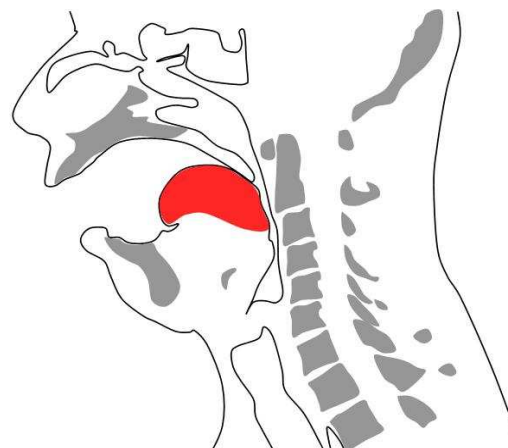
Obr. 12 - Transverzální řez vokálního traktu při zívání (vlevo) a schéma (vpravo), průsvit dolní části hltanu.



Obr. 13 – Transverzální řez vokálního traktu při zívání (vlevo) a schéma (vpravo), na snímku je pozice hlasivkových chrupavek během zívání

4.2.1.1 Vyklenutí jazyka (obr. 14)

Svaly ovlivňující polohu a tvar jazyka se dělí na dvě skupiny: extraglosální a intraglosální. Extraglosální svaly začínají na kostech a vnořují se do těla jazyka, intraglosálními svaly se rozumí vlastní svaly jazyka.



Obr. 14 – Vyklenutí jazyka, schéma

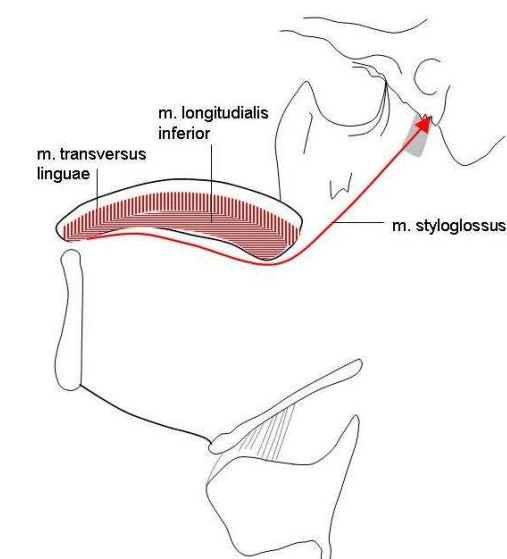
Změnu tvaru jazyka, tj. jeho vyklenutí a předozadní zkrácení zajišťují intraglosální svaly (obr.15):

- ***m. longitudinalis inferior***

Patří mezi intraglosální svaly. Začíná od sliznice kořene jazyka a táhne se přímo vpřed ke hrotu jazyka. Jeho funkcí je zkracování jazyka.

- ***m. transversus linguae***

Intraglosální sval s příčně probíhajícími svalovými snopci. Začíná na *septum linguae* a končí ve vazivu pod sliznicí okrajů a hrotu jazyka. Zužuje jazyk a vyklenuje jej příčně vzhůru.



Změnu pozice jazyka, v případě zívání jeho pohyb dorzálním směrem k zadní stěně hltanu, zajišťují extraglosální svaly (obr.15):

- ***m. styloglossus***

Patří mezi extraglosální svaly. Začíná od *processus styloideus* a od *ligamentum stylohyoideum*. Probíhá šikmo ventromediokaudálně mezi *m. stylohyoideus* a hltanem, dále po bocích jazyka až k jeho hrotu. Táhne jazyk, především kořen, vzhůru a dozadu.

- ***m. palatoglossus***

Řadí se mezi extraglosální svaly i mezi svaly měkkého patra. Začíná jako pokračování snopců *m. transversus linguae* a vystupuje k měkkému patru, kde se upíná do jeho aponeurosy. Zdvihá jazyk nahoru a zároveň stahuje měkké patro.

M. palatoglossus je inervován z *n. glossopharyngeus*, ostatní svaly jazyka z *rr. linguales nervi hypoglossi*.

Vyklenutí jazyka a jeho pohyb dorsálním směrem zajišťují *m. longitudinalis inferior*, *m. transversus linguae*, *m. styloglossus* a *m. palatoglossus*. Ostatní svaly jazyka *m. longitudinalis superior*, *m. transversus linguae*, *m. verticalis linguae*, *m. hyoglossus*, *m. genioglossus* a *m. chondroglossus* jsou pravděpodobně během zívání protažené.

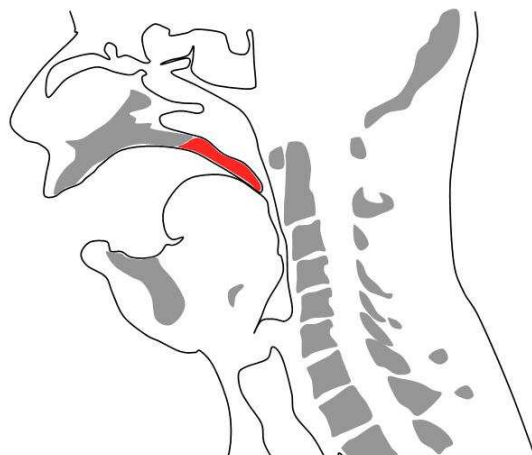
4.2.1.2 Přiložení měkkého patra k jazyku (obr. 16)

Vlivem zívání se dále mění poloha měkkého patra. To je v námi studovaném případě ochablé a jeví se jako přiložené k jazyku. Přitažení měkkého patra k jazyku zajišťuje:

- ***m. palatoglossus***

Začíná na dolní ploše *aponeurosis palatina*. Probíhá laterokaudálně, ventrálně od *tonsilla palatina*. Upíná se na jazyk (mezi vlákna *m. transverus linguae*).

Zdvihá kořen jazyka, stahuje patro a zužuje tak vchod do hltanu. Je inervován z *n. glossopharyngeus*.



Obr. 16 – Přiložení měkkého patra k jazyku, schéma

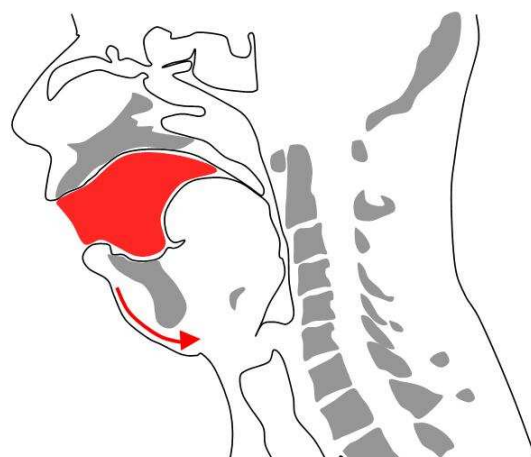
Vlastní svaly měkkého patra (*m. tensor veli palatini*, *m. levator veli palatini*, *m. uvulae*) se při zívání výše zmíněných pohybů pravděpodobně neúčastní. Jsou však aktivní během fonace, kdy dochází k pohybu měkkého patra nahoru a k uzavření nosohltanu.

4.2.1.3 Maximální otevření ústní dutiny a přitažení brady ke krku (obr. 17)

Otevření úst při zívání zajišťuje *m. pterygoideus lateralis* ze skupiny žvýkacích svalů, ostatní žvýkací svaly (*m. masseter*, *m. temporalis*, *m. pterygoideus medialis*) jsou při otevřených ústech elongované.

- ***m. pterygoideus lateralis***

Začíná dvěma hlavami, horní a dolní (*caput superius*, *caput inferius*). Horní hlava začíná na *facies infratemporalis* a *crista infratemporalis* velkého křídla kosti klínové a upíná se na vendromediální plochu pouzdra čelistního kloubu. Dolní hlava začíná na zevní ploše *lamina lateralis* křídlovitého výběžku kosti klínové a upíná se ve *fovea pterygoidea* dolní čelisti. Je inervován z *n. pterygoideus lateralis*.

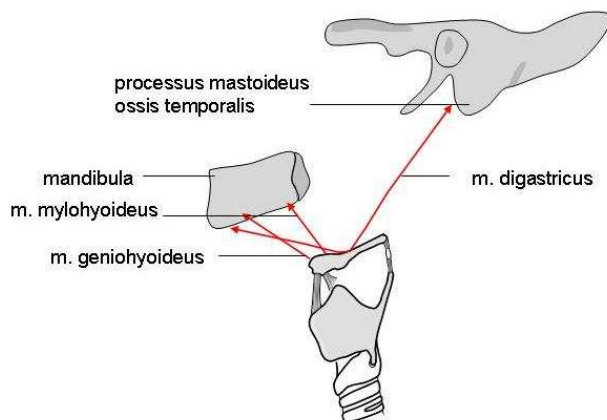


Obr. 17 – Maximální otevření dutiny ústní a přitažení brady ke krku, schéma

Na odtažení dolní čelisti se podílí zástupci suprahyoidních svalů (obr. 18):

- ***m. digastricus***

Sval se skládá ze dvou bříšek: *venter posterior* a *venter anterior*. *Venter posterior* začíná v *incisura mastoidea*, probíhá ventrokranálním směrem, přechází ve šlachy a ta se upíná na jazyku. *Venter anterior* navazuje na tuto šlachy, táhne se ventromediálně a upíná se ve *fossa digastrica* na dolní čelisti. Funkcí dvoubříškového svalu je deprese mandibuly při fixované jazylce.



Obr.18 – Suprahyoidní svaly zapojené při zívání

Venter anterior je inervován z *n. trigeminus*, *venter posterior* z *n. facialis*.

- ***m. mylohyoideus***

Sval začíná v *linea mylohyoidea* na dolní čelisti. Probíhá šikmo dorsálně, mediálně a kaudálně. Dorsální snopce *m. mylohyoideus* se upínají na tělo jazylky, ventrální snopce dosahují mezi bradou a jazylkou ke střední rovině, setkávají se s druhostrannými a spojují se vazivovými vložkami. Funkcí tohoto svalu je také deprese mandibuly při fixované jazylce. Sval je inervován z *n. trigeminus*.

- ***m. geniohyoideus***

Počátek svalu je pod *m. genioglossus* na *spinae mentales* na mandibule. Probíhá dorsálním směrem a upíná se na tělo jazylky. Plní podobnou funkci jako *m. mylohyoideus*. Je inervován z cervikálních míšních nervů v dráze *n. hypoglossus*.

Depresi mandibuly během zívání zajišťují *m. digastricus*, *m. mylohyoideus* a *m. geniohyoideus*.

4.2.1.4 Velikost hltanové dutiny

Průsvit dolní části hltanu při zívání lze pozorovat na transverzálním řezu vokálního traktu v úrovni krčních obratlů C4-C5 (viz obr. 12). Transverzální řezy nedokazují významnější rozšíření hltanu při zívání v porovnání s fonací.

Svalová vrstva hltanu je tvořena pěti párovými příčně pruhovanými svaly. Svěrače hltanu, *m. constrictor pharyngis superior*, *m. constrictor pharyngis medius* a *m. constrictor pharyngis inferior*, probíhají příčně a jejich funkcí je zužování hltanu. Zbývající dva svaly, *m. stylopharyngeus* a *m. palatopharyngeus*, probíhají v podélném směru a hltan zdvihají.

Výše zmíněné svaly se procesu zívání pravděpodobně neúčastní.

4.2.1.5 Otevření hrtanu a abdukce hlasivek

Otevření hlasivkové štěrbiny bylo analyzováno na transverzálním řezu vokálního traktu (obr. 19). Tento proces je předpokladem hlubokého nádechu během nádechové fáze zívání.

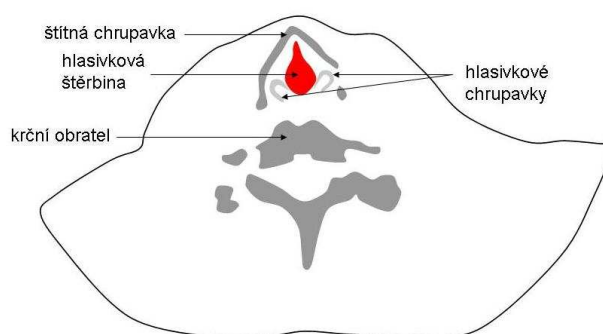
Otevření hrtanu a abdukci hlasivek zajišťují vlastní svaly hrtanu inervované z *n. vagus*, které se dělí na vnější a vnitřní (Obr. 20):

- ***m. thyroepiglotticus***

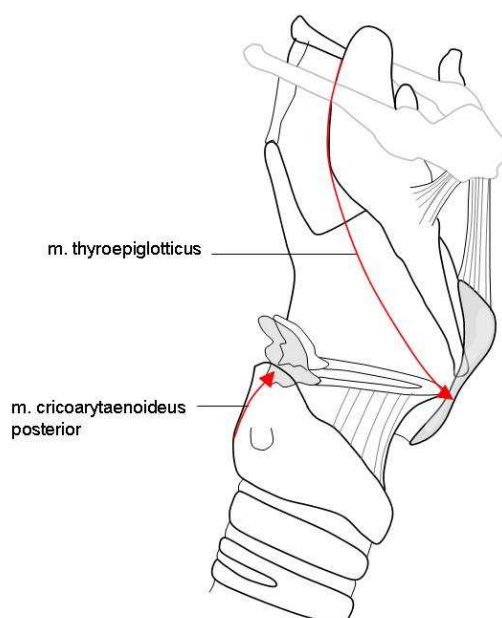
Patří mezi vnější svaly hrtanu. Jeho počátek je na vnitřní straně úhlu *cartilago thyroidea* a upíná se na přední plochu *epiglottis*. Při smrštění tento sval zdvihá *epiglottis* a otevírá vchod do hrtanu, rozšiřuje předsň hrtanu.

- ***m. cricoarytaenoideus posterior***

Patří mezi vnitřní svaly hrtanu. Začíná na zadní ploše *cartilago cricoidea*, probíhá šikmo vzhůru a upíná se laterálně na *processus muscularis c. arytaenoidea*. Otočením hlasivkových chrupavek způsobuje oddálení *processus vocalis* a na ně připevněných vazů a tím rozšíření hlasivkové štěrbiny.



Obr. 19 – Otevření hlasivkové štěrbiny, schéma

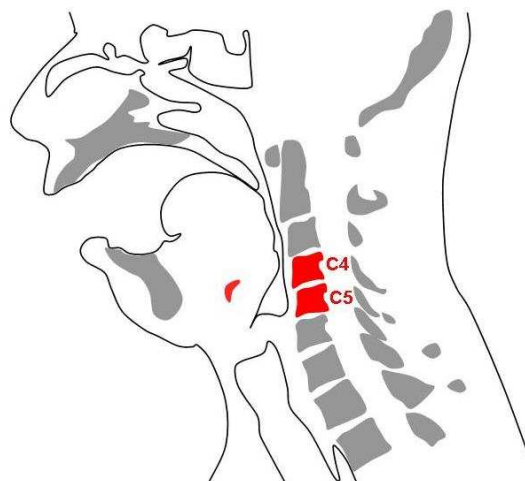


Obr. 20 – Svaly hrtanu zapojené při zívání

Otevření hrtanu a abdukci hlasivek zajišťují *m. thyroepiglotticus* a *m. cricoarytaenoideus posterior*. *M. aryepiglotticus* uzavírající vchod do hrtanu je během zívání pravděpodobně protažený. Ostatní svaly hrtanu *m. cricoarytaenoideus lateralis*, *m. arytaenoideus transversus*, *m. vocalis* a *m. cricothyroideus* jsou během zívání pravděpodobně taktéž elongované, a naopak se zapojují při fonaci.

4.2.1.6 Poloha jazyky (obr. 21)

Na CT snímcích vokálního traktu při zívání lze pozorovat postavení těla jazyky na úrovni kaudálního konce těla obratle C4 až mediální části těla obratle C5, což je o nepatrný kousek níž než při fonaci (viz 4.2.2.5). Poloha jazyky ovlivňuje též polohu hrtanu díky spojení štítné chrupavky a jazyky pomocí *membrana thyrohyoidea*. Polohu jazyky, resp. hrtanu ovlivňují suprahyoidní a infrahyoidní svaly. Na poklesu jazyky a hrtanu se podílí infrahyoidní svaly (obr. 22):



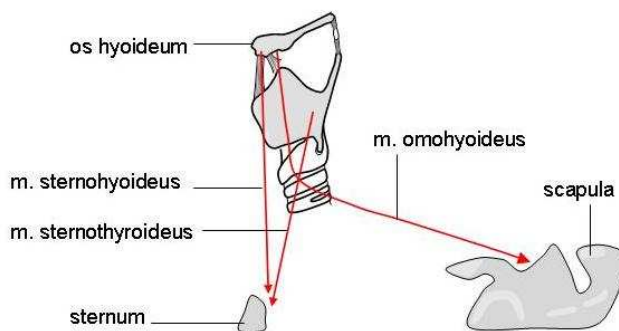
Obr. 21 – Poloha jazyky při zívání, schéma

- ***m. sternohyoideus***

Začíná na dorsální straně sternoklavikulárního kloubu a na sousední části klíční kosti. Probíhá kraniálním směrem, přibližuje se ke střední rovině a setkává se s druhostranným svalem. Upíná se na kaudální okraj těla jazyky. Táhne jazyku kaudálním směrem. Je inervován z *ansa cervicalis* C₁-C₃.

- ***m. omohyoideus***

Je to dvojbříškový sval, který se skládá z *venter inferior (caudalis)* a *venter superior (cranialis)*. *Venter inferior* začíná na horním okraji lopatky v blízkosti *incisura scapulae*, příp. na *ligamentum transversum scapulae*. Táhne se šikmo mediálním, kraniálním a ventrálním směrem.



Obr. 22 – Infrahyoidní svaly zapojené při zívání

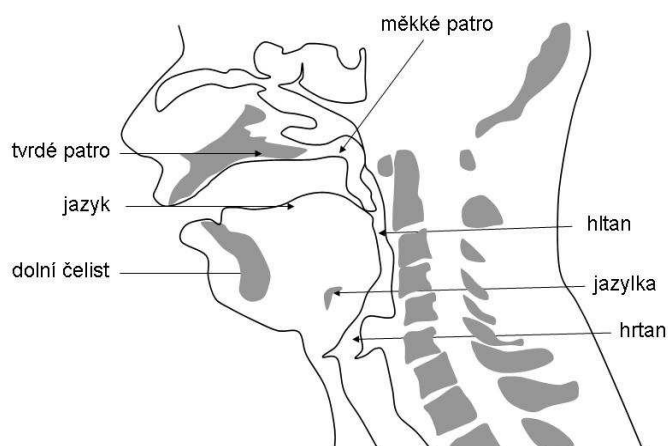
Na úrovni *m. sternocleidomastoideus* přechází ve vsunutou šlachu, na kterou navazuje *venter superior*. *Venter superior* probíhá převážně kraniálně a mírně mediálně a upíná se na tělo jazyky. Táhne jazyku kaudálním směrem. Inervován je z *ansa cervicalis* C₁-C₃.

- ***m. sternothyroideus***

Začíná na dorsální straně horního konce hrudní kosti a na chrupavce 1. žebra. Probíhá kraniálně a upíná se na *linea obliqua* štítné chrupavky. Táhne hrtan kaudálním směrem. Je inervován z *ansa cervicalis* C₁, C₂.

Depresi jazyky při procesu zívání jsou schopny zajistit infrahyoidní svaly *m. sternohyoideus*, *m. omohyoideus* a *m. sternothyroideus*. Poslední z infrahyoidních svalů *m. thyrohyoideus* a *m. stylohyoideus* ze suprahyoidních svalů se při tomto ději pravděpodobně nezapojují. Suprahyoidní svaly *m. digastricus*, *m. mylohyoideus* a *m. geniohyoideus* zajišťují depresi mandibuly a lze proto předpokládat, že jsou v procesu zívání kontrahovány.

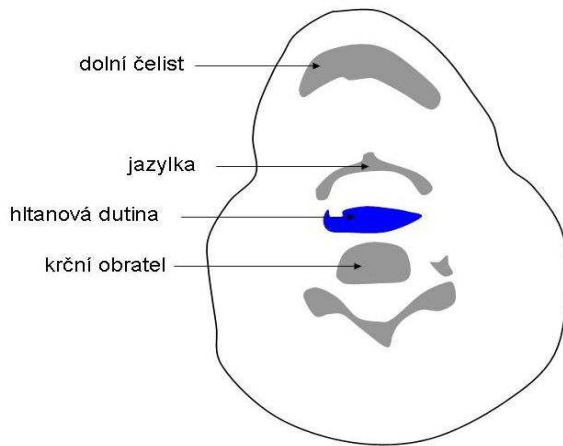
4.2.2 Změny anatomických struktur a svalové skupiny zapojené při fonaci samohlásky „a“



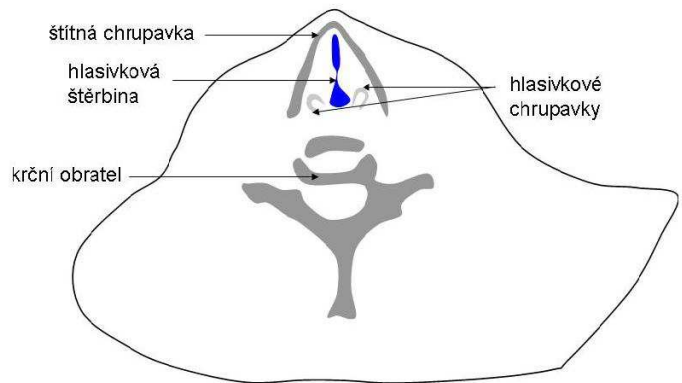
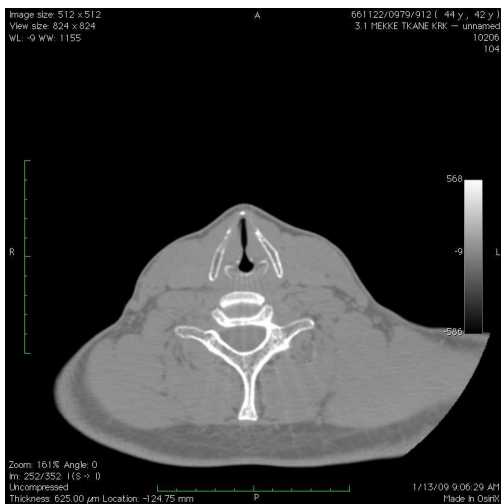
Obr. 23 – Sagitální řez vokálního traktu při fonaci (vlevo) a schéma (vpravo)

Na CT snímcích vokálního traktu při fonaci samohlásky „a“ (obr. 23) lze pozorovat mírné pootevření dutiny ústní. Jazyk je zploštělý, položený na spodině úst, přičemž jeho přední část je mírně prohnutá a v zadní části se mírně vyklenuje. Měkké patro je zdviženo. Kontrakcí horního svěrače hltanu dochází k uzavření nosohltanu a tím k oddělení nosní a ústní dutiny. Na obrázku č. 24 lze pozorovat průsvit dolní části hltanu při fonaci. Epiglottis otevírá vstup do hrtanu. Jelikož se jedná o fonaci samohlásky, dochází k těsnému přiblížení

hlasivkových řas a hlasivková štěrbina je přivřená (obr. 25). Přivření hlasivkové štěrbiny lze pozorovat i na snímcích získaných virtuální endoskopií, viz obrázky č. 10. Podobně jako při zívání lze pozorovat polohu jazyka na úrovni obratlů C4 – C5.



Obr.24 - Transverzální řez vokálního traktu při fonaci(vlevo) a schéma (vpravo), průsvit dolní části hltanu

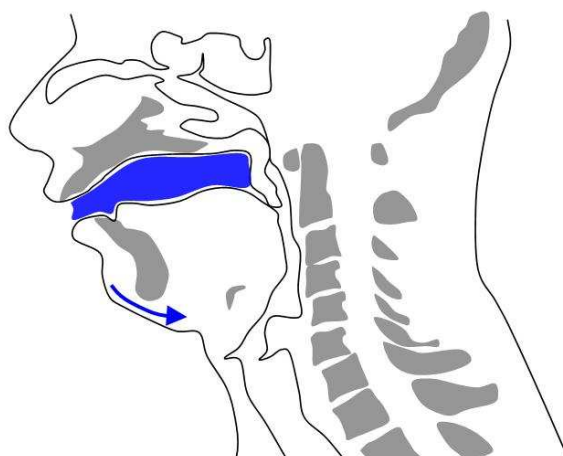


Obr. 25 – Transverzální řez vokálního traktu při fonaci (vlevo) a schéma (vpravo), na snímku je pozice hlasivkových chrupavek

4.2.2.1 Mírné pootevření úst (obr. 26)

Mírné pootevření úst při fonaci samohlásky „a“ jsou schopny zajistit stejné svaly, které zajišťují otevření dutiny ústní během zívání. Proto v této části uvádím pouze jejich výčet, popis jednotlivých svalů viz 4.3.1.3.

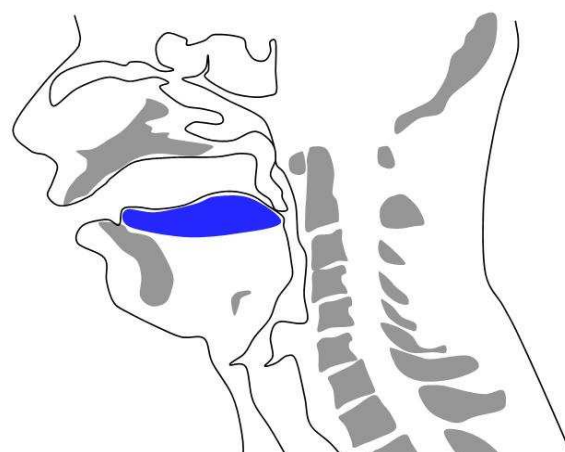
Otevření úst zajišťuje *m. pterygoideus lateralis* ze skupiny žvýkacích svalů, ostatní žvýkací svaly (*m. masseter*, *m. temporalis*, *m. pterygoideus medialis*) se na otevření dutiny ústní nepodílí. Na odtažení dolní čelisti se podílí zástupci suprahyoidních svalů: *m. digastricus*, *m. mylohyoideus*, *m. geniohyoideus*.



Obr. 26 – Mírné pootevření úst, schéma

4.2.2.2 Zploštění jazyka (obr. 27)

Při fonaci samohlásky „a“ je jazyk zploštělý, položený na spodině úst, přičemž jeho přední část je mírně prohnutá a v zadní části se mírně vyklenuje. Zploštění jazyka a jeho postavení na spodině úst zajišťují extraglosální i intraglosální svaly. Všechny svaly jazyka jsou inervovány z *rr. linguales nervi hypoglossi*.



Obr. 27 – Zploštění jazyka, schéma

Polohu jazyka v dutině ústní ovlivňují extraglosální svaly:

- *m. hyoglossus*

Začíná na horním okraji těla a velkém rohu jazyčky. Směřuje vzhůru dopředu k okraji kořene i těla jazyčky. Probíhá mezi *m. styloglossus* a *m. longitudinalis inferior* a vniká do hrotu jazyka. Táhne jazyk dozadu a dolů.

- *m. chondroglossus*

Začíná na malých rozích jazyčky a vnořuje se do hrotu jazyka. Jeho funkce je stejná jako u *m. hyoglossus*.

Změnu tvaru jazyka ovlivňují intraglosální svaly:

- *m. verticalis linguae*

Sval je tvořen krátkými svalovými pruhy mezi hřbetní a spodní plochou jazyka. Tyto pruhy jsou připojeny do *aponeurosis linguae*. Funkcí tohoto svalu je zplošťování jazyka.

Při fonaci samohlásky „a“ lze tedy usuzovat na zapojení extraglosálních svalů *m. hyoglossus* a *m. chondroglossus*, zatímco *m. styloglossus* a *m. genioglossus* jsou elongované.

Zploštění jazyka zajišťuje *m. verticalis linguae*, ostatní intraglosální svaly (*m. longitudinalis inferior*, *m. longitudinalis superior*, *m. transversus linguae*) se tohoto děje pravděpodobně neúčastní.

4.2.2.3 Zdvížení měkkého patra a uzavření nosohltanu (obr. 28)

Při procesu fonace dochází k uzavření nosohltanu a tím k oddělení nosní a ústní dutiny. Uzavření nosohltanu je způsobeno zdvižením měkkého patra a zároveň jeho zbytněním ve střední části kontrakcí vlastních svalů a dále kontrakcí horního svěrače hltanu.

Na těchto procesech se podílí svaly měkkého patra a horní svěrač hltanu:

- ***m. tensor veli palatini***

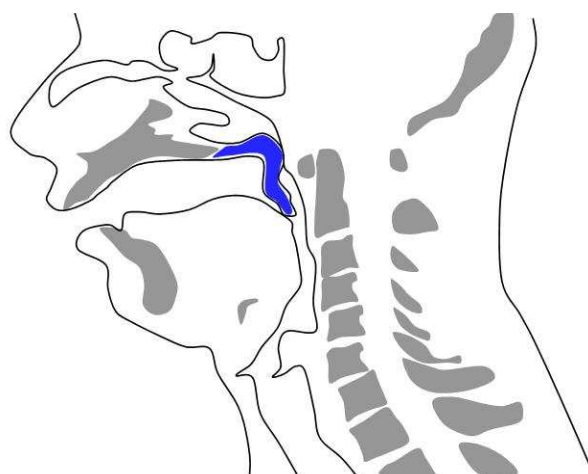
Začíná na *fossa scaphoidea* kosti klínové a na *spina ossis sphenoidalis*. Probíhá kaudálně, mediálně zahýbá v *sulcus hamuli pterygoidei*. Upíná se na dorsální plochu *aponeurosis palatina*. Je inervován z *n. musculi tensoris veli palatini*.

- ***m. levator veli palatini***

Začíná na spodní ploše kosti skalní a na spodním okraji chrupavky sluchové trubice. Probíhá mediokaudálně a upíná se na dorsální část *aponeurosis palatina*. Je inervován z *r. pharyngeus n. vagi*.

- ***m. constrictor pharyngis superior***

Tento plochý čtyřúhelníkovitý sval má čtyři části: *pars pterygopharyngea*, která má počátek na *hamulus pterygoideus* a na zadním okraji *lamina medialis processus pterygoidei*; *pars buccopharyngea*, která začíná na *raphe pterygomandibularis*, kde navazuje na *m. buccinator*; *pars mylopharyngea*, která začíná na dorsálním konci *linea mylohyoidea mandibulae*; a *pars glossopharyngea*, která začíná od kořene jazyka. Snopce



Obr. 28 – Zdvížení měkkého patra a uzavření

Začíná na *fossa scaphoidea* kosti nosohltanu, schéma

svalu probíhají horizontálně po boční stěně hltanu vzad, kde splývají se svalem druhostranným. Je inervován z *plexus pharyngeus*.

Zdvižení a zbytnění měkkého patra ve střední části zajišťují *m. tensor veli palatini* a *m. levator veli palatini*. *M. uvulae* je v průběhu fonace samohlásky „a“ pravděpodobně relaxovaný, protože čípek směřuje volně dolů do dutiny ústní. *M. palatoglossus* je během fonace protažený. Kontrakcí *m. constrictor pharyngis superior* dochází ke zbytnění zadní stěny hltanu, která společně se zdviženým měkkým patrem vytváří nosopatrový uzávěr.

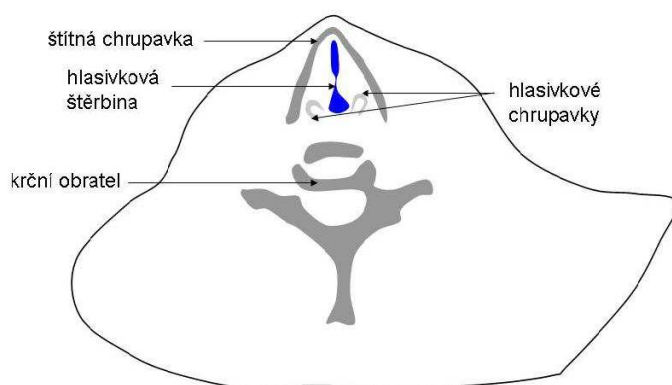
4.2.2.4 Velikost hltanové dutiny

Průsvit dolní části hltanu při fonaci samohlásky „a“ lze pozorovat na transverzálním řezu vokálního traktu v úrovni krčních obratlů C4-C5 (viz obr. 24). V porovnání se zíváním se průsvit hltanu při fonaci jeví nepatrně menší. Kromě *m. constrictor pharyngis superior*, který se podílí na tvorbě nosopatrového uzávěru, nejsou pravděpodobně ostatní svaly hltanu (viz 4.2.1.4) při fonaci zapojené.

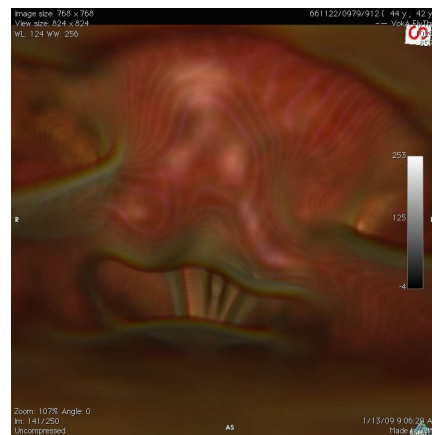
4.2.2.5 Otevření hrtanu a přivření hlasivkové štěrbiny

Otevření hrtanu a přivření hlasivkové štěrbiny bylo analyzováno na transverzálním řezu vokálního traktu (obr. 29). Postavení hlasivek při fonaci je též dobře patrné na snímku z virtuální endoskopie (obr. 30).

Na obou dějích se podílí vlastní svaly hrtanu inervované z *n. vagus*, které dále dělíme na vnější a vnitřní. Otevření hrtanu zajišťuje *m. thyroepiglotticus* (viz 4.2.1.4).



Obr. 29 – Uzavření hlasivkové štěrbiny, schéma



Obr. 30 – Pohled na hrtan a hlasivky, virtuální endoskopie

Na funkci hlasového ústrojí se podílí čtyři skupiny svalů. Mezi ně patří svaly zužující hlasovou štěrbinu, svaly rozšiřující hlasovou štěrbinu, svaly napínající vazy hlasové a svaly uvolňující vazy hlasové. Napínání a uvolňování hlasivkových vazů ovlivňuje výšku hlasu.

Uzavření hlasivkové štěrbinu zajišťují (obr. 31):

- ***m. cricoarytaenoideus lateralis***

Sval začínající na laterální ploše prstencové chrupavky. Probíhá šikmo dorsokraniálně a upíná se na *processus muscularis* hlasivkové chrupavky. Při kontrakci otáčí hlasivkovou chrupavku mediálním směrem, čímž se *processus vocalis* a na ně upevněné hlasivkové vazy přibližují.

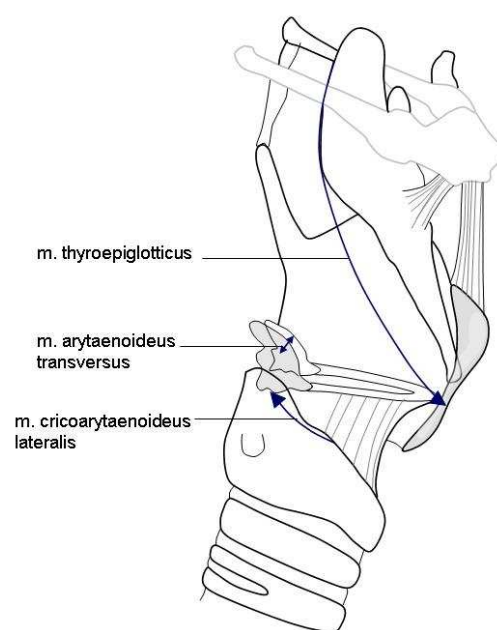
- ***m. arytaenoideus transversus***

Tento nepárový sval je napjatý mezi zadními plochami hlasivkových chrupavek. Přibližuje hlasivkové chrupavky k sobě a tím přispívá k uzavření hlasivkové štěrbinu.

- ***m. vocalis***

Je vnitřní částí *m. thyroarytaenoideus*. Tvoří spolu s *ligamentum vocale* podklad hlasivkových řas. Začíná na vnitřní ploše ploténky štítné chrupavky v blízkosti úhlu štítné chrupavky. Směřuje dozadu, kde se upíná na *processus vocalis* a na *fovea oblonga* hlasivkové chrupavky. Při kontrakci celého *m. thyroarytaenoideus* dochází k uvolnění hlasivkových vazů a uzavření hlasové štěrbinu.

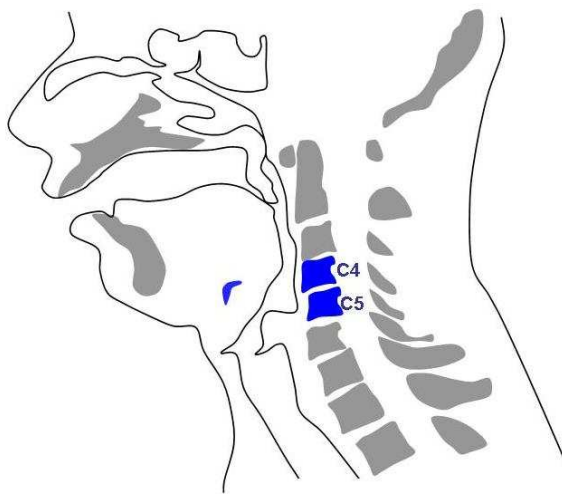
Při procesu fonace zajišťuje otevření hrtanu *m. thyroepiglotticus*. *M. aryepiglotticus* uzavírající vchod do hrtanu je během fonace protažený. Dále se zapojují svaly zužující hlasovou štěrbinu *m. cricoarytaenoideus lateralis*, *m. arytaenoideus transversus* a *m. vocalis*. *M. cricoarytaenoideus posterior* zajišťující rozšíření hlasové štěrbinu je při tomto procesu protažený.



Obr. 31 – Svaly hrtanu zapojené při fonaci

4.2.2.6 Poloha jazylky (obr. 32)

Na CT snímcích vokálního traktu při fonaci samohlásky „a“ lze pozorovat postavení těla jazylky na úrovni mediální části obratle C₄ až kraniální části obratle C₅, což je o nepatrný kousek výš než při zívání (viz 4.2.1.6). Popis svalů podléjících se na změně postavení jazylky je v části 4.3.1.5., proto zde uvádím pouze jejich výčet: *m. sternohyoideus*, *m. omohyoideus*, *m. sternothyroideus*.



Obr. 32 – Poloha jazylky při fonaci, schéma

Poslední z infrahyoidních svalů *m. thyrohyoideus* a *m. stylohyoideus* ze suprahyoidních svalů jsou při tomto procesu elongované. Suprahyoidní svaly *m. digastricus*, *m. mylohyoideus* a *m. geniohyoideus* se podílí na depresi mandibuly a lze usuzovat na jejich zapojení v procesu fonace.

5 Diskuze

5.1 Shrnutí výsledků

Změnu nastavení anatomických struktur vokálního traktu během zívání přímo ovlivňuje třináct svalových skupin (viz 5.1.1). Při zívání jsou zapojeny i další svaly, především dýchací, mimické a svaly končetin, ty ale nebyly předmětem této práce. Změnu nastavení vokálního traktu během fonace samohlásky „a“ přímo ovlivňuje šestnáct svalových skupin (viz 5.1.2). Jsou to svaly: extraglosální a intraglosální, suprahyoidní a infrahyoidní, vlastní svaly hrtanu, svaly měkkého patra, *m. constrictor pharyngis superior* a *m. pterygoideus lateralis* ze skupiny žvýkacích svalů.

5.1.1 Přehled svalových skupin zapojených při zívání

sval			
úpon - počátek	úpon - konec	inervace	funkce
<i>m. styloglossus</i>			
<i>processus styloideus,</i> <i>lig. stylohyoideum</i>	boční strana kořene jazyka a zevní plocha <i>m. hyoglossus</i>	<i>rr. linguales nervi</i> <i>hypoglossi</i>	táhne jazyk vzhůru a dozadu
<i>m. palatoglossus</i>			
pokračování snopců <i>m. transversus</i> <i>linguae</i>	aponeurosa měkkého patra	<i>n.</i> <i>glossopharyngeus</i>	zdvihá jazyk nahoru, stahuje měkké patro
<i>m. longitudinalis inferior</i>			
sliznice kořene jazyka	hrot jazyka	<i>rr. linguales nervi</i> <i>hypoglossi</i>	zkracuje jazyk
<i>m. transversus linguae</i>			
<i>septum linguae</i>	vazivo pod sliznicí okrajů a hrotu jazyka	<i>rr. linguales nervi</i> <i>hypoglossi</i>	zužuje a vyklenuje jazyk příčně vzhůru.
<i>m. mylohyoideus</i>			
<i>linea mylohyoidea</i> na mandibule	tělo jazyky	<i>n. trigeminus</i>	deprese mandibuly

<i>m. geniohyoideus</i>			
<i>spinae mentales</i> na mandibule	tělo jazyčky	<i>n. hypoglossus</i>	deprese mandibuly
<i>m. digastricus</i>			
<i>incisura mastoidea</i>	<i>fossa digastrica</i> na mandibule	<i>v. anterior</i> z <i>n. trigeminus</i> , <i>v. posterior</i> z <i>n. facialis</i>	deprese mandibuly
<i>m. pterygoideus lateralis</i>			
<i>caput superius – facies infratemporalis a crista infratemporalis</i> velkého křídla kost klínové <i>caput inferius – lamina lateralis</i> křídlovitého výběžku kosti klínové	<i>caput superius –</i> kloubní pouzdro čelistního kloubu <i>caput inferius – fovea pterygoidea</i> dolní čelisti	<i>n. pterygoideus lateralis</i>	otevření ústní dutiny
<i>m. thyroepiglotticus</i>			
vnitřní strana úhlu <i>cartilago thyroidea</i>	přední plocha <i>epiglottis</i>	<i>n. vagus</i>	zdvihá epiglottis
<i>m. cricoarytaenoideus posterior</i>			
zadní plocha <i>cartilago cricoidea</i>	<i>processus muscularis c. arytaenoidea</i>	<i>n. vagus</i>	oddálení <i>processus vocalis</i>
<i>m. sternohyoideus</i>			
dorsální strana sternoklavikulárního kloubu a sousední část klíční kosti	kaudální okraj těla jazyčky	z <i>ansa cervicalis</i> C ₁ -C ₃	pokles jazyčky

<i>m. omohyoideus</i>			
horní okraj lopatky, blízko <i>incisura scapulae</i> , příp. na <i>lig. transversum scapulae</i>	tělo jazyky	<i>ansa cervicalis</i> C ₁ - C ₃ .	pokles jazyky
<i>m. sternothyroideus</i>			
dorsální strana horního konce hrudní kosti a chrupavka 1. žebra	<i>linea obliqua</i> štítné chrupavky	<i>ansa cervicalis</i> C1, C2	pokles jazyky

5.1.2 Přehled svalových skupin zapojených při fonaci samohlásky „a“

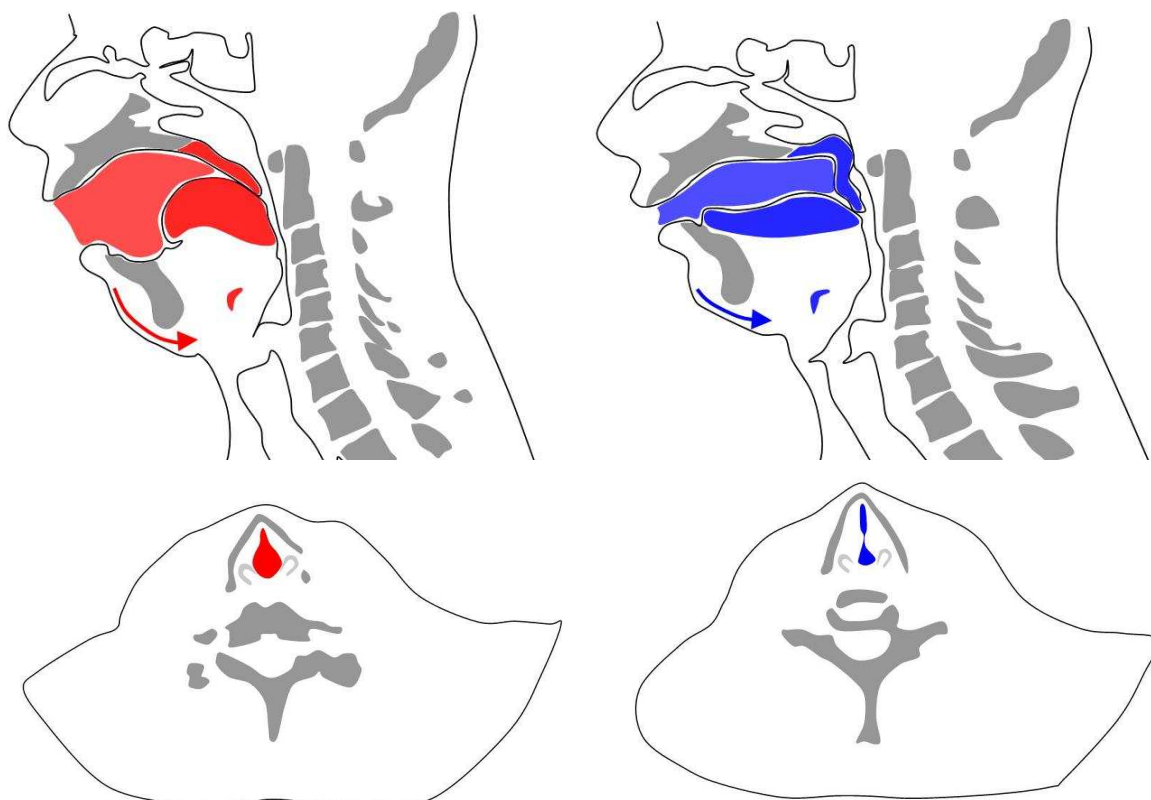
sval			
úpon - počátek	úpon - konec	inervace	funkce
<i>m. pterygoideus lateralis</i>			
<i>caput superius</i> – <i>facies infratemporalis a crista infratemporalis</i> velkého křídla kost klínové <i>caput inferius</i> – <i>lamina lateralis</i> křídlovitého výběžku kosti klínové	<i>caput superius</i> – kloubní pouzdro čelistního kloubu <i>caput inferius</i> – <i>fovea pterygoidea</i> dolní čelisti	<i>n. pterygoideus lateralis</i>	otevření ústní dutiny
<i>m. digastricus</i>			
<i>incisura mastoidea</i>	<i>fossa digastrica</i> na mandibule	<i>v. anterior</i> z <i>n. trigeminus</i> , <i>v. posterior</i> z <i>n. facialis</i>	deprese mandibuly

<i>m. mylohyoideus</i>			
<i>linea mylohyoidea</i> na mandibule	tělo jazyky	<i>n. trigeminus</i>	deprese mandibuly
<i>m. geniohyoideus</i>			
<i>spinae mentales</i> na mandibule	tělo jazyky	<i>n. hypoglossus</i>	deprese mandibuly
<i>m. hyoglossus</i>			
horní okraj těla a velké rohy jazyky	hrot jazyka	<i>rr. linguales nervi hypoglossi</i>	táhne jazyk dozadu a dolů
<i>m. chondroglossus</i>			
malé rohy jazyky	hrot jazyka	<i>rr. linguales nervi hypoglossi</i>	táhne jazyk dozadu a dolů
<i>m. verticalis linguae</i>			
hřbetní strana jazyka	<i>aponeurosis linguae</i>	<i>rr. linguales nervi hypoglossi</i>	oplošťování jazyka
<i>m. tensor veli palatini</i>			
<i>fossa scaphoidea</i> a <i>spina ossis sphenoidalis</i>	dorsální plocha <i>aponeurosis palatina</i>	<i>n. musculi tensoris veli palatini</i>	zdvihá měkké patro
<i>m. levator veli palatini</i>			
spodní plocha kosti skalní a spodní okraj chrupavky sluchové trubice	dorsální část <i>aponeurosis palatina</i>	<i>r. pharyngeus n. vagi</i>	zdvihá měkké patro
<i>m. thyroepiglotticus</i>			
vnitřní strana úhlu <i>cartilago thyroidea</i>	přední plocha <i>epiglottis</i>	<i>n. vagus</i>	zdvihá epiglottis
<i>m. cricoarytaenoideus lateralis</i>			
laterální plocha prstencové chrupavky	<i>processus muscularis</i> hlasivkové chrupavky	<i>n. vagus</i>	přiblížení <i>processus vocalis</i>

<i>m. arytaenoideus transversus</i>			
zadní plochy hlasivkových chrupavek		<i>n. vagus</i>	přibližuje hlasivkové chrupavky k sobě
<i>m. vocalis</i>			
vnitřní plocha ploténky štítné chrupavky	<i>processus vocalis a fovea oblonga</i> hlasivkové chrupavky	<i>n. vagus</i>	uvolnění hlasivkových vazů
<i>m. sternohyoideus</i>			
dorsální strana sternoklavikulárního kloubu a sousední část klíční kosti	kaudální okraj těla jazyky	<i>z ansa cervicalis</i> C ₁ -C ₃	pokles jazyky
<i>m. omohyoideus</i>			
horní okraj lopatky, blízko <i>incisura scapulae</i> , příp. na <i>lig. transversum scapulae</i>	tělo jazyky	<i>ansa cervicalis</i> C ₁ -C ₃ .	pokles jazyky
<i>m. sternothyroideus</i>			
dorsální strana horního konce hrudní kosti a chrupavka 1. žebra	<i>linea obliqua</i> štítné chrupavky	<i>ansa cervicalis</i> C ₁ , C ₂	pokles jazyky
<i>m. constrictor pharyngis superior</i>			
<i>pars glossopharyngea</i> - kořen jazyka,	zadní strana hltanu	<i>plexus pharyngeus</i>	uzavření nosohltanu
<i>pars pterygopharyngea</i> - <i>hamulus pterygoideus</i> , zadní okraj <i>lamina medialis processus pterygoidei</i> ,			
<i>pars buccopharyngea</i> - <i>raphe pterygomandibularis</i> ,			
<i>pars mylopharyngea</i> - dorsální konec <i>linea mylohyoidea mandibulae</i>			

5.2 Rozdíly v postavení některých anatomických struktur při zívání a při fonaci samohlásky „a“

V následujícím textu budou porovnány jednotlivé změny anatomických struktur, které nastávají při zívání a při fonaci. Nejdůležitější rozdíly v postavení jednotlivých anatomických struktur jsou zvýrazněny na obr. 33.



Obr. 33 – Rozdíly v postavení některých anatomických struktur při zívání (vlevo) a při fonaci samohlásky „a“ (vpravo)

5.2.1 Postavení měkkého patra

Svaly měkkého patra jsou v průběhu námi zaznamenaného simulovaného procesu zívání spíše relaxované a měkké patro se jeví jako přitažené k jazyku. Přitažení měkkého patra k jazyku zajišťuje *m. palatoglossus*, řadící se mezi extraglosální svaly i mezi svaly měkkého patra.

Při fonaci samohlásky „a“ je měkké patro napřímáno, a zároveň dochází k jeho zbytnění díky kontrakci vlastních svalů měkkého patra. Na zdvižení měkkého patra se

podílí *m. tensor veli palatini* a *m. levator veli palatini*. Zároveň dochází k uzavření nosohltanu a oddělení nosní a ústní dutiny. Uzavření nosohltanu je umožněno kontrakcí horního svěrače hrtanu (*m. constrictor pharyngis superior*).

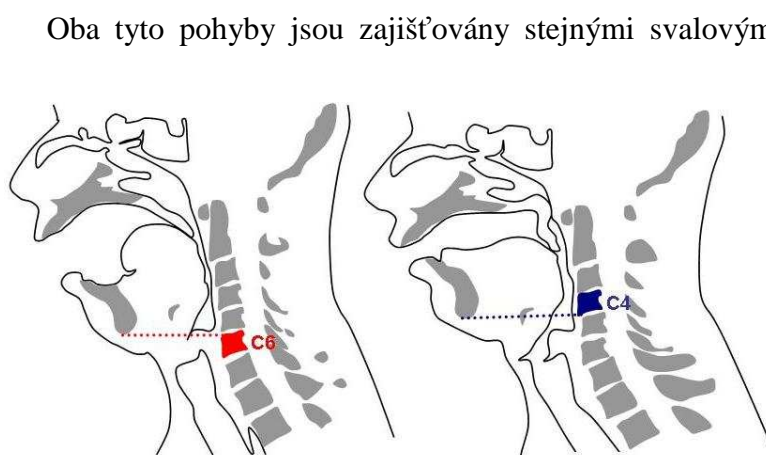
5.2.2 Postavení jazyka

Při zívání dochází k výraznému vyklenutí jazyka a jeho zatažení dorsálním směrem. Na tomto procesu se podílí extraglosální svaly: *m. styloglossus* a *m. palatoglossus*; a intraglosální svaly: *m. longitudinalis inferior* a *m. transversus linguae*.

Při fonaci samohlásky „a“ se jazyk nachází na spodině úst, je zploštělý, pouze v přední části je mírně prohnutý a v zadní části mírně vyklenutý. Na postavení jazyka v této poloze se podílí extraglosální svaly: *m. hyoglossus* a *m. chondroglossus*; a intraglosální sval: *m. verticalis linguae*.

5.2.3 Postavení brady vůči krku

Na CT snímcích vokálního traktu je patrný zřetelný rozdíl v postavení brady vůči krku při zívání a při fonaci samohlásky „a“. Postavení dolní čelisti při obou procesech bylo porovnáno vzhledem ke krčním obratlům. Během zívání dochází k maximálnímu otevření ústní dutiny. Depresí dolní čelisti se dolní okraj těla mandibuly dostává až na úroveň kraniálního konce těla obratle C6 (obr. 34). Při fonaci samohlásky „a“ dochází pouze k mírnému pootevření ústní dutiny, dolní okraj těla mandibuly klesá na úroveň kaudálního konce těla obratle C4 (obr. 35).



Obr. 34 – Pokles mandibuly při zívání (vlevo) a při fonaci (vpravo)

Oba tyto pohyby jsou zajišťovány stejnými svalovými skupinami, pouze probíhají v různém rozsahu. Otevření úst zajišťuje *m. pterygoideus lateralis* ze skupiny žvýkacích svalů. Na odtažení dolní čelisti se podílí suprahyoidní svaly: *m. digastricus*, *m. mylohyoideus* a *m. geniohyoideus*.

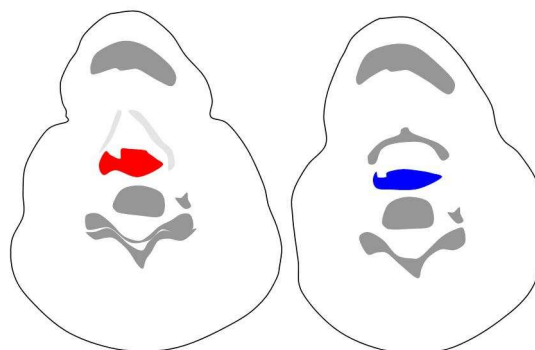
5.2.4 Poloha jazylky

S depresí dolní čelisti souvisí též pokles jazylky. Na CT snímcích lze pozorovat tělo jazylky v případě zívání i fonace téměř na stejné úrovni, a to v oblasti obratlů C₄-C₅. Při zívání klesá jazyk nepatrně více. Změna polohy jazylky ovlivňuje též polohu hrtanu díky spojení štítné chrupavky a jazylky pomocí *membrana thyrohyoidea*.

Depresi jazylky, resp. hrtanu zajišťují infrahyoidní svaly: *m. strenohyoideus* a *m. omohyoideus* a *m. sternothyroideus*.

5.2.5 Velikost ústní, nosní a hltanové dutiny

Na CT záznamu zívání a fonace lze pozorovat rozdíly ve velikostech dutiny ústní, nosní a hltanové. V případě zívání je maximálně otevřená dutina ústní a relaxací měkkého patra se zvětšuje též dutina nosní (viz obr. 33). Zvětšení těchto



dutin slouží k hlubokému nádechu Obr. 35 – Průsvit hltanové dutiny při zívání (vlevo) a při během nádechové fáze zívání. Při fonaci (vpravo), schéma fonaci je dutina ústní otevřena mírně a dutina nosní se uzavírá nosopatrovým uzávěrem (viz obr. 33). Na transverzálních řezech (obr. 35) můžeme pozorovat rozšíření hltanové dutiny, které je v případě zívání nepatrně větší.

5.2.6 Postavení hlasivek

V obou případech, zívání i fonace, je hrtan otevřený zdvižením *epiglottis*. *Epiglottis* zdvihá *m. thyroepiglotticus*, který také rozšiřuje předsíň hrtanu.

Postavení hlasivek je ale při zívání a fonaci naprosto odlišné (viz obr. 34).

Při zívání dochází k abdukci hlasivek. Rozšíření hlasivkové štěrby umožňuje hluboký nádech během nádechové fáze zívání. Je způsobeno kontrakcí *m. cricoarytaenoideus posterior*.

Při fonaci samohlásek je naopak nutné těsné přiblížení hlasových řas, na kterém se podílí: *m. cricoarytaenoideus lateralis*, *m. arytaenoideus transversus* a *m. vocalis*.

6 Závěr

Zívání je běžný, ale velmi pozoruhodný jev. Je společný všem obratlovcům, vyznačuje se nakažlivostí a je ovlivněn mnoha lidskými nemocemi.

Původ a funkce zívání jsou předmětem spekulací po staletí, během nichž vznikla řada teorií. Teorie vysvětlující funkci zívání lze rozdělit do dvou kategorií na fyziologické a komunikační. Mezi nejvýznamnější fyziologické teorie patří respirační, budící a termoregulační. Respirační teorie říká, že zívání je způsobeno nedostatečnou saturací krve a mozku kyslíkem. Budící teorie přičítá zívání podíl na regulaci bdělosti a úrovně vzrušení mozku. Termoregulační teorie přičítá zívání funkci ochlazování mozku, pokud ostatní termoregulační mechanismy selžou. Žádná z těchto teorií není dosud úplně potvrzena a první dvě jsou různými studii spíše vyvraceny. V současnosti se stále více studií zaměřuje na sociální a komunikační funkci zívání a hledají se empirické důkazy pro tuto hypotézu.

Ačkoliv je zívání podobné u plazů, ptáků i savců, neexistují důkazy o stejné funkci u různých živočišných druhů. Studie zabývající se zíváním živočichů zaznamenaly nárůst frekvence zívání v situacích očekávání metabolicky náročného děje (před bojem, před jídlem), což je v rozporu s tvrzením, že zívání je spouštěno v situacích s nedostatkem stimulů, jak je tomu u lidí.

Snaha o porozumění mechanismu a funkce zívání je motivována především výskytem abnormalit zívání jako symptomu některých vážných lidských nemocí, jako jsou migréna, roztroušená skleróza či psychické poruchy. Objasnění mechanismu zívání a znalost neurotransmiterů a hormonů ovlivňujících tento proces by mohlo vést k efektivnějšímu vývoji léků, které ovlivňují nemoci zahrnující abnormální zívání jako jeden ze symptomů.

Anatomické nastavení vokálního traktu během zívání navíc souvisí s anatomickým nastavením traktu při operním zpěvu, kdy právě navození pocitu zívání může pomoci zpěvákům maximálně otevřít dutiny vokálního traktu a zpívat tzv. pěveckým formantem (Jones, 2003). Znalosti anatomických struktur, které se podílí na zívání tedy neslouží pouze k medicínským účelům ale jsou užitečné i pro hlasové pedagogy při výuce operního zpěvu

V této práci byly popsány změny anatomického nastavení některých orgánů vokálního traktu během zívání. Jedná se především o změnu polohy jazyka a měkkého patra, postavení brady vůči krku, pokles jazyky a hrtanu a rozšíření hrtanu maximální abdukcí

hlasivek. Na těchto změnách se přímo podílí velké množství svalových skupin v oblasti vokálního traktu. V případě zívání třináct a při fonaci šestnáct svalových skupin. Jsou to svaly: extraglosální a intraglosální, suprahyoidní a infrahyoidní, vlastní svaly hrtanu, svaly měkkého patra a *m.pterygoideus lateralis* ze skupiny žvýkacích svalů a *m. constrictor pharyngis superior*. Inervace těchto svalů je zajišťována z V., VII., X. a XII. hlavového nervu, z *n. muscoli tensor veli palatini*, z *ansa cervicalis* C1-C3 a z *plexus pharyngeus*. Literatura uvádí navíc zapojení hlavových nervů IX. a XI., které zřejmě souvisí s mírným záklonem hlavy během zívání a dále zapojení míšních nervů inervujících mezižeberní svaly účastníci se dýchacích pohybů. Při zívání se zapojují i další svalové skupiny především šíje, zad a paží související s doprovodnými pohyby při zívání, jako je protahování či zaklonění hlavy, ty ale nebyly předmětem této práce.

Dále byly v této práci analyzovány změny nastavení anatomických struktur vokálního traktu při fonaci samohlásky „a“, které posloužily pro porovnání se změnami v nastavení orgánů vokálního traktu při zívání.

Ačkoliv je zívání velice běžným jevem, a v každodenním životě většinou zůstává bez povšimnutí, pro vědce tvoří zajímavou a dosud ne zcela objasněnou problematiku. Předmětem výzkumů nadále zůstávají mechanismus a funkce zívání, problematika nakažlivého zívání i souvislost abnormalit zívání s řadou nemocí.

7 Seznam obrázků

Obr. 1 – Rentgenové snímky hltanu před a během zívání (Berbizet, J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr., 1958, 21, p. 204)	13
Obr. 2 – PVN, upraveno dle Seki et al., 2002.....	21
Obr. 3 – Schematický nákres částí mozku zapojených v nakažlivém zívání, upraveno dle Guggisberg et al., 2010	28
Obr. 4 – Hrtan, upraveno dle Čihák, 2002.....	37
Obr. 5 – Schéma hlasivek (upraveno dle Linder, 1967)	38
Obr. 6 – Artikulace samohlásky „a“ (upraveno dle Palková, 1994).....	40
Obr. 7 – CT snímky vokálního traktu při simulovaném zívání (vlevo) a při fonaci samohlásky „a“ (vpravo)	41
Obr. 8 – CT snímky vokálního traktu při simulovaném zívání (vlevo) a při fonaci samohlásky „a“ (vpravo), transverzální řez v úrovni 4 - 5 krčního obratle.....	42
Obr. 9 - CT snímky vokálního traktu při simulovaném zívání (vlevo) a při fonaci samohlásky „a“ (vpravo), transverzální řez v úrovni 6 – 7 krčního obratle.....	43
Obr. 10 – Vybrané snímky z virtuální endoskopie vokálního traktu při fonaci samohlásky „a“, a) mírné pootevření úst, b) postavení jazyka na spodině úst, c) postavení hlasivek....	43
Obr. 11 – Sagitální řez vokálního traktu při zívání (vlevo) a schéma (vpravo)	44
Obr. 12 - Transverzální řez vokálního traktu při zívání (vlevo) a schéma (vpravo).....	45
Obr. 13 – Transverzální řez vokálního traktu při zívání (vlevo) a schéma (vpravo).....	45
Obr. 14 – Vyklenutí jazyka, schéma.....	45
Obr. 15 - Svaly jazyka zapojené při zívání.....	46
Obr. 16 – Přitažení měkkého patra k jazyku, schéma.....	47
Obr. 17 – Maximální otevření dutiny ústní a přitažení brady ke krku, schéma.....	47
Obr. 18 - Suprahyoidní svaly zapojené při zívání.....	48
Obr. 19 – Otevření hlasivkové štěrbiny, schéma.....	49
Obr. 20 - Svaly hrtanu zapojené při zívání.....	49
Obr. 21 – Poloha jazylky při zívání, schéma	50
Obr. 22 - Infrahyoidní svaly zapojené při zívání.....	50
Obr. 23 – Sagitální řez vokálního traktu při fonaci (vlevo) a schéma (vpravo)	51
Obr. 24 - Transverzální řez vokálního traktu při fonaci(vlevo) a schéma (vpravo).....	52
Obr. 25 – Transverzální řez vokálního traktu při fonaci (vlevo) a schéma (vpravo).....	52

Obr. 26 – Mírné pootevření úst, schéma.....	53
Obr. 27 – Zploštění jazyka, schéma.....	53
Obr. 28 – Zdvížení měkkého patra, schéma	54
Obr. 29 – Uzavření hlasivkové štěrbiny, schéma.....	55
Obr. 30 – Pohled na hrtan a hlasivky, virtuální endoskopie.....	55
Obr. 31 - Svaly hrtanu zapojené při fonaci.....	56
Obr. 32 – Poloha jazylky při fonaci, schéma.....	57
Obr. 33 – Rozdíly v postavení některých anatomických struktur při zívání (vlevo) a při fonaci samohlásky „a“ (vpravo)	63
Obr. 34 - Pokles mandibuly při zívání (vlevo) a při fonaci (vpravo).....	64
Obr. 35 - Průsvit hltanové dutiny při zívání (vlevo) a při fonaci (vpravo).....	65

8 Seznam použitých zkratek

EEG	elektroencefalografie
MWT	testy udržení bdělosti
PVN	paraventriculární nucleus
NC	Nucleus caudatus
Se	Septum
HI	Hippocampus
HY	Hypothalamus
MO	Medulla oblongata
ACTH	Adrenokortikotropní hormon
MSH	Melanotropin
LH-RH	luteinizační hormon-releasing hormon
GABA	kyselina γ -aminomáselná
MNS	system zrcadlových neuronů
ASD	poruchy autistického spektra
TD	normálně vyvíjející se
EPS	extrapyramidobé polékové syndromy
fMRI	funkční magnetická resonance

9 Literatura

1. **Anderson, J.,R., Meno, P.** (2003): Psychological influences on Yawning in Children, *Current Psychology letters*, Vol.2, No.11, [cit. 15-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://cpl.revues.org/index390.html>>
2. **Anderson, J.,R., Myowa-Yamkoshi, M., Matsuzwa, T.** (2004): Contagious yawning in chimpanzees, *Biology letters*, [cit. 17-11-2010]. Dostupný z WWW: <rspb.royalsocietypublishing.org>
3. **Anías, J., Holmgren, B., Urbá Holmgren, R., Eguíbar, J.R.** (1984): Circadian variation of yawning behavior, *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, Vol.44, pp 197-186, [cit. 5-11-2010]. Dostupný z WWW: < <http://www.ane.pl/pdf/4417.pdf>>
4. **Anne, O., Rasa, E.** (1970): The casual factors and function of yawning in *Microspathodon Chrysus* (Pisces: Pomacentridae), *Behaviour*, Vol.39, pp 39-57, [cit. 3-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.jstor.org/stable/4533382>>
5. **Argiolas, A., Melis, M.R.** (1997): The neuropharmacology of yawning, *European Journal of Pharmacology*, Vol.343, pp 1-16, [cit. 25-10-2010]. Dostupný z WWW: <<http://baillement.com/texte-argiolas.pdf>>
6. **Arnott, S.R., Singhal, A., Goodale, M.A.** (2009): An investigation of auditory contagious yawning, *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, Vol.9, No.3, pp 335-342, [cit. 15-11-2010]. Dostupný z WWW: < <http://www.springerlink.com>>
7. **Autismus.cz : Portál o poruchách autistického spektra** [online]. 28.5.2007 [cit. 28-11-2010]. Poruchy autistického spektra. Dostupné z WWW: <<http://www.autismus.cz/poruchy-autistickeho-spektra/index.php>>.
8. **Baenninger, R.** (1997): On Yawning and its function, *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol.4, No.2, pp 198-207, [cit.18-10-2010]. Dostupný z WWW: < <http://www.baillement.com>>

9. **Baenninger, R.** (1987): Some comparative aspects of yawning in *Betta splendens*, *Homo sapiens*, *Panthera leo* and *Papio sphinx*, *Journal of Comparative Psychology*, Vol.101, No.4, pp 349-354, [cit. 5-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.baillement.com>>
10. **Barbizet, J.** (1958): Yawning, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.*, Vol.21. pp 203-209, [cit. 18-10-2010]. Dostupný z WWW: <http://baillement.com/barbizet_yawning.pdf>
11. **Borovanský, L.**, Hromada, J., Kos, J., Zrzavý, J., Žlábek, K. (1967): Soustavná anatomie člověka, Díl I, 3. přepracované vydání, Státní zdravotnické nakladatelství
12. **Campbell, M.W., Carter J.D., Prostor, D., Eisenberg, M.L., de Wall, F.B.M.** (2009): Computer animations stimulate contagious yawning in chimpanzees, *Proceeding of Royal Society B*, Vol.276, No.1676, pp 4255-4259, [cit. 8-11-2010]. Dostupný z WWW: <rspb.royalsocietypublishing.org>
13. **Čihák, R.**, (2001): Anatomie I, 2.upravené a doplněné vydání, nakladatelství Grada, Praha
14. **Daquin, G., Micallef, J., Blin, O.** (2001): Yawning, *Sleep medicine reviews*, Vol.5, No.4, pp 299-312, [cit. 18-10-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.idealibrary.com>>
15. **Dostál, V., Ehler, E.** (2003): Polékové extrapyramidové syndromy, *Neurologie pro praxi*, Vol.3, pp 140-143, [cit. 22-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.neurologiepropraxi.cz/>>
16. **Faldyna, Z.** (2001): Schizotypní porucha, *Psychiatrie pro praxi*, Vol.1, pp 12-14, [cit. 15-11/2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.psychiatriepropraxi.cz>>
17. **Gallezzo, S.R.** (2006): Examining the connection between yawning and depression, [cit. 26-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://baillement.com/recherche/gallezzo.html>>

18. **Gallup A.C.** (2010): Why do we yawn? Primitive versus derived features, *Neuroscience and Biobehavioral reviews*, v tisku, [cit. 20-10-2010]. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>
19. **Gallup A.C., Gallup G.G. Jr.** (2007): Yawning and thermoregulation, *Physiology & behaviour*, Vol.95, pp 10-16, [cit.21-10-2010]. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>
20. **Gallup, G.G., Jr., Gallup, A.C.** (2009): Excessive yawning and thermoregulation: two case histories of chronic, debilitating bouts of yawning, *Sleep and Breathing*, Vol.14, No.2, pp 157-159, [cit. 21-10-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.springerlink.com>>
21. **Gallup, A.C., Miller, M.L., Clark A.B.** (2008): Yawning and thermoregulation in budgergars: science as an incremental process, *Animal Behaviour*, Vol.78, pp e3-e5, [cit. 21-10-2010]. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>
22. **Giganti, F., Esposito Ziello, M.** (2009): Contagious and spontaneous yawning in autistic and typically developing children, *Current Psychology letters*, Vol.25, No.1, [cit. 16-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://cpl.revues.org/index4810.html>>
23. **Giganti, F., Hayes, M., J., Akilesh, M., R., Salzarulo, P.** (2001): Yawning and Behavioral States in Premature Infants, *Developmental Psychobiology*, Vol.41, No.3, pp 289-296, [cit. 19-10-2010]. Dostupný z WWW: <<http://baillement.com>>
24. **Giganti, F., Hayes, M., J., Cioni, G., Salzarulo, P.** (2006): Yawning frequency and distribution in preterm and near term infants assessed throughout 24-h recordings, *Infant Behavior & Development*, Vol.30, pp 641-647, [cit. 19-10-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>

25. **Goren, J.L., Friedman, J.H.** (1998): Yawning as an aura for an L-Dopa induced "on" in Parkinson's disease, *Neurology*, Vol.50, p 823, [cit. 22-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://baillement.com/yawning-dopa.html>>
26. **Greco, M., Baenninger, R., Govern, J.** (1993): On the context of yawning: when, where and why?, *The Psychological Record*, Vol.43, [cit. 19-10-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.highbeam.com/doc/1G1-14082660.html>>
27. **Guggisberg, A.G., Mathis, J., Herrmann, U.S., Hess, Ch.W.** (2007): The functional relationship between yawning and vigilance, *Behavioural Brain Research*, Vol.179, pp 159-166, [cit. 20-10-2010]. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>
28. **Guggisberg, A.G., Mathis, J., Schindler, A., Hess, Ch.W.** (2010): Why do we yawn?, *Neuroscience and Biobehavioral reviews*, Vol.34, pp 1267-1276, [cit. 20-10-2010], Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>
29. **Hála, B.** (1975): Fonetika v teorii a v praxi, 1. vydání, Státní pedagogické nakladatelství, Praha
30. **Hála, B., Sovák, M.** (1955): Hlas, řeč, sluch, Nakladatelství české grafické unie, Praha
31. **Harr, A.L., Gilbert, V.R., Phillips, K.A.** (2008): Do dogs (*Canis familiaris*) show contagious yawning?, *Animal Cognition*, Vol.12, No.6, pp 833-837, [cit. 17-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.trinity.edu/kphilli1/files/Harr%20et%20al%202009.pdf>>
32. **Jacome, D.E.** (2001): Compulsive yawning as migraine premonitory symptom, *Cephalalgia*, Vol.21, pp 623-625, [cit. 23-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://baillement.com/jacome1.html>>
33. **Joly-Mascheroni, R.M., Senju, A., Shepherd, A.J.** (2008): Dogs catch human yawns, *Biological Letters*, Vol.4, pp 446-448, [cit. 17-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://journals.royalsociety.org>>

34. **Jones, D.** (2003): An Introductory Lesson with David Jones: A Resource for Voice Teachers and Singers, [audio CD]. Record Label: One Soul Studios, New York
35. **Krčmová, M.** (2007): Úvod do fonetiky a fonologie pro bohemisty, 2.vydání, Ostravská univerzita, Ostrava
36. **Moyaho, A., Valencia, J.** (2002): Grooming and yawning trace adjustment to unfamiliar environments in laboratory Sprague-dawley rats (*Rattus norvegicus*), *Journal of Comparative Psychology*, Vol.116, No.3, pp 263-269, [cit. 4-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.baillement.com>>
37. **Ondráčková, J.** (1964): Rentgenologický výzkum artikulace českých vokálů, 1. vydání, Nakladatelství československé akademie věd, Praha
38. **Palagi, E., Leone, A., Mancini, G., Ferrari, P.F.** (2009): Contagious yawning in gelada baboons as a possible expression of empathy, *PNAS*, Vol.106, No.46, pp 19262-19267, [cit. 8-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.pnas.org/content/106/46/19262.full>>
39. **Platek, S.M., Critton, S.R., Myers, T.E., Gallup Jr., G.G.** (2003): Contagious yawning: the role of self-awareness and mental state attribution, *Cognitive Brain Research*, Vol.17, pp 223-227, [cit. 16-11-2010]. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>
40. **Platek, S., M., Mohamed, F., B., Gallup, G., G., Jr.** (2004): Contagious yawning and the brain, *Cognitive Brain research*, Vol. 23, pp 448-452, [cit. 21-10-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.elsevier.com>>
41. **Postert, T., Pöhlau, D., Meves, S., Nastos, I., Przuntek, H.** (1995): Pathological yawning as a symptom of multiple sclerosis, *Journal of Neurology*, Vol.243, No.3, pp 300-301, [cit. 23-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.springerlink.com/content/ur62h315535v0824/>>

42. **Provine, R.R., Hamernik, H. B., Curchack, B., C.** (1987): Yawning: relation to sleeping and stretching in humans, *Ethology*, Vol. 76, No. 2, pp 152-160, [cit. 19-10-2010]. Dostupný z WWW: < <http://onlinelibrary.wiley.com>>
43. **Sauer, E.G.F., Sauer, E.M.** (1967): Yawning and other maintenance activities in the south africa ostrich, *The Auk*, Vol.84, pp 571- 587, [cit. 4-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.baillement.com>>
44. **Seki, Y., Nakatani, Y., Kita, I., Sato-Suzuki, I., Obuti, M., Arita, H.** (2002): Light induces cortical activation and yawning in rats, *Behaviour Brain research*, Vol.14, pp 65-73, [cit. 25-10-2010]. Dostupný z WWW: < www.elsevier.com/locate/bbr>
45. **Schino, G., Aureli, F.** (1989): Do men yawning more than women, *Ethology and Sociobiology*, Vol.10, pp 375-378, [cit.19-10-2010]. Dostupný z WWW: < <http://www.baillement.com>>
46. **Schürmann, M., Hesle, M.D., Stephan, K.E., Saarela, M., Zilles, K., Hari, R., Fink, G.R.** (2004): Yearning to yawn: neural basis of contagious yawning, *NeuroImage*, Vol. 24, pp1260-1264, [cit. 15-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>
47. **Senju, A., Maeda, M., Kikuchi, Y., Hasegawa, T., Tojo, Y., Osanai, H.** (2007): Absence of contagious yawning in children with autism spectrum disorder, *Biology Letters*, [cit. 16-11-2010]. Dostupný z WWW: <rspb.royalsocietypublishing.org>
48. **Singer, C.O., Humpich, M.C., Lanfermann, H., Neumann-Haefelin, T.** (2007): Yawning in acute anterior circulation stroke, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, Vol.78, pp 1253-1254, [cit. 23-11-2010]. Dostupný z WWW: <<http://baillement.com/dossier/stroke-singer.html>>

49. **Sinělnikov, R.D.**(1980): Atlas anatomie člověka, 1.díl, 3. přepracované a doplněné vydání, AVICEUM, zdravotnické nakladatelství, Praha, Nakladatelství MIR, Moskva
50. **Sinělnikov, R.D.** (1981): Atlas anatomie člověka, 2.díl, 3. přepracované a doplněné vydání, AVICEUM, zdravotnické nakladatelství, Praha, Nakladatelství MIR, Moskva
51. **Siqueira, L.de C.** (2009): Yawning and thermoregulation in budgerigars: lack of support from results, *Animal Behaviour*, Vol.78, pp e1-e2, [cit. 21-10-2010]. Dostupný z WWW: <www.sciencedirect.com>
52. **Soukup, J.** (1972): Hlas, zpěv, pěvecké umění, 2. vydání, Supraphon, Praha
53. **Vick, S.-J., Paukner, A.** (2009): Variation and context of yawns in captive chimpanzees, *American Journal of Primatology*, Vol.72, pp 262-269, [cit. 3-11-2010]. Dostupný z WWW:<<http://www.interscience.wiley.com>>
54. **Vokurka, M., Hugo, J., a kol.** (2005): Velký lékařský slovník, 5. vydání, nakladatelství Maxdorf, Praha
55. **Walusinski, O.** (2009): Yawning in diseases, *European Neurology*, Vol.62, pp 180-187, [cit. 22-11-2010]. Dostupný z WWW:
< <http://content.karger.com/produktedb/produkte.asp?typ=fulltext&file=000228262>>
56. **Walusinski, O.** (2006): Yawning: Unsuspected avenue for a better understanding of arousal and interoception, *Medical Hypotheses*, Vol.67, pp 6-14, [cit. 19-10-2010]. Dostupný z WWW: < <http://intl.elsevierhealth.com/journals/mehy>>
57. **Walusinski, O., Bertrand,L.,D.** (2004): Yawning: its cycles, its roles [cit. 18-10-2010], Dostupný z WWW: <<http://baillement.com/english/yawning.pdf>>

58. **Walusinski, O., Neau, J.-P., Bogousslavsky, J.** (2010): Hand up! Yawn and raise your arm, *International Journal of Stroke*, Vol.5, No.1, pp 21-27, [cit. 23-11-2010]. Dostupný z WWW: < http://baillement.com/recherche/pbo_english.html>

59. **Yoon, J., M.,D., Tennie, C.** (2010): Contagious yawning: a reflection of empathy, mimicry, or contagion?, *Animal Behaviour*, Vol.79, pp e1-e3, [cit. 16-11-2010].

Dostupný z WWW:

<http://www.eva.mpg.de/psycho/pdf/Publications_2010_PDF/Yoon_Tennie_2010.pdf>

60. **Zilli, I., Giganti, F., Salzarulo, P.** (2007): Yawning in morning and evening types, *Physiology & Behaviour*, Vol.91, pp 218-222, [cit. 19-10-2010]. Dostupný z WWW: <http://www.elsevier.com>>