

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Studijní program: Biomedicina

Studijní obor: Experimentální chirurgie



UNIVERZITA KARLOVA
1. lékařská fakulta

Maksim Yurchenko

Vliv sklonu okluzní roviny na funkční stav orofaciální oblasti

Influence of the occlusal plane inclination on the functional condition
of the orofacial region

Disertační práce

Školitel:

doc. MUDr. Hana Hubálková, PhD.

Praha, 2020

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

Maksim Yurchenko

Identifikační záznam:

YURCHENKO, Maksim. *Vliv sklonu okluzní roviny na funkční stav orofaciální oblasti. [Influence of the occlusal plane inclination on the functional state of the orofacial region]*. Praha, 2020. Disertační práce (Ph.D.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta. Školitel doc. MUDr. Hana Hubálková, PhD.

Poděkování

Rád bych v první řadě poděkoval prof. MUDr. Jiřímu Mazánkovi, DrSc., který mi v období 2010-2017 umožnil výzkum a spolupráci s významnými odborníky na klinikách a ústavech 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Děkuji prof. MUDr. et MUDr. René Foltánovi, Ph.D., FEBOMFS za vstřícnost při zpracování disertační práce. Velké poděkování, uznání a vděčnost patří mé školitelce doc. MUDr. Haně Hubákové, Ph.D. za soustavné vedení, podporu a metodickou pomoc při koncipování celé mé práce. Zvláštním díkem jsem zavázán prof. MUDr. Jaroslavu Rackovi, DrSc. za vstřícnost a velmi cenné připomínky ke zpracování výzkumných dat. Dále bych chtěl poděkovat MUDr. Ivovi Klepáčkovi, CSc. za odborné konzultace a grafické zpracování anatomických struktur ve vztahu k tématu disertační práce a RNDr. Alexovi Vinšů za pomoc při statistickém zpracování výsledků výzkumu.

Děkuji své rodině za pochopení a podporu, kterou mi v průběhu studia poskytla.

Maksim Yurchenko

Anotace

Cílem představené doktorské disertační práce je zhodnocení vlivu různých stupňů odchylek individuální okluzní roviny na funkční stav orofaciální oblasti.

Měření inklinace okluzní roviny se provádělo ve frontální a sagitální projekci. Hodnotil se vliv inklinace na funkční stav orofaciální oblasti z hlediska změn svalového tonu a stavu temporomandibulárního kloubu. Jako základní diagnostické metody byla použita telereöntgenografie, analýza sádrových modelů, nepřímá myografie žvýkacích svalů (vč. hodnocení synchronity a synergie jejich aktivity), registrace dráhy pohybu dolní čelisti pomocí počítačové kineziografie a vibrometrie temporomandibulárního kloubu. Následně byla provedena počítačová analýza výsledků a statistické vyhodnocení získaných dat včetně směrodatné odchylky měření.

Klinická část disertační práce byla provedena na pracovišti Stomatologické kliniky VFN a 1.LF UK v Praze.

OBSAH

1. Úvod	7
2. Současný stav problematiky	9
2.1. Zuby a čelisti	9
2.2. Svaly	12
2.3. Temporomandibulární kloub	17
2.4. Okluzní rovina a cephalometrie	19
2.5. Vztah některých druhů patologie maxilofaciální oblasti s dalšími orgány a funkcemi organismu	29
3. Cíle	31
4. Soubory a metodika	33
4.1.1. Klinické vyšetření pacientů experimentálního souboru	34
4.1.2. Klinické vyšetření kontrolního souboru	34
4.2.1. Rentgenologické vyšetření pacientů experimentálního souboru	34
4.2.2. Rentgenologické vyšetření kontrolního souboru	36
4.3.1. Kineziografie u pacientů experimentálního souboru	36
4.3.2. Kineziografie v kontrolním souboru	38
4.4.1. Vibrometrické vyšetření pacientů experimentálního souboru	38
4.4.2. Vibrometrické vyšetření kontrolního souboru	41
4.5.1. Myografické vyšetření pacientů experimentálního souboru	41
4.5.2. Myografické vyšetření kontrolního souboru	44
4.6. Vyhodnocení dat a statistická analýza	44
5. Výsledky	45
5.1. Výsledky klinického vyšetření obou skupin	45
5.1.1. Dotazník	45
5.1.2. Formulář klinického vyšetření	46
5.2. Výsledky rentgenologického vyšetření obou skupin	47
5.3. Výsledky kineziografického vyšetření obou skupin	57
5.4. Výsledky vibrometrického vyšetření obou skupin	60
5.4.1. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny v sagitální projekci	61
5.4.2. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci z hlediska stupně asymetrie	63

5.4.3. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci z hlediska směru asymetrie	65
5.5. Výsledky myografického vyšetření obou skupin	68
5.5.1. Klidová myografie ve vztahu ke sklonu okluzní roviny ve frontální projekci	68
5.5.2. Zátěžová myografie ve vztahu ke sklonu okluzní roviny ve frontální projekci	72
5.5.3. Klidová myografie ve vztahu ke sklonu okluzní roviny v sagitální projekci	75
5.5.4. Zátěžová myografie ve vztahu ke sklonu okluzní roviny v sagitální projekci	78
6. Diskuze	82
6.1. Klinické vyšetření	82
6.2. Rentgenologické vyšetření	86
6.2.1. Sagitální telerentgenografie	86
6.2.2. Frontální telerentgenografie	87
6.3. Kineziografické vyšetření	88
6.4. Vibrometrické vyšetření	89
6.4.1. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny v sagitální projekci	89
6.4.2. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci	90
6.4.3. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci z hlediska směru asymetrie	90
6.5. Myografické vyšetření	91
7. Závěr	93
8. Souhrn	95
9. Seznam literatury	97
10. Seznam publikací doktoranda	107
11. Prezentace na kongresech a sympoziích	108
12. Seznam obrázků	109
13. Seznam tabulek	111
14. Seznam použitých zkratk	113

1. Úvod

Fungování maxillofaciálního komplexu jako jednotného celku je důležitou podmínkou plnění celé řady funkcí, spojených s touto oblastí lidského organismu. Obor zubního lékařství je někdy vnímán ohraničeně a dle rozšířeného názoru je zaměřen jen na zachování nebo obnovení chrupu. Bezesporu, díky širokému využití moderních technologií a neustálému vývoji dosáhla stomatologie v tomto směru značných, občas překvapivých, úspěchů. Zároveň aplikace posledních poznatků vědy a techniky umožnila lépe pochopit vzájemný vliv řady funkcí a anatomických struktur. Propojení různých, zdánlivě nezávislých, oborů medicíny se promítlo i v terminologii. V literatuře se poměrně často můžeme setkat s pojmy „integrative medicine“, „integrative dentistry“, „neuromuscular dentistry“ (Motoyoshi a kol. 2003) Neuromuskulární stomatologie, jejíž základy byly zformulovány v 60. letech XX. století doktorem Bernardem Jankelsonem (Sevastano 2017), získává tak nový impuls a uznání u odborné veřejnosti. V současné době výuka neuromuskulární stomatologie je zařazena do výukových sylabů řady prestižních univerzit (University of Toronto, Università degli Studi di Milano, Tokyo Dental University, Seoul National University, University of Bristol, University of Washington a mnoha dalších). Její vznik znamenal určitou změnu paradigmatu a začátek nové éry stomatologie (Carlson 2007).

Praktický zubní lékař se setkává s širokou paletou různých symptomů, přispívajících ke stanovení správné diagnózy. Nejčastěji je to více či méně výrazná bolest, která se obvykle stává důvodem návštěvy stomatologa v případě, jestli je lokalizována v oblasti zubů a dásní. Jak se ale ukazuje, bolesti v oblasti krku (Ballenberger a kol. 2018), zad, obličejové bolesti (Ballenberger a kol. 2018) a migréna (Meyer a kol. 2014; Motoyoshi a kol. 2003; Motoyoshi a kol. 2002) také můžou být spojeny se stomatologickou problematikou. Při aplikaci širšího pohledu na řadu onemocnění, stomatolog již není pouze „zubař“, ale spíše „všeobecný lékař orofaciální oblasti“.

Od devadesátých let minulého století se čím dál častěji objevují výzkumné práce (Ferrario a kol. 1996, Hanke a kol. 2007), prokazující spojení okluze s mnoha dalšími orgány a funkcemi organismu. Okluze má vliv na rovnováhu a držení těla při pohybu, stabilizaci zraku a plnění úkolů, vyžadujících vysokou koncentraci (Gangloff a kol. 2000; Tardieu a kol. 2009).

Pochopení vzájemných souvislostí umožnilo použití sofistikovaných způsobů vyšetření, které patří do neuromuskulárního odvětví stomatologie od momentu jeho vzniku. Rentgenografie, kineziografie, vibrometrie, elektromyografie přináší obrovské množství diagnostických dat a pohled na dutinu ústní v kontextu orofaciální oblasti a organismu jako celku. Výhodami biometrických testů jsou: přesnost poskytovaných informací, jednoduchost jejich ukládání, analýzy a porovnání (Becker 2008). Paradoxně, právě tyto výhody se stávají i příčinou tak malého využití možností neuromuskulární

stomatologie v praxi. Pokrokové metody vyšetření pacienta znamenají z hlediska praktického zubního lékaře značné investice a časovou náročnost. Co se týče celkového pohledu, u stomatologů se mnohaletými zkušenostmi ve svém oboru často chybějí znalosti o morfologii a fyziologii celého organismu. Mnoha stomatologům, zvyklým na konvenční zjednodušený postup při zhotovení výplně, můstku, snímatelné náhrady apod., podobný přístup často připadá jako příliš náročný. Nicméně, právě biometrie je v současné době základem stanovení správné diagnózy (Becker 2008).

Komplexní pohled na stomatologickou problematiku propojuje stomatologii s celou řadou dalších odvětví medicíny, vč. osteopatie (Magoun 1966). Právě z pohledu osteopatie lze vysvětlit vliv polohy horní a dolní čelisti na kosti lebky a krční páteře (Magoun 1966).

Klíčem k propojení maxilofaciální oblasti a mnoha dalších částí těla je okluze, jednou z jejíž základních charakteristik je okluzní rovina (Chan 2004; Chan 2007). Třídídimenzionální poloha okluzní roviny, forma a případné deformace mají velký vliv na jiné anatomické struktury prostřednictvím systému složitých neuromuskulárních reakcí (Nebbe a kol. 1997; Nebbe a kol. 1998; Nebbe a kol. 1999). Nejruznější deformace a změny inklinace okluzní roviny vyvolávají přerodělení a přesměrování žvýkacích sil v okolních anatomických strukturách, asymetrii *conus dentalis*, což se následně projevuje ve změně napětí jednotlivých svalů. Uplatňuje se tady mimo jiného ortogonální koncepce, která platí pro biologické i neživé objekty. Podle ortogonální koncepce, je odolnost vůči jakémukoliv zatížení největší, je-li osa odolnosti pilíře rovnoběžná s osou působící síly. Disbalance žvýkacích svalů se může následně rozšířit na krční svalstvo a dále níž, v některých případech až do dolních končetin. Velmi rozmanité a nespecifické symptomy komplikují stanovení správné diagnózy. Takoví pacienti zpravidla putují od jednoho lékaře ke druhému a zřídka kdy dostanou odpovídající péči.

V současné době pod pojmem „okluze“ se rozumí nejen interkuspídní kontakt zubů. Okluzi je třeba brát jako dynamický funkční systém, který zahrnuje kosti lebky, dolní čelist, zuby, krční páteř, svaly a temporomandibulární kloub (Ceneviz a kol. 2006). Znamená to, že kontakt mezi antagonisty je jenom jedním z komponentů okluze. Když vezmeme tuto koncepci okluze jako výchozí bod, je jasné, že stav a funkce každého článku systému jsou ovlivněny stavem a funkcí ostatních. V rámci nového paradigmatu práce „všeobecného lékaře orofaciální oblasti“ má mnohem větší význam než při tradičním pohledu. Je nesmírně důležité, aby při jakémkoliv protetickém ošetření byly dodržovány zásady neuromuskulární stomatologie. Optimalizace okluze a stavu svalů by tedy měla být důležitou součástí léčby každého pacienta s bolestmi krční a maxilofaciální oblasti. Bohužel bývá stomatologická složka léčby takových pacientů zanedbávána vzhledem k jednostrannému pohledu na neurologické a posturální problémy. K tomu přispívá i nedostatečná úroveň informovanosti samotných stomatologů. Naproti tomu přesvědčivé důkazy o prospěšnosti normalizace stavu stomatognátního systému přináší řada výzkumů (Moon a kol. 2011).

Poznatky neuromuskulární stomatologie znamenají pro praktického zubního lékaře řešení možná nejpodstatnějšího problému, s nímž se stomatologové setkávají při řešení komplikovaných případů, tedy nepředvídatelnosti výsledků. Spolehlivé, estetické a dlouhodobě funkční výplně a protetické rekonstrukce by měly být založeny na vyváženosti okluze zubů, kloubů a svalů. Mezioborová spolupráce navíc přispívá prevenci celé řady „nestomatologických“ onemocnění, a dokonce je pomáhá i úspěšně léčit.

Vzájemné vztahy různých částí maxillofaciálního systému mohou být narušeny vrozenými nebo získanými vadami, zvyky (stravovací návyky, zlozvyky, parafunkce), úrazy, předchozí léčbou (stomatologická protetika, výplně, ortodontická léčba) apod. Problémem zůstává nedostatek informací o konkrétním vzájemném vlivu různých článků okluze. Praktický zubní lékař, který provádí protetické ošetření pacienta, měl by mít jasnou představu, jak rekonstrukce okluzní roviny ovlivní strukturu kosti, stav svalů a také morfologii a funkci temporomandibulárních kloubů.

2. Současný stav problematiky

Pojetí maxilofaciální oblasti jako složitého, celistvého a multifunkčního systému patří k základům moderní stomatologie a je založeno na bezpočtu výzkumů v oblasti anatomie, fyziologie, biofyziky, embryologie apod. Na druhou stranu, jde jen těžko odporovat faktu, že nejsou dosud objeveny veškeré zákonitosti a souvislosti fungování tohoto komplexu orgánů.

2.1. Zuby a čelisti

Dle moderní koncepce k tzv. pilířům okluze patří čtyři na sobě závislé pilíře: zuby, čelisti, žvýkací svaly a temporomandibulární kloub (Carlsson 2007).

James E. Carlsson formuloval ve své knize „Fyziologická okluze“ 4 základní principy okluze, nutné pro harmonii orofaciální oblasti:

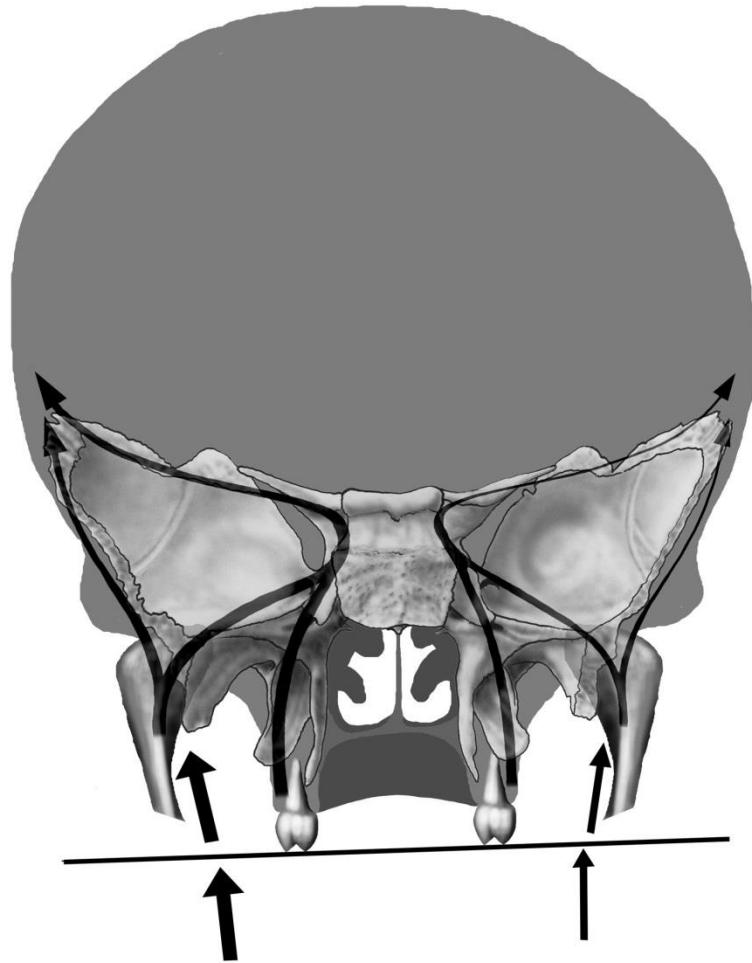
1. Všechny okluzní síly mají vznikat současně v každém bodu kontaktu.
2. Všechny okluzní síly mají být přibližně stejně veliké.
3. Okluzní síly mají být symetricky rozloženy na obou stranách chrupu.
4. Okluzní vektor každého zubu musí být paralelní k jeho ose.

Horní čelist lze považovat za základ okluze a celé maxilofaciální oblasti (Smith 2007). Při vývoji a růstu organismu právě maxilla určuje mezičelistní vztah a řadu dalších parametrů – tvar dolní čelisti

a dolního zubního oblouku, sklon okluzní roviny. V průběhu utváření viscerokrania, jeho napojováním na neurokranium a změnou tvaru rostoucí horní čelisti v návaznosti na změny tvaru a růstu čelisti dolní vzniká mezičelistní vztah, který je dále upravován prořezáváním zubů do zubních oblouků. Tento vztah lze částečně vyjádřit přes inklinaci mezi rovinou okluzy a dalšími referenčními rovinami hlavy. Aby se však přenos žvýkacího tlaku co nejvíce rozložil do kostry lebky, mají okluzní síly působit tak, podle ortogonální koncepce, aby vektor tlaku byl kolmý k okluzní rovině v každém lokálním úseku chrupu. Sbíhající se osy všech zubů se dohromady promítají do myšleného kuželu tzv. „dentální kónus“, ve kterém osa každého jednotlivého zubu směřuje k „centrálnímu bodu“ obvykle umístovanému do oblasti glabely (glabela se nachází o asi 10 cm výše než okluzní rovina, v místě protnutí transversální a sagitální roviny maxilofaciálního komplexu). Vzhledem ke zvláštnímu uspořádání kostních struktur lebky okluzní síly působí na basis cranii a jejich vektory se protínají v oblasti synchrondrosis sphenobasilaris. Změna polohy okluzní roviny přímo souvisí se změnou původního tvaru conus dentalis. To se projeví změnou hlavního vektoru okluzních sil. (Yurchenko a kol. 2014)

Pevné spojení kraniálních kostí a obratlů s dura mater cerebri se některými autory považuje za jednu z podmínek, nezbytných pro fyziologickou cirkulaci likvoru – cerebrospinal fluid (CSF) (Carlsson 2007, Magoun 1966, Sills 1947). Cirkulace likvoru může být ovlivňována i tam, kde dura mater s kostním podkladem není přímo spojena a kde jsou i kosti lebky spojeny pružně (synchrondrosy). Tzv. mobilita kostí lebky, je předmětem mnoha výzkumů již po více než 100 let (Carlsson 2007, Magoun 1966; Nelson a kol. 2006). Zakladatel kraniosakrální teorie, William Sutherland, zjistil, že jednotlivé lebeční kosti nejsou spojeny navzájem tak pevně, jak se tvrdilo, a objevil, že jejich posun lze pravidelně sledovat v souvislosti s nárazy pulzujícího likvoru (Carlsson 2007). Sutherland však tuto mobilitu posuzoval v návaznosti na dýchací děje (inspirace a expirace). Dnes víme, že jednotlivé kosti lebky se vzájemně posouvají i v důsledku opakovaného působení tzv. cyklických sil při žvýkání, polykání a řeči (Carlsson 2007; Smith 2007). Tyto nepatrné pohyby v oblasti kostních švů lebky jsou součástí tzv. kraniosakrálního mechanismu (systém zahrnující meningeální membrány, kostní a vazivové struktury s nimi spojené, mozkomíšní mok a struktury podílející na jeho tvorbě a rozpuštění). V rámci moderní koncepci CSF je posuzován jako jedna ze složek systému přerozdělení tlaku a napětí.

Okluzní síly jsou ze všech sil působících na kostní struktury hlavy největší – až stovky newtonů na centimetr čtvereční. Proto forma, sklon a poloha okluzní roviny mají významnou roli v určování vektoru působení okluzních sil, které se přenášejí na lebku. Při zmíněné deformaci dentálního kónu jsou okluzní síly předávány přes kostní struktury jinak, což vyvolává disbalance a posun silového centra lebeční báze. Trvalá asymetrie rozložení tlaku je schopna postupně vyvolat deformaci lebky, napětí a „zkroucení“ dura mater (Smith 2007) (Obr. 1).

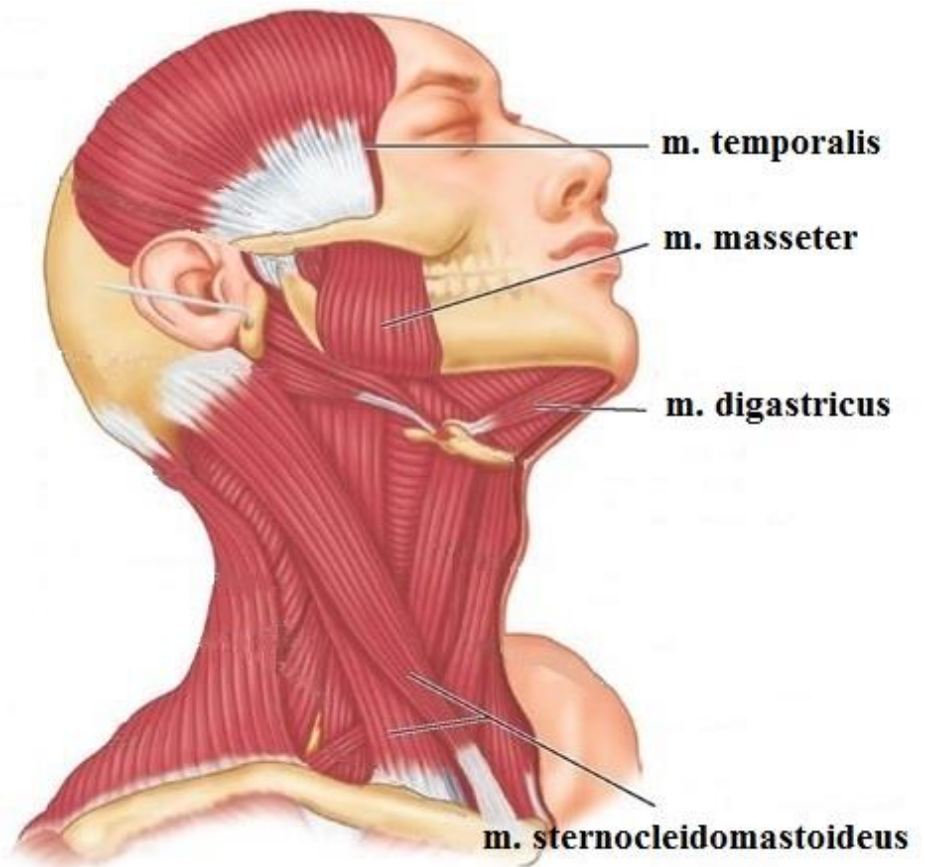


Obr. 1. Asymetrické rozložení žvýkacího tlaku v lebce (Ivo Klepáček, upraveno dle James E. Carlson)

2.2. Svaly

Svaly jsou nesmírně důležitou součástí maxilofaciální oblasti a hrají velkou roli ve vývoji obličejového skeletu a při nejrůznějších kompenzatorních reakcích (Obr. 2) (Clark 1976; Lodetti 2012). Stávají se občas i hlavní složkou patologického řetězu, který vzniká při okluzní disbalanci (Adhikari a kol. 2011; Tecco a kol. 2008; Valášek a kol. 2013). Okluzní disbalance, například předčasný kontakt, jsou schopné podstatně ovlivnit stav a funkci žvýkacích svalů (Li a kol. 2008; Adhikari a kol. 2011; Funakoshi a kol. 1976). Odchytky sklonu okluzní roviny a na ně navazující změny v napětí jednotlivých zúčastněných svalů nebo svalových skupin jsou dále komplikovány dalšími patologickými procesy: bolesti a zakřivení krční páteře, bolesti hlavy a krčních svalů, snížením schopnosti držet rovnováhu a vykonávat úkoly vyžadující zvýšenou koncentraci a preciznost (Ferrario a kol. 2004; Gangloff a kol. 2000; Karppinen a kol. 1999; Kibana a kol. 2002). Mnoha výzkumy byl prokázán negativní vliv náhlé a dlouhotrvající změny polohy okluzní roviny proti poloze původní. Tento vliv se mimo jiné projeví v oblasti krční páteře, postižením m. sternocleidomastoideus a m. trapezius, které se podílejí na udržování a změnách polohy hlavy (Ceneviz a kol. 2006; Kibana a kol. 2002; Shimazaki a kol. 2003). M. sternocleidomastoideus se účastní při otevírání a zavírání úst, bočních pohybech dolní čelisti, její protruzi a retruzi (Davies 1979; Yamabe a kol. 1999). Změna postavení hlavy a deformace krční páteře často doprovázejí jednostranné laterální defekty chrupu. Dle experimentálních údajů posturální změny můžou doprovázet i chronické jednostranné přepětí m. sternocleidomastoideus na straně krku opačné k místu defektu (Kibana a kol. 2002). Elektromyografická vyšetření potvrzují přímou souvislost mezi zvýšeným napětím m. sternocleidomastoideus na straně, kde je chrup postižen a vybočením krční páteře na stranu se zachovalým chrupem (Kibana a kol. 2002). Také je prokázán vliv svalů na udržení správné klidové polohy dolní čelisti (Miles a kol. 2004; Miles 2007).

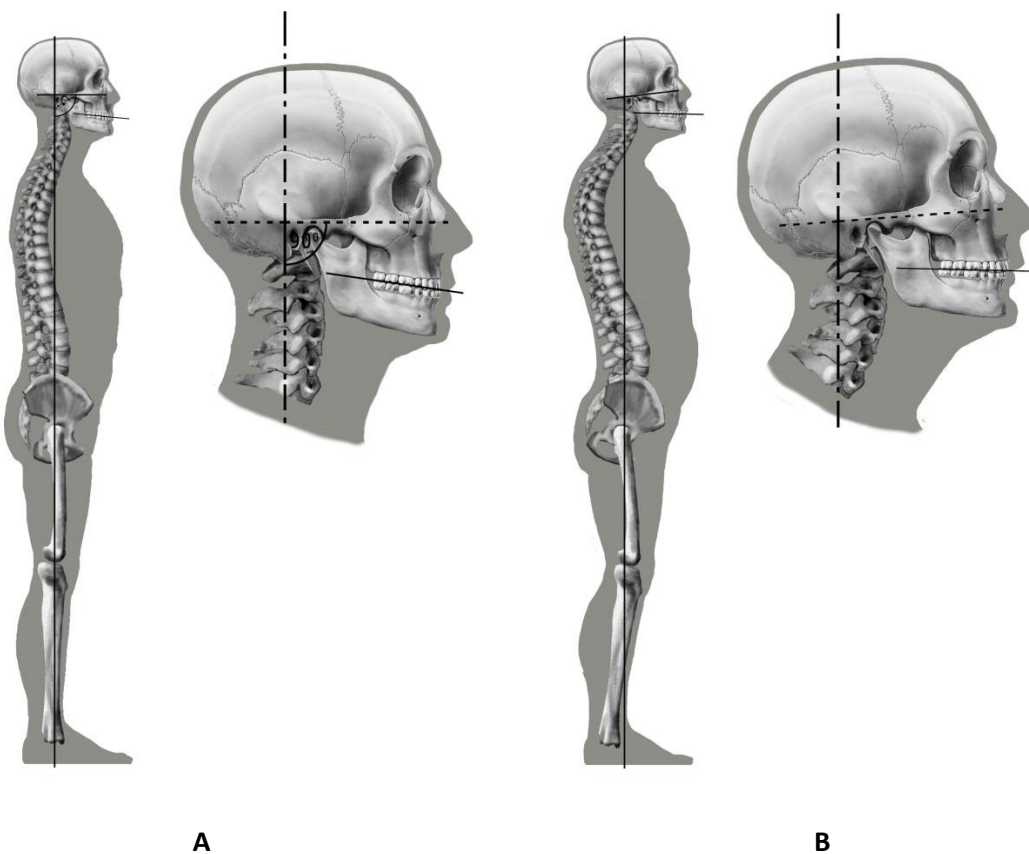
V současné době spojení patologie žvýkacích svalů s dysfunkcemi TMK se považuje za prokázané (Iwasaki 2015; Ferreira a kol. 2014; Mendoza-García 2018; Rodrigues 2015). Svalové dysfunkce lze nalézt v 82-90% případů onemocnění TMK (Chan 2008).



Obr. 2. Žvýkácí a krční svaly (upraveno dle Pearson Benjamin Cummings)

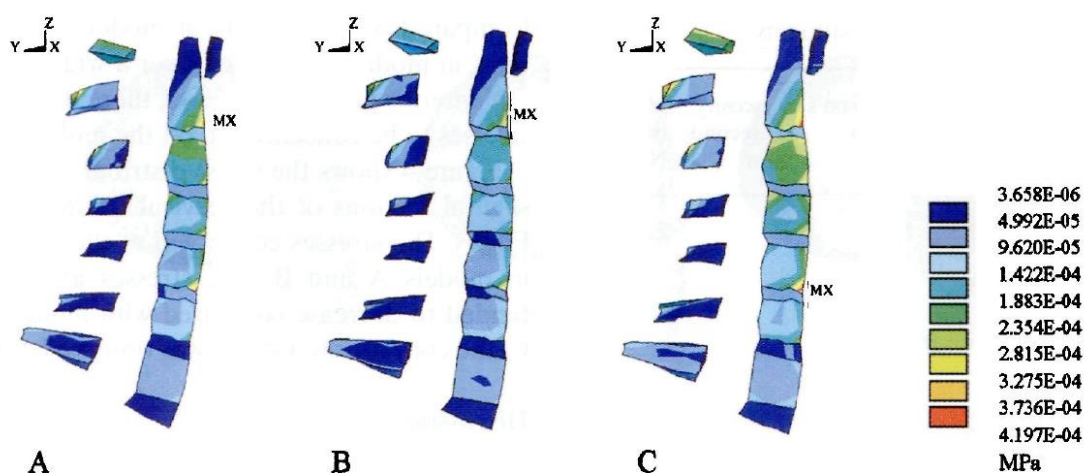
Shimazaki et al. (Shimazaki a kol. 2003) studovali vzájemný vliv svalů, sklonu okluzní roviny a změn v páteři. Pomocí speciálního softwaru modelovali a následně analyzovali napětí v kostních strukturách lebky a páteře při různém uspořádání žvýkacího systému, a to jak při laterálním sklonu okluzní roviny bez účasti svalů, tak i spolu s jednostrannou převahou žvýkacích svalů. Při asymetrii okluzní roviny pozorujeme při pohledu zepředu nejdříve hypertonii žvýkacích svalů na té straně, kde se roviny rozbíhají. Rozložení žvýkacího tlaku je nerovnoměrné s převahou na divergenční straně a hovoříme v tomto případě především o kompenzatorním přerozdělení svalového napětí m. temporalis. Ukázalo se také, že chronicky zvýšený tonus svalů na pravé straně dokáže během poměrně krátké doby vyvolat zakřivení krční páteře doleva a naopak (Motoyoshi a kol. 2003; Motoyoshi a kol. 2002; Shimazaki a kol. 2003). V ústní dutině pak nalézáme nesymetrické klínovité defekty, parodontální choboty, patologické abraze a odlamování skloviny na straně, kde se roviny sbíhají (Carlsson 2007). Pozorujeme tedy následky nerovnováhy a destruktivního charakteru vznikajících okluzních sil.

Sagitální odchylky sklonu okluzní roviny pak souvisí s držením těla a polohou hlavy v předozadním směru, protože se kompenzatorní reakce zúčastňují flexory a extenzory hlavy (Sonnensen 2007). Jako příklad je možné uvést pacienta s ústním dýcháním. Chronické ústní dýchání v době růstu organismu lze totiž považovat za výchozí bod určitého patogenetického řetězce (Chan 2007). Nedostatek tlaku jazyka na patro vede k utváření „gotického patra“, zubní oblouk horní čelisti zůstává úzký a mandibula je posunuta vzad. Postižené osoby mají hypertonii přední skupiny krčních svalů, tím je hlava skláněna dopředu a dalším následkem pak je i hypertonie jejich antagonistů (extenzorů) (Chan 2007). Nalézáme distookluzi (Angleova II. třída) a zvláštní přední postavení hlavy s extenzí v atlantookcipitálním kloubu. (Obr. 3). Informovanému lékaři může podobný nálezní při vstupní prohlídce často usnadnit diagnostiku, jelikož jde o nejčastější posturální dysfunkci související s okluzí.



Obr. 3. Vzájemné propojení polohy hlavy, páteře a nohou. Postava zdravého člověka (A) a její patologické změny(B) (Ivo Klepáček, upraveno dle James E. Carlson)

Způsob rozložení sil v krční páteři je bezesporu důležitým faktorem vzniku posturálních dysfunkcí. Při počítačovém modelování různých stupňů sagitálních odchylek okluzní roviny je patrný vliv podobných anatomických variant na rozložení napětí v krční páteři, což je výsledkem určité svalové adaptace. Porovnání tří variant (normální, strmé a ploché okluzní roviny) ukázalo, že konfigurace zón napětí v obratlích C1-C7 se značně liší (Obr. 4). V případě fyziologického sklonu okluzní roviny jsou obratle C1-C7 zatíženy rovnoměrně, při strmějším sklonu (inklinace vyšší o 10°) se napětí zvyšuje v horní části krční páteře, zatímco plochá okluzní rovina (inklinace nižší o 10°) přispívá ke koncentraci sil v oblasti C5-C7 (Motoyoshi a kol. 2003; Motoyoshi a kol. 2002).



Obr. 4. Zatížení krčních obratlí v závislosti na stupni sagitálního sklonu okluzní roviny. A – normální sagitální inklinace okluzní roviny, B – vyšší inklinace, C – nízká inklinace. (M. Motoyoshi et al.)

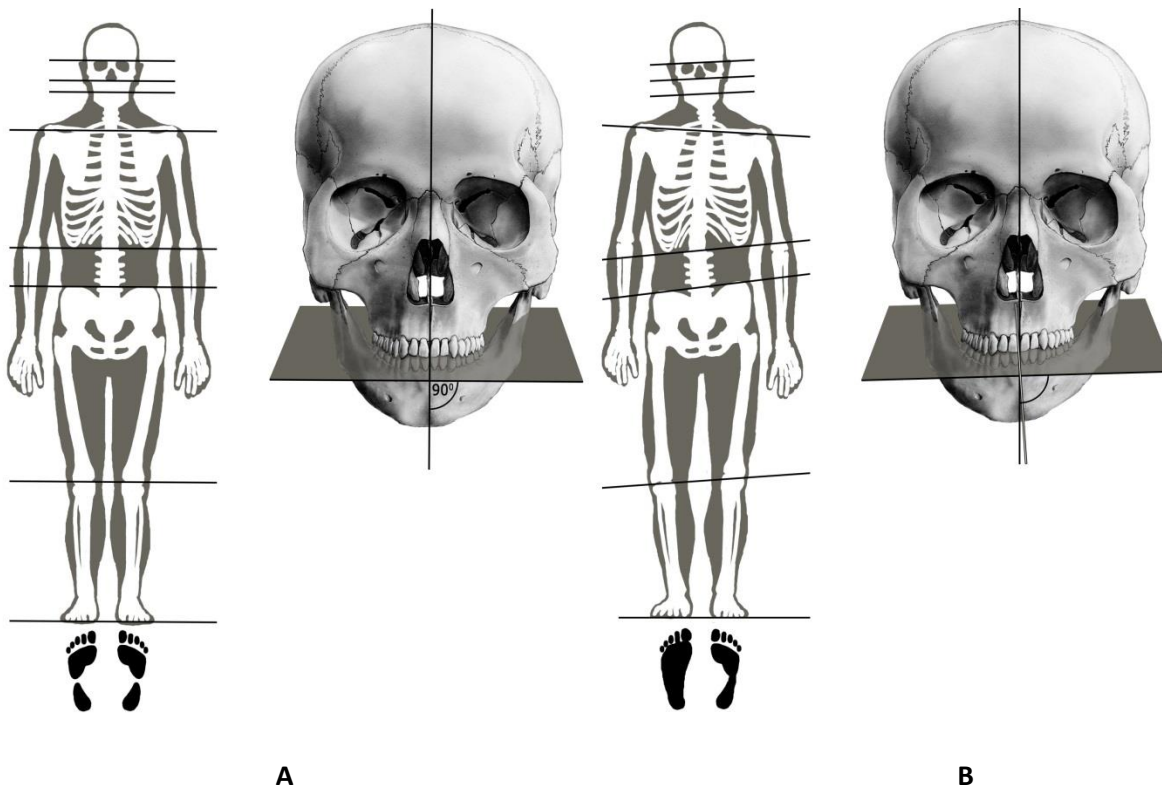
Existuje celá řada studií, prokazující vliv „shora dolu“ (od orofaciální oblasti, resp. okluze, k pohybovému aparátu a dalším orgánům). Změny polohy dolní čelisti různého původu (okluzního, svalového nebo kloubního) mohou mít vliv nejenom na tonus krčních svalů a držení hlavy (Ceneviz a kol. 2006; Clark 1976; Motoyoshi a kol. 2003; Motoyoshi a kol. 2002; Chan 2007). Dle řady autorů poloha dolní čelisti přes žvýkáci a krční svaly může také ovlivňovat svalovou rovnováhu celého těla a tonus mnoha svalů – horních končetin, zad a dolních končetin (Ferrario a kol. 1996; Gangloff a kol. 2000; Zepa 2003).

Funguje to i opačným směrem – změny ve svalové rovnováze těla jsou schopné vyvolat změny polohy dolní čelisti (Ferrario a kol. 1996) a dokonce i morfologie obličeje (Motoyoshi 2003).

Moderní metody vyšetření umožňují prozkoumat funkční návaznost orofaciální oblasti na děje v relativně vzdálených částech organismu. V současnosti je známo, že otevírání úst je vždy provázeno pohybem v krční, torakální a lumbální části páteře. O podobném vztahu svědčí i výzkum, provedený T. Uenem, ukazující na přímou souvislost síly svírání čelistí a výkonu m. biceps brachi (Ueno 1995). Miles et al. ve svých publikacích poukazuje na pohyby dolní čelisti, které vždy doprovázejí chůzi, běh a další aktivity (Miles a kol. 2004; Miles 2007).

Významnou roli z hlediska neuromuskulární stomatologie hraje tlak jazyka při polykání. Přestože jazyk nevyvíjí sílu srovnatelnou s okluzní, jeho vliv na kraniální struktury je významný. Realizuje se jednak při vývoji maxilly a horního zubního oblouku během růstu organismu, jednak prostřednictvím častého a pravidelného vytváření tlaku na patro při polykání. Každý ze zmíněných mechanismů má nepodcenitelný vliv na vytvoření a udržování kraniální, orofaciální a posturální rovnováhy. Při polykání se síla přenáší na basis cranii především prostřednictvím radličné kosti, která je připojena ke kosti patrové a klínové. Rytmičtý tlak udržuje určitou ohebnost a pružnost synchondrosis sphenobasilaris, což v důsledku pomáhá stimulovat cirkulaci liquoru. Dýchání ústy a vkládání jazyka mezi zuby při „infantilním“ typu polykání je častou příčinou nedostatečného tlaku jazyku na patro. Správné diagnostice ústního dýchání napomáhá v tomto případě nález deformace patra (tzv. gotické patro) a tzv. schůdku v oblasti dolních premolárů. (Carlsson 2007; Chan 2004; Yurchenko a kol. 2014)

Carlsson ve své knize „Fyziologická okluze“ poukazuje na propojení různých částí těla přes svaly a deformaci mnoha dalších anatomických struktur v důsledku asymetrie okluzní roviny (Obr. 5) (Carlsson 2007).



Obr. 5. Paralelita a dysparalelita základních rovin v těle člověka. Postava zdravého člověka (A) a její patologické změny (B). (Ivo Klepáček, upraveno dle James E. Carlson).

2.3. Temporomandibulární kloub

Kloubní spojení mezi os temporale a os mandibulare (Obr. 6) je unikátním kloubem z mnoha důvodů. V. Machoň uvádí 4 jeho vlastnosti, kvůli nimž se ten kloub liší od ostatních (Machoň 2008):

1. Schopnost temporomandibulárního kloubu vykonávat 2 druhy pohybu – otáčivý (rotační) a posuvný (translační).
2. Tento kloub je párový, obě kloubní hlavičky se nacházejí na dolní čelisti.
3. Kloubní disk dělí kloubní prostor na 2 části, které jsou navzájem izolovány. Vznikají tak horní a dolní kloubní štěrbiny.
4. Temporomandibulární kloub patří k nejvytíženějším kloubům lidského těla.

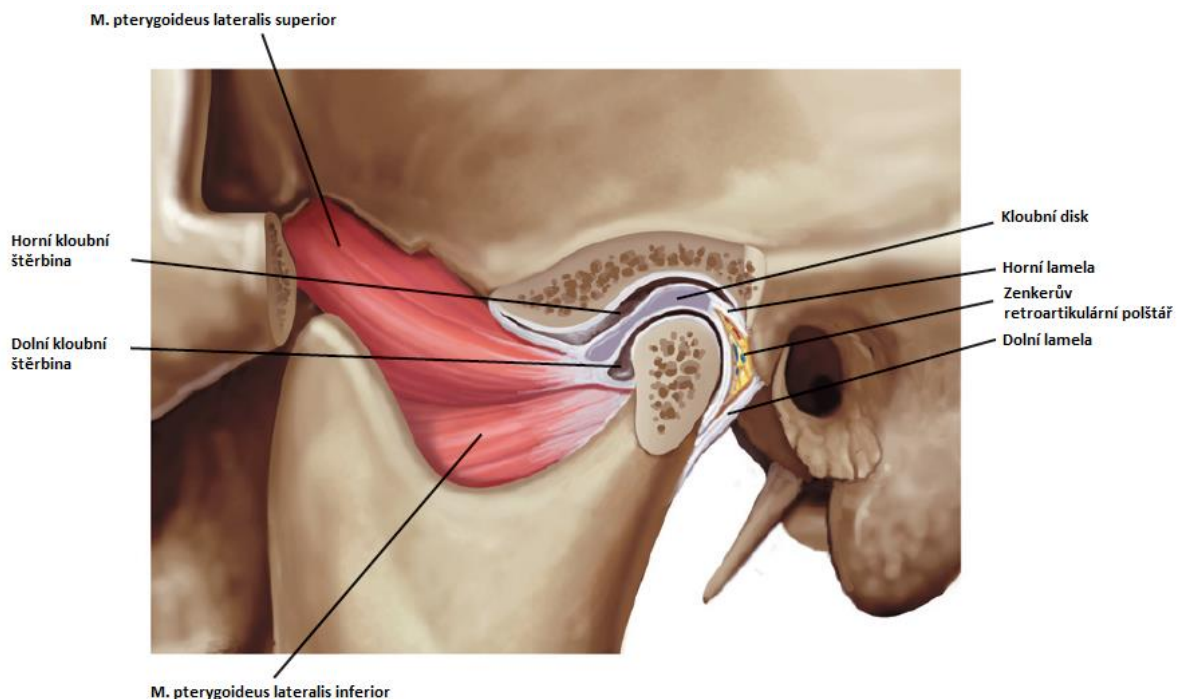
Horní a dolní „patra“ temporomandibulárního kloubu tvoří diskotemporální a diskokondylární komplexy. V diskotemporálním komplexu se odehrává translační pohyb a v diskokondylárním – rotační. Většinou pohyb dolní čelisti je výsledkem kombinace translace a rotace kloubní hlavičky a může být několika druhů (Zemen 1999):

1. Pohyb ve vertikálním směru – deprese (abdukce) a elevace (addukce)
2. Pohyb v předozadním (sagitálním) směru – protruze a retruze.
3. Laterální (transverzální) pohyb – exkurze do stran.

Pohyb na jedné straně je vždy doprovázen pohybem na straně druhé. Složitá biomechanika kloubu se projevuje mimo jiného tím, že rotační a translační pohyby se často kombinují. Těsná spojitost pravého a levého kloubu se projevuje i při vzniku patologie: případná dysfunkce na jedné straně se projevuje i na druhostranném kloubu.

Suvinen ve svém článku uvádí, že 7% populace má pokročilou formu onemocnění temporomandibulárního kloubu, vyžadující léčbu. Podle Mendoza-García (Medoza-García a kol. 2018) se onemocnění TMK vyskytuje u 50% populace.

Podle některých autorů, při MRT screeningu lze nalézt dislokaci disku temporomandibulárního kloubu u 33% klinicky zdravých dobrovolníků. S dislokací disku se častěji setkáme u žen, než u mužů (Byun a kol. 2005).



Obr. 6. Temporomandibulární kloub (uraveno dle F. Netter)

2.4. Okluzní rovina a cephalometrie

XX. století se stalo dobou objevů a obrovského pokroku vědy, což umožnilo hlubší pochopení fungování různých anatomických struktur a fyziologických procesů.

Jedním z mezníků technologického vývoje byl vynález rentgenologického vyšetření a jeho široké zapojení do praxe, což přineslo značný posun v oblasti cephalometrie. Od roku 1922, kdy Pacini a Carrera zhotovili první rentgenové snímky lebky v sagitální projekci (Rakosi 1982), byla stanovena celá řada referenčních bodů a rovin, prováděla se měření úhlů a vzdáleností mezi nimi. Vývoj počítačových technologií na konci XX. století zaznamenal další skok v cephalometrii díky využití speciálního softwaru a počítačové tomografie.

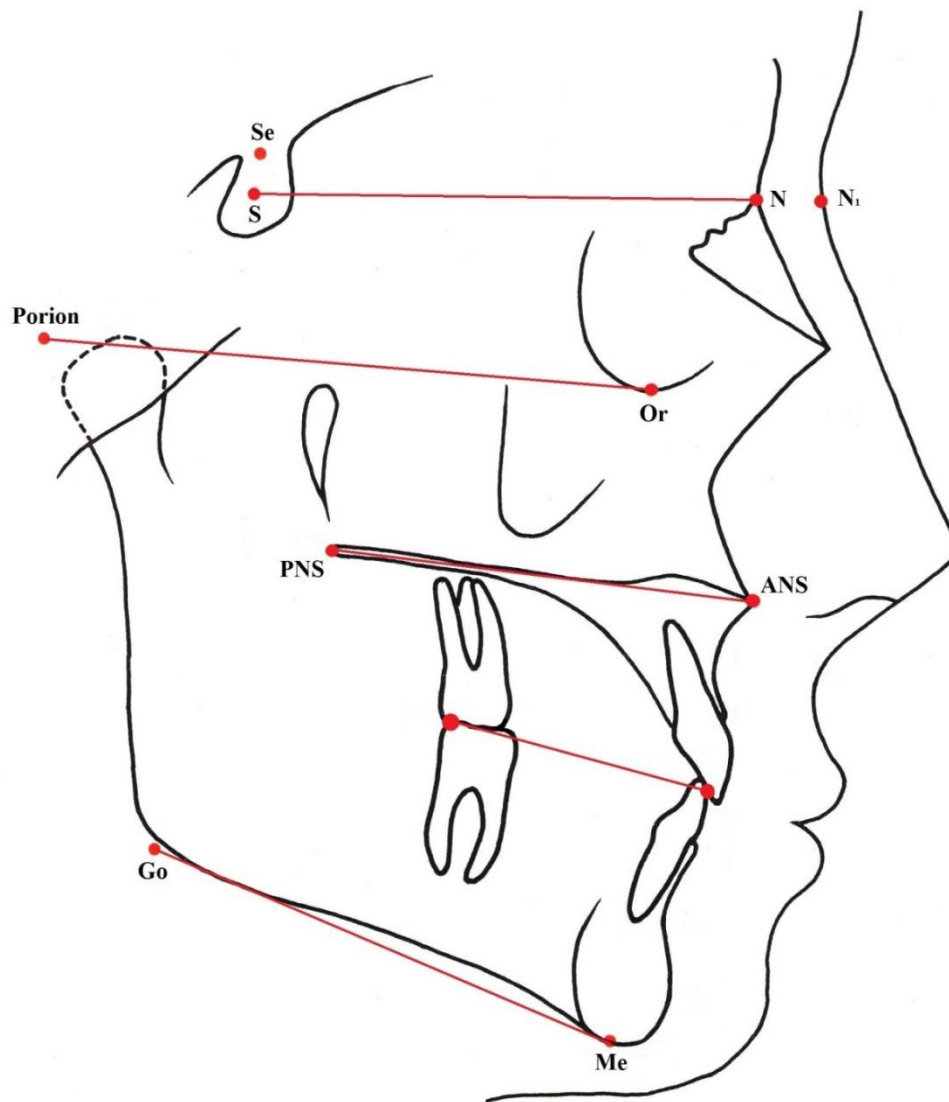
Existuje řada základních bodů, které mají největší význam z hlediska posouzení kranio-metrických parametrů (Obr. 7):

- **N (Nasion)** - přední bod *sutura nasofrontalis*
- **S (Sella)** – střední bod *sella turcica*
- **Se** – střední bod vchodu do *sella* (poloha tohoto bodu nezáleží na hloubce *sella*)
- **Porion** - horní okraj zevního zvukovodu (*porus acusticus externus*)
- **Or (Orbitale)** - nejnižší bod kostěného okraje orbity (*punctum medioorbitalea*)
- **ANS** – přední okraj *Spina Nasalis Anterior*
- **PNS** – zadní okraj *Spina Nasalis Posterior*
- **Go (Gonion)** – bod na zevním dolním okraji úhlu mandibuly
- **Menton** – bod nejvíce dole a vzadu na kostěné bradě

Z velkého množství cephalometrických rovin a linií z hlediska posouzení okluze největší význam mají následující roviny (Obr. 7) (Al Quran a kol. 2010; Rakosi 1982):

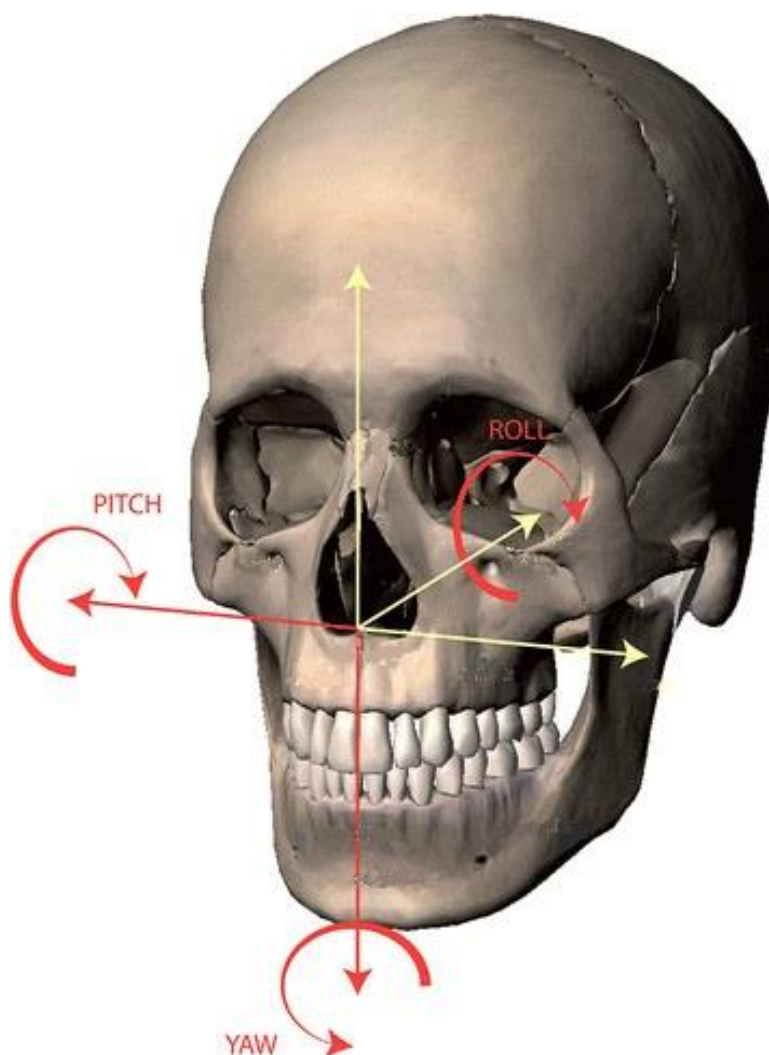
- **S-N (Se-N)** rovina – linie, spojující body *Sella* a *Nasion*. Reprezentuje lební bázi.
- **Frankfurtská horizontála** (*linea horizontalis auriculoorbitalis*, německá horizontála, podle anglických anatomů *Reidova line*) – linie, spojující body *Porion* a *Orbitale*. Je rovnoběžná s jařmovým obloukem. Slouží k základní orientaci hlavy či lebky při RTG vyšetření. S Camperovou protetickou rovinou svírá úhel 10° až 15° (Ciancaglini a kol. 2003).

- **Camperova rovina** – rovina procházející dolním okrajem přepážky nosní (Spina Nasalis Anterior) a dolním okrajem (dle některých zdrojů středem) zevního zvukovodu. Je paralelní s okluzní rovinou.
- **Palatinální rovina (Pal or PP)** – vzniká spojením bodů ANS (Spina Nasalis Anterior) a PNS (Spina Nasalis Posterior)
- **Okluzní rovina (Occ)** – je rovina procházející horním řezákovým bodem a hroty obou meziobukálních hrbolků prvních horních stoliček. V případě sevřeného chrupu prochází horním řezákovým bodem a tečugu distobukální hrbolky druhých dolních stoliček. Inklinace vůči absolutní horizontále je obvykle kolem 6°. (Chan 2007; Chan 2006)
- **Mandibulární rovina (MP)** – linie, spojující Gonion a Menton.



Obr. 7. Vybrané kraniometrické body a roviny (upraveno dle T. Rakosi, 1982)

Inklinace okluzní roviny je klíčovým faktorem, určujícím okluzní rovnováhu (Antonarakis a kol. 2013; Cooper 1995; Chan 2006). Jako kterýkoliv třídímenzionální objekt, chrup člověka lze posuzovat ve třech projekcích – sagitální, axiální a horizontální (Obr. 8).



Obr. 8. Lebka ve třech projekcích a směry rotace (upraveno dle T. Schouman)

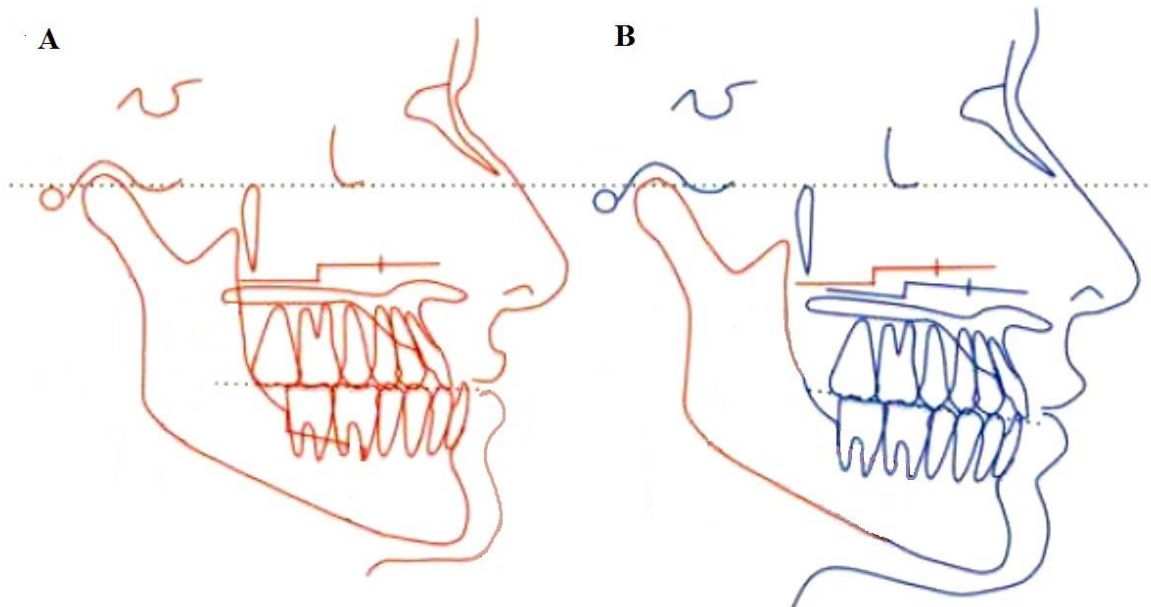
Tradičně v klinické stomatologii hraje velkou roli Frankfurtská rovina (Frankfurtská horizontála), která byla definována na konci XIX. století. Při stanovení této roviny je třeba zohlednit skutečnost, že tragus se vždy nachází kaudálně a ventrálně vůči Porion a úhel Porion-Orbitale-tragus je kolem 6° (Chan 2006; Ferrario a kol. 2000). To znamená, že rentgenologická a klinická definice

Frankfurtské horizontály se nikdy neshodují. Další skutečností, kterou je třeba zohlednit při používání Frankfurtské horizontály, je rozdíl inklinace mezi muži a ženami cca 1,15°.

Mnozí autoři se shodují, že při přirozené poloze hlavy (subjekt stojí a dívá se k horizontu) Frankfurtská horizontála je paralelní s absolutní horizontálou (Zebeib a kol. 2014). Na druhou stranu, je rozšířen názor, že Frankfurtská horizontála tvoří s horizontální rovinou úhel 1-5 ° (Madsen 2008). Inklinace této roviny vůči bázi lebni (S-N) vykazuje určité rozdíly v řádech stupňů mezi jednotlivci.

Kamperova linie je tradičně považována za přibližně paralelní s okluzní rovinou (Shigeta a kol. 2015). Nicméně, řada autorů poukazuje na variabilitu úhlu (Jayachandran a kol. 2008; Nissan a kol. 2003; Ogawa a kol. 1998). Například, Ferrario (Ferrario a kol. 2000) stanoví hodnotu úhlu mezi okluzní a Kamperovou rovinou na 4,4°, Ciancaglini (Ciancaglini a kol. 2003) – na 5,2°. Karkazis ve svém výzkumu, provedeném v roce 1987 (Karkazis a kol. 1987) na skupině 18 dobrovolníků zjistil, že inklinace okluzní roviny se liší v rozmezí od -5 do +9°. Tato variabilita neumožňuje používání Kamperovy roviny jako referenční při hodnocení sklonu okluzní roviny.

V posledních 20 letech se v odborné literatuře vyskytuje celá řada výzkumů, věnovaných možné souvislosti inklinace okluzní roviny a onemocnění temporomandibulárního kloubu (Ioi a kol. 2008). Výsledky těchto výzkumů se v některých případech diametrálně liší. Například Ciancaglini (Ciancaglini 2003) porovnával sklon okluzní roviny u 14 zdravých mladých dobrovolníků (kontrolní soubor) a 14 mladých dobrovolníků se symptomy intrakapsulárního onemocnění temporomandibulárního kloubu (experimentální soubor). Analýza výsledků neprokázala podstatný rozdíl mezi skupinami z hlediska asymetrie okluzní roviny (úhel mezi okluzní rovinou a bipupilární linií). Co se týče cephalometrie v sagitální projekci, v obou skupinách Frankfurtská horizontála byla orientována výš (měla větší inklinaci) vůči absolutní horizontále. Uvádí se, že okluzní a Kamperova rovina jsou orientovány vždy kaudálně, přičemž v kontrolním souboru inklinace je výraznější (Obr. 9). Měření úhlu mezi okluzní rovinou a rovinou Sella-Nasion se neprovádělo.



Obr. 9. Sklon okluzní roviny u pacientů s onemocněním temporomandibulárního kloubu (A) a u zdravých dobrovolníků (B) (upraveno dle L. S. Esteves)

V uvedeném článku, věnovaném výsledkům výzkumu, se uvádělo, že v laterální projekci sklon okluzní roviny vůči horizontále je $11,5^\circ$ v kontrolní skupině a $8,3^\circ$ ve skupině pacientů. V kontrolním souboru okluzní rovina tvořila s Frankfurtskou horizontálou $12,2^\circ$, s Kamperovou rovinou $5,2^\circ$. Ve skupině nemocných tyto hodnoty byly $11,1^\circ$ a $5,5^\circ$. Byla také konstatována paralelita okluzní a Frankfurtské roviny vůči interpupilární linii v obou skupinách probandů (deviace nepřesahovala 1°). Ciancaglini patří ke skupině autorů, kteří se shodují na tom, že Frankfurtská horizontála je přibližně paralelní s absolutní horizontálou (Ciancaglini 2003; Huh a kol. 2014; Chan 2007). Na základě těchto výsledků Ciancaglini předpokládá, že morfologie maxilofaciální oblasti nemá podstatný vliv na vznik a vývoj onemocnění temporomandibulárního kloubu. Dle jeho názoru, mnohem větší vliv má poloha hlavy.

Carlsson ve své knize Fyziologická okluze (Carlson 2007) podrobně rozebírá spojitost inklinace okluzní roviny a stavu orofaciální oblasti. Z hlediska autora, inklinace v každé ze třech rovin (Yaw, Pitch, Roll) má svůj specifický vliv na okolní struktury a orgány. Při odchylkách polohy okluzní roviny v sagitální projekci (*Pitch*) se může vyskytovat vadné držení hlavy a hyperextenze v atlantookcipitálním kloubu, patologická abraze skloviny a dysfunkce krčních svalů. Asymetrie okluzní roviny ve frontální projekci podle Carlssona vyvolává asymetrické napětí žvýkacích a krčních svalů a nepatrné asymetrické pohyby hlavy při každém polykání. Následkem podobných disproporcí mohou být bolesti v oblasti hlavy, krku a ramen.

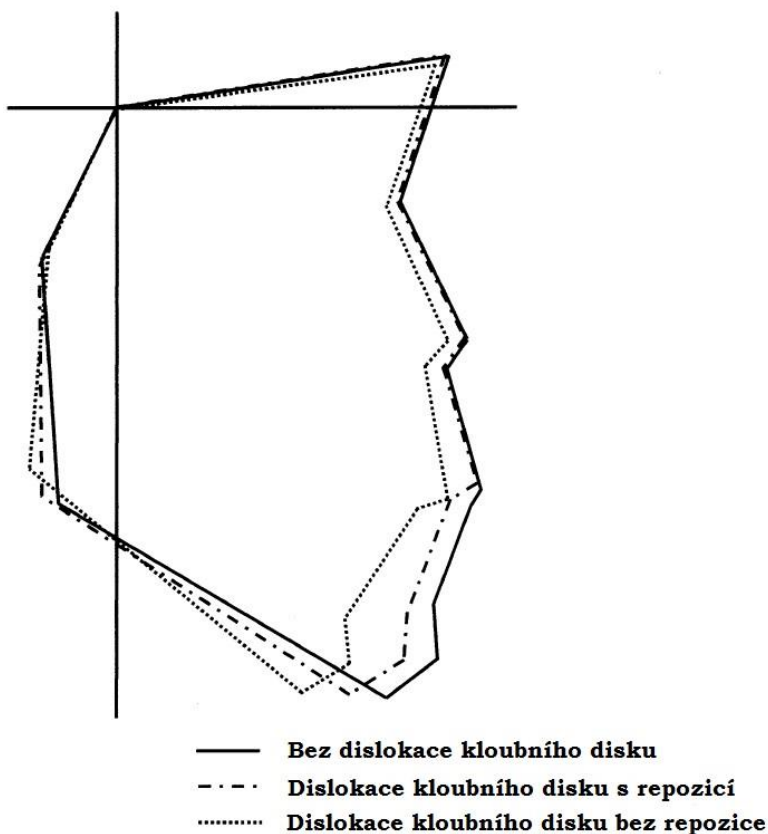
V současné době se problematice sklonu okluzní roviny také věnuje tým prof. Ferraria z milánského Institutu anatomie. Ve svých publikacích tento výzkumník klade důraz na význam orientace okluzní roviny z hlediska vzniku onemocnění temporomandibulárního kloubu a svalových dysfunkcí (Ferrario a kol. 2000). Ferrario patří k vědcům, zastávajícím názor, že Frankfurtská horizontála je výrazně disparelní s horizontální rovinou. Dle tohoto autora úhel mezi zmíněnými rovinami je kolem 13°. V roce 2000 Ferrario publikoval výsledky svého výzkumu, do něhož bylo zapojeno 24 probandů bez příznaků poruch temporomandibulárního kloubu (Ferrario a kol. 2000). Orientace řady základních cephalometrických rovin (vč. okluzní roviny) se posuzovala navzájem, a především vůči horizontální rovině. Střední hodnota úhlu mezi Kamperovou rovinou a horizontální rovinou byla v průměru 18°.

Rovina SN se považuje za jednu z referenčních rovin cerebrocrania (Greiner a kol. 2004; Madsen a kol. 1994; Showfety a kol. 1987; Rakosi 1982). Vůči této rovině se posuzuje poloha maxilly (SN-PP), okluzní rovina (SN-Occ) a poloha mandibuly (SN-MP) (Sarhan 1989). Například jednou z charakteristik růstu obličejového skeletu je rotace mandibuly, která se projevuje zmenšením úhlu SN-MP (Karlsen 1995; Rakosi 1993).

Sklon mandibulární roviny vůči SN hraje značnou roli i při vývoji poruch temporomandibulárního kloubu (Byun a kol. 2005). Řada autorů (Brand a kol. 1995; Byun a kol. 2005; Shellhas a kol. 1990) zkoumala obličejovou morfologii a její spojitost se vznikem onemocnění temporomandibulárního kloubu u pacientů s malokluzí, především s otevřeným skusem.

Byun se spoluautory (Byun a kol. 2005) poukazoval na souvislost mezi zmíněnou inklinací (SN-MP) a vznikem dislokace kloubního disku, přičemž při větším úhlu je vyšší pravděpodobnost dislokace bez repozice.

Byun prokázal významné rozdíly v obličejové morfologii mezi 3 skupinami probandů – klinicky zdravými z hlediska stavu čelistního kloubu, pacienty s dislokací s repozicí a dislokací bez repozice. Podle Byun vertikální cephalometrické parametry vykazují největší rozdíly mezi zdravými dobrovolníky a pacienty s dislokací bez repozice. Dislokace kloubního disku s repozicí byla spojená s méně výraznými morfologickými rozdíly, které nebyly významné ze statistického hlediska. U probandů s patologií kloubu inklinace zmíněných rovin byla podstatně větší (strmější sklon okluzní a dalších rovin) a velikost dolní čelisti byla menší – menší výška ramus mandibulae a délka těla dolní čelisti (Obr. 10).

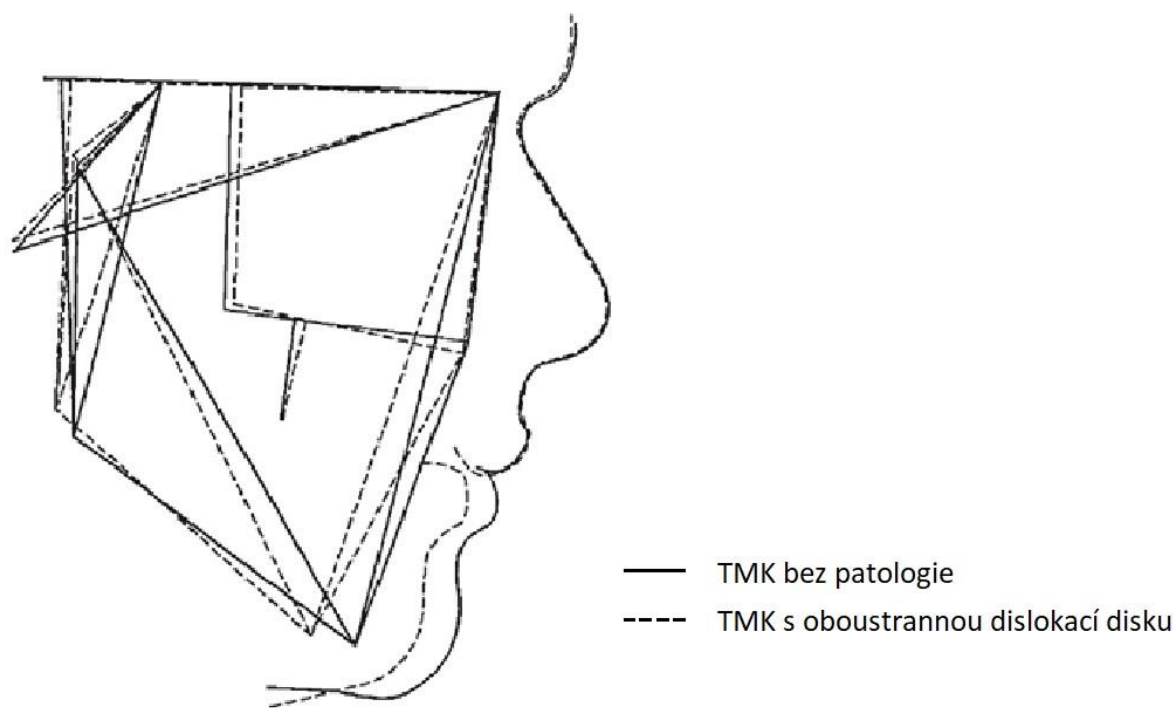


Obr. 10. Rozdíly v obličejové morfologii mezi třemi skupinami probandů – klinicky zdravé z hlediska stavu čelistního kloubu, pacienti s dislokací s repozicí a dislokací bez repozice (upraveno dle Byun).

Schellhas et al. (Schellhas a kol. 1990) provedli podobný výzkum, týkající se obličejové morfologie a její korelace s onemocněním temporomandibulárního kloubu. Jeho výsledky se shodovaly s výsledky Byun, jelikož také ukazovaly na korelaci cephalometrických parametrů se stavem kloubu. Například, Schellhas se ve svém článku zmiňuje o retrognatním postavení dolní čelisti a o mandibulární asymetrii jako o typických nálezech u pacientů s intrakapsulárním onemocněním temporomandibulárního kloubu.

Spojitosť dentofaciální morfologie s patologií temporomandibulárního kloubu potvrzuje celá řada publikací Nebbe et al. (Nebbe a kol. 1997, 1998, 1999). Výzkum této skupiny autorů byl zaměřen na adolescenty a prokázal, že probandi s onemocněním kloubu měli sníženou výšku ramus mandibulae a zadní (posterior) rotaci ramus mandibulae a mandibulární roviny (MP). Ve svých článkách Nebbe et al. zdůrazňují souvislost patologie temporomandibulárního kloubu s deformací obličejového skeletu. Dle autorů tato korelace funguje v obou směrech a občas je komplikované stanovit primární patologii.

Vznik onemocnění kloubu (např. poškození chrupavky disku) může mít značný vliv na vývoj obličejového skeletu. Dentofaciální deformace dle Nebbe také přispívají ke vzniku patologie kloubu. Schéma rozdílu v obličejové morfologii mezi skupinou probandů s dislokací disku a kontrolní skupinou je znázorněna na Obr. 11.



Obr. 11. Rozdíly v obličejové morfologii mezi dvěma skupinami probandů – klinicky zdravé z hlediska stavu čelistního kloubu a pacienti s dislokací kloubního disku bez repozice (upraveno dle Nebbe).

Brand et al. (Brand a kol. 1995) na rozdíl od Byun a Schellhas nenašel u pacientů s otevřeným skusem žádnou korelaci obličejové morfologie se vznikem onemocnění čelistního kloubu.

Rozdílné výsledky Schellhas a Brand lze vysvětlit různými kritérii při výběru probandů, jelikož Schellhas odebíral do experimentálního souboru jen pacienty, kteří měli otevřený skus s viditelnými deformacemi mandibuly.

V literatuře lze najít jen poměrně málo informací o vlivu frontální asymetrie okluzní roviny na stav orofaciální oblasti. Jedním z nemnoha autorů, kteří prováděli výzkum na toto téma, je japonský

ortodontista Shunsuke Uesugi. Ve svém článku (Uesugi a kol. 2016) autor analyzuje vliv frontální inklinace okluzní roviny na okluzní síly a stav temporomandibulárního kloubu. Uvedené údaje svědčí o tom, že frontální asymetrie okluzní roviny přispívá ke vzniku onemocnění temporomandibulárního kloubu. Strana s vyšší polohou okluzní roviny je více zatížena při žvýkání a symptomy patologie temporomandibulárního kloubu se tam objevují častěji. Ciancaglini na rozdíl od předchozí studie ve svém výzkumu neprokázal žádný vliv asymetrie okluzní roviny ve frontální projekci na vznik patologie TMK.

Existuje řada publikací, týkajících se posouzení vlivu vertikální asymetrie TMK – především asymetrie processus condylaris a ramus mandibulae (Medoza-García a kol. 2018; Saglam 2003; Yáñez-Vico a kol. 2012). Yáñez-Vico poukazuje na přímou souvislost mezi asymetrií processus condylaris a dysfunkcí TMK (Yáñez-Vico a kol. 2012) na rozdíl od Saglam (Saglam 2003) a Mendoza-García (Medoza-García a kol. 2018), kteří podobnou korelaci neprokázali.

Přehled některých základních cefalometrických rovin z hlediska jejich vzájemné inklinace je uveden v tabulce č. 1.

Tab. 1. Základní cefalometrické parametry podle různých autorů

	Hodnota sklonu rovin u jedinců kontrolního souboru / TMD pacientů											
	SN-Occ	SN-MP	FH-Occ	CP-Occ	FH-CP	FH-SN	PP-Occ	MP-Occ	H-Occ	H-FH	H-CP	H-MP
Rakosi (92)		32					11	14				
Rakosi (93)		34					11	14				
Ferrario (30)				4,4					14	13	18	30
Ciancaglini (17)			13,1/ 10,9	4,9/ 6,7	18/ 17,6				11,5/ 8,3	1,0/ 2,6	16,9/ 14,6	
Sondang (111)	15,3	30,9										
Chan 2007									6-10			
Madsen 2008										4,6		
Byun (11)		39,7 zdraví 42,6 DDwR 47,7 DDw/oR						19,7- 22,9 bez rozdílu				
Huh (40)						7				0		
Karkasis (55, 56)				2,3								
Brand (9)		31,6										
Čelar (15)		32,8						14,9				

Occ – okluzní rovina

SN – rovina Sella-Nasion

MP – mandibulární rovina

FH – Frankfurtská horizontála

CP – Camperova rovina

PP – palatinální rovina

H – absolutní horizontála

2.5. Vztah některých druhů patologie maxilofaciální oblasti s dalšími orgány a funkcemi organismu

Publikace, věnované spojitosti patologie maxilofaciální oblasti (problémy okluze a žvýkacích svalů, onemocnění temporomandibulárního kloubu apod.) s dalšími orgány a funkcemi organismu člověka se v odborné literatuře začaly objevovat už ve dvacátých letech XX. století (Hanke a kol. 2007). Zájem o tuto problematiku zažil skokový růst nejdřív v šedesátých, pak v osmdesátých letech a dále od roku 2000. Analýza podobných publikací ukazuje, že jejich největší počet byl věnován souvislosti mezi patologií okluze a změnami páteře (266 článků), polohou hlavy (216 článků), tvarem pánve a délkou nohou (35 publikací) (Hanke a kol. 2007). Dle Hanke et al. však většina těchto článků není dostatečně prokazatelná, neopírají se o pevná fakta a často nedisponují výsledky vlastních experimentů (Hanke a kol. 2007).

Řada autorů se shoduje, že tzv. kranioandibulární dysfunkce (vč. patologie okluze a temporomandibulárního kloubu) hraje velkou roli ve vzniku neurologických onemocnění (Contreras a kol. 2018; Meyer a kol. 2014). Dle Lotzmanna (Lotzmann 1994) zmíněné dysfunkce jsou příčinou neuralgie n. trigeminus v 50% případů. Ve výzkumu, který prováděl Lotzmann se svými spolupracovníky, bylo prokázáno, že 70% pacientů s podobnou spojitostí měli distální infraokluzi (v důsledku nesprávně provedeného protetického ošetření nebo po ortodontické léčbě).

Wright v roce 2007 provedl výzkum na 200 pacientech s patologií okluze a temporomandibulárního kloubu, kteří zároveň trpěli ORL symptomy (tinnitus, bolest v uších, zhoršení sluchu apod.) Bylo prokázáno, že úspěšná stomatologická terapie u takových pacientů ve většině případů vede ke značnému zlepšení z hlediska poruch funkce sluchu.

Vznik migrény jako důsledku stomatologické patologie je stále diskutabilní (Contreras a kol. 2018; Meyer a kol. 2014), na rozdíl od tinnitu, bolestí hlavy a trigeminální neuralgie, kde vliv poruch v orofaciální oblasti se v současné době považuje za prokázaný (Bernhardt a kol. 2011; Lotzmann 1994; Meyer a kol. 2014; Moon a kol. 2011).

Z hlediska moderní stomatologie posouzení stavu ústní dutiny může značně přispět ke stanovení diagnózy onemocnění, která na první pohled s onemocněním ústní dutiny nemusí souviset. Ztráta jednoho zubu nebo i výše zmíněný předčasný kontakt může zahájit řetězec reakcí navozujících různé patologické stavy. V závažných případech, třeba při ztrátě molárů a výrazném snížení výšky skusu, je velké riziko vzniku komplexu symptomů v důsledku zvýšeného tlaku na chorda tympani a n. auriculotemporalis (poruchy sluchu, tinitus, bolesti v temenu a záhlaví, pálení v krku a jazyku, suchost v ústech, herpes dutiny ústní, meatus acusticus externus a obličeje). Dnes máme údaje, které dokazují,

že atypické vztahy mezi anatomickými strukturami orofaciální oblasti mohou např. souviset se strukturálními změnami krční páteře (D'Attilio a kol. 2005; Karppinen a kol. 1999; Motoyoshi a kol. 2002; Motoyoshi a kol. 2003). Přispívají k tomu i nepatrné posuny v cervikální, torakální a lumbální částech páteře, které vždy doprovázejí otevírání a zavírání úst (Yamabe a kol. 1999). Vliv polohy hlavy na pozici mandibuly je v současné době prozkoumán dostatečně podrobně a podle řady autorů abnormální přerozdělení napětí v krčních svalectech je hlavním důvodem nesprávné polohy dolní čelisti. Okluzní dysfunkce mohou být příčinou spánkové apnoe, posturální dysfunkce, zakřivení pánve, bolestivých pocitů ve svalectech, ovlivňují i rovnováhu a možná i tvorbu mozkomíšního moku, a také celkovou fyzickou kondici a řadu jiných parametrů (Hanke a kol. 2007). Moon ve svém článku, věnovaném vlivu okluze na zdravotní stav člověka, poukazuje na souvislost mezi problémy orofaciální oblasti (především patologií okluze a temporomandibulárního kloubu) a poruchami rovnováhy, hyperhidrózou, tremorem rukou, zhoršením zraku a schopností se soustředit (Moon a kol. 2011).

Pro udržení polohy hlavy, která se při své poměrně velké váze nachází nejvýš vůči ostatním částem těla člověka, existuje složitý systém udržení balance. Zdrojem informace tohoto systému je aferentní impulzace od vestibulárních, taktilních, vizuálních a propioceptivních receptorů. Velkou roli v tom hraje propioceptivní impulzace ze žvýkacích svalů a dentoalveolárních ligament velmi důležitou roli. Například bylo prokázáno, že jednostranná anestezie n. trigeminus značně ovlivňuje rovnováhu. Zvláště velký vliv na fyzickou kondici (sílu svalů, držení těla, rychlost reakcí) má okluze u seniorů (Moon a kol. 2011). Uvedené poruchy zvyšují riziko pádu a přidávají tak velký význam stomatologické složce léčby lidí staršího věku.

Zdravý, plnohodnotný chrup jak z anatomického, tak i funkčního hlediska, je nyní vnímán jako výsledek harmonického růstu a diferenciacie všech obličejových komponent. V případě, že dítě dýchá ústy, trpí chronickými alergiemi, které se projevují otokem nosní sliznice, nebo má patologickou polohu jazyka, vývoj chrupu může být negativně ovlivněn (Chan 2007; Jankelson 1990; Rakosi 1993).

3. Cíle

Cíle disertační práce jsou:

1. Zjištění vlivu sklonu okluzní roviny na stav maxilofaciální oblasti se zaměřením na čelistní klouby a žvýkací svaly.
2. Zjištění hodnot sagitálního a frontálního sklonu okluzní roviny, které lze považovat za fyziologické.

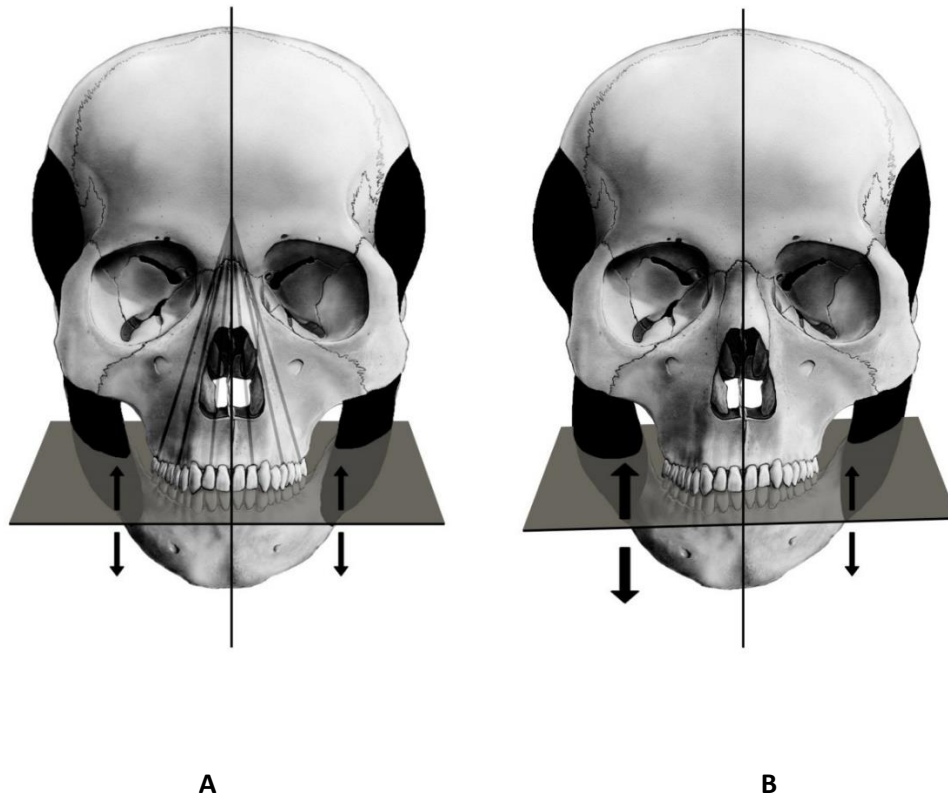
Dosažení těchto cílů umožní:

1. Zefektivnit diagnostiku poruch stomatognátního systému.
2. Zefektivnit stomatologickou rehabilitaci:
 - a. Snížení nákladů
 - b. Zkrácení doby návyku
 - c. Minimalizace reklamací
3. Zlepšit prevenci vzniku onemocnění temporomandibulárního kloubu.
4. Zlepšit kvalitu péče
5. Snižet počet iatrogenních komplikací
6. Zvýšit kvalitu života pacientů

Okluzní rovina se považuje za jeden ze základních kraniometrických parametrů, popisujících 3D anatomické poměry splanchnokrania ve vztahu k Frankfurtské horizontále a bázi lebky. Okluzní rovina není pouze statický pojem, ale je významným prvkem i z funkčního pohledu na dynamickou okluzi zubních oblouků. Je místem interakce horní a dolní čelistí a místem, kde se okluzní síly transformují při přechodu na kosti lebky. Z hlediska přerozdělení žvýkacího tlaku v kostních strukturách lebky má orientace okluzní roviny zásadní význam. Názorným vyjádřením tohoto vlivu je pomyslný dentální kužel (Obr. 12). Fyziologická (optimální) poloha okluzní roviny je důležitou podmínkou vyváženého stavu všech komponent maxillofaciálního systému (Antonarakis a kol. 2013).

Ve 2D projekci sklon okluzní roviny lze o charakterizovat v sagitální (Pitch), frontální (Roll) a axiální (Yaw) projekcích (Carlson 2007). V představené disertační práci jsme se soustředili na dvě z nich – sagitální a frontální.

Pracovní hypotéza disertace předpokládá negativní vliv nepříznivého sklonu okluzní roviny, kdy odchylka sklonu přesáhne určitou mez, na stav základních struktur (čelistní kosti, zubní oblouky, žvýkací svaly a čelistní klouby).



Obr. 12. Okluzní rovina, m. masseter a conus dentalis u zdravého člověka (A) a okluzní disbalance při patologických změnách (B) (Ivo Klepáček, upraveno dle James E. Carlson)

Kompenzační mechanismy, vycházející z funkční a morfologické adaptability, dokážou individuálně stabilizovat systém. Při překročení individuální meze přizpůsobivosti může dojít ke vzniku patologických změn: napětí ve svalech, pocit únavy, bolest v temporomandibulárním kloubu, ztížené až bolestné otevírání úst, obtížné ukusování a žvýkání potravy, spontánní bolest hlavy. Pokud nedojde k úpravě stavu, dochází zpravidla ke vzniku poruch v čelistním kloubu vč. dislokace disku a jeho perforace.

Záměrem výzkumu je:

- Zefektivnění diagnostiky poruch maxillofaciálního systému
- Prevence vzniku onemocnění temporomandibulárního kloubu a poruch funkcí přilehlých orgánů
- Zlepšení kvality péče o tyto pacienty s onemocněním TMK a přilehlých struktur

4. Soubory a metodika

Materiál k získání potřebných dat:

- A. Experimentální soubor – jedinci s onemocněním temporomandibulárního kloubu (dislokace kloubního disku s repozicí).
- B. Kontrolní soubor – jedinci, kteří nemají subjektivní obtíže, týkající se temporomandibulárního kloubu a jimž nikdy nebylo onemocnění TMK diagnostikováno.

Ve výzkumu byly použity následující metody:

- 1.1. Klinické vyšetření probandů experimentálního souboru
- 1.2. Klinické vyšetření probandů kontrolního souboru
- 2.1. Rentgenologické vyšetření probandů experimentálního souboru
- 2.2. Rentgenologické vyšetření probandů kontrolního souboru
- 3.1. Kineziografické vyšetření probandů experimentálního souboru
- 3.2. Kineziografické vyšetření probandů kontrolního souboru
- 4.1. Vibrometrické vyšetření probandů experimentálního souboru
- 4.2. Vibrometrické vyšetření probandů kontrolního souboru
- 5.1. Myografické vyšetření žvýkacích svalů v experimentálním souboru
- 5.2. Myografické vyšetření žvýkacích svalů v kontrolním souboru
- 6. Vyhodnocení dat a statistická analýza

Studie se zúčastnilo celkem 87 osob s uplatněním následujících kritérií:

- 1. Obě pohlaví (Avci a kol. 2015)
- 2. Věk od 18 do 64 let
- 3. Kompletní chrup, Angle I
- 4. Bez závažných celkových onemocnění

Výsledky vyšetření a ošetření byly zaznamenány anonymně do příslušného formuláře a se všemi údaji bylo nakládáno v souladu s platnými zákony České republiky o ochraně osobních údajů. Program výzkumu byl schválen Etickou komisí 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze 13.11.2012 (č.j. 121/12).

Účastníci výzkumu byli rozděleni do dvou skupin – 46 osob v experimentálním souboru (pacienti) a 41 osob v kontrolním souboru. Do experimentální skupiny byli zařazeni pacienti protetického oddělení ÚKES. Kontrolní soubor byl sestaven z dobrovolníků různých věkových kategorií.

4.1.1. Klinické vyšetření probandů experimentálního souboru

Účastníci výzkumu byli seznámeni s plánem vyšetření (Příloha č. 1) a podepsali Informovaný souhlas (Příloha č. 3, 4). Následně jim byl předložen stejný dotazník (Příloha č. 2), který obsahoval otázky dvou druhů – otázky týkající se celkového zdravotního stavu a speciální, zaměřené na symptomy dysfunkcí v orofaciální oblasti (subjektivní hodnocení). Po zjištění anamnézy následovalo klinické vyšetření, zaměřené především na zjištění patologie temporomandibulárních kloubů a tvrdých zubních tkání, anomálií ve tvaru zubních oblouků, hodnocení stavu žvýkacích svalů a přítomnost parafunkcí (objektivní nález).

U každého účastníka studie byly pořízeny fotografie pomocí 4 Mpix fotoaparátu iPhone 4 pro posouzení anatomie (především symetrie) obličeje. Následně byly zhotoveny sádrové studijní modely chrupu a provedena registrace skusu za účelem posouzení vzájemného vztahu zubních oblouků, symetrie zubních oblouků, přítomnosti ortodontických vad (především stěsnání, komprese zubního oblouku) a defektů tvrdých zubních tkání (abraze, abfrakce) Na modelech byla posuzována výška patra („gotické patro“) a přítomnost infraokluze (schůdku) v oblasti premolárů, který často svědčí o vkládání jazyka při polykání.

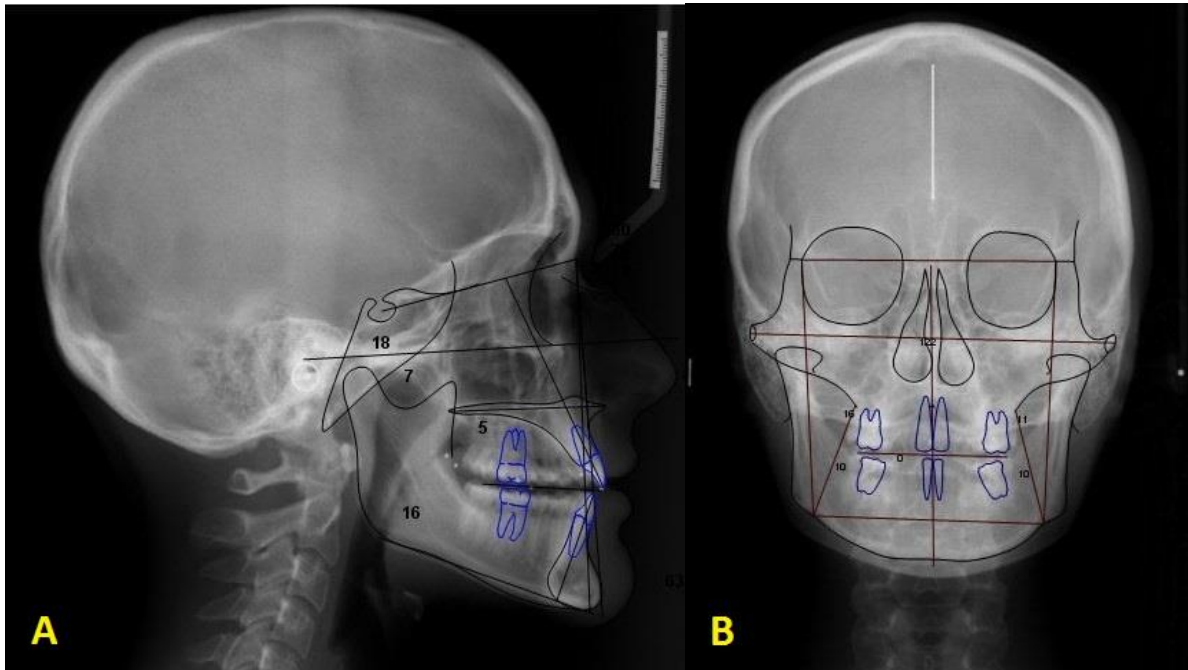
4.1.2. Klinické vyšetření probandů kontrolního souboru

Postup byl stejný jako v 1.1. Po podepsání informovaného souhlasu následovalo podrobné vyšetření, zahrnující vyplnění dotazníků, prohlídku, pořízení fotografií a zhotovení studijních modelů.

4.2.1. Rentgenologické vyšetření probandů experimentálního souboru

Rentgenologické vyšetření se provádělo na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze pomocí přístroje Planmeca ProMax. Každému účastníku základní skupiny byly zhotoveny 2 dálkové snímky – frontální a sagitální (Obr. 13) a snímky temporomandibulárního kloubu při otevřených a zavřených ústech (Obr. 14).

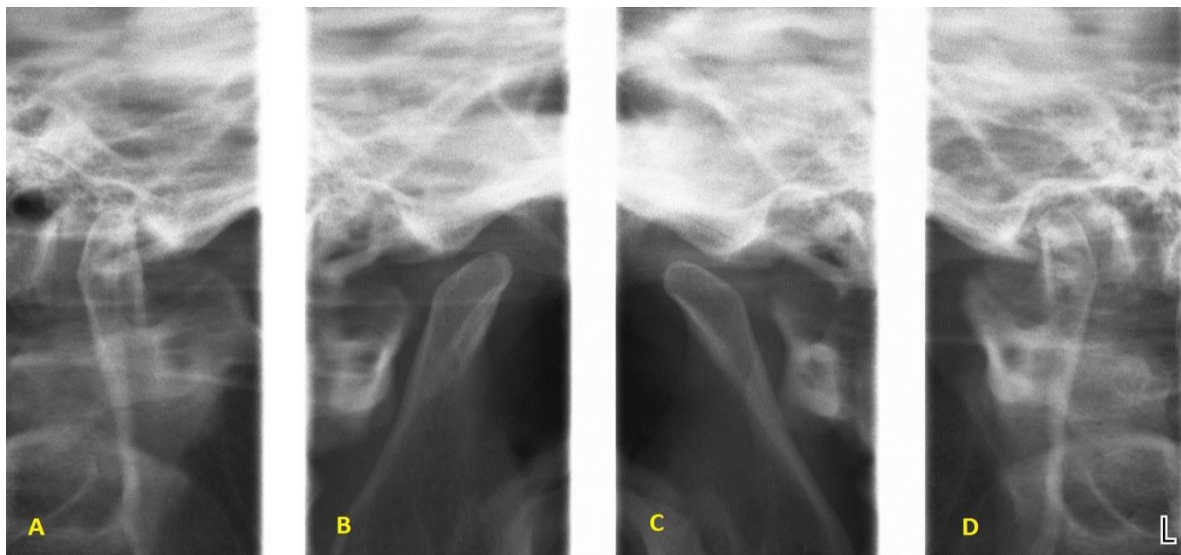
Pro vyhodnocení polohy okluzní roviny se prováděla počítačová analýza frontálního a sagitálního telerentgenového snímku v programu Dolphin Imaging (Patterson Dental Supply Inc., USA). Asymetrie se diagnostikovala měřením úhlu mezi okluzní rovinou a rovinou Porion na frontálním snímku. Při analýze bočního snímku jsme se soustředili na posouzení vzájemné inklinace okluzní roviny a třech dalších rovin – SN (Sella – Nasion), FH (Frankfurtská horizontála), PP (palatinální rovina) a MP (mandibulární rovina).



A

B

Obr. 13. Analýza sagitálního (A) a frontálního (B) dálkového snímku. Ve stupních je vyznačen sklon uvedených linií k okluzní rovině.



Obr. 14. Rentgenové snímky temporomandibulárního kloubu

- A – pravý temporomandibulární kloub při zavřených ústech
- B - pravý temporomandibulární kloub při otevřených ústech
- C - levý temporomandibulární kloub při otevřených ústech
- D- levý temporomandibulární kloub při zavřených ústech

4.2.2. Rentgenologické vyšetření probandů kontrolního souboru

Rentgenologické vyšetření probandů této skupiny se provádělo způsobem, popsáním v podkapitole 4.2.1. - dva dálkové snímky, snímky temporomandibulárního kloubu při otevřených a zavřených ústech, analýza v programu Dolphin Imaging.

Důležitou součástí vyšetření byly biometrické testy s použitím diagnostického komplexu BioPAK (Bioresearch Inc., USA): kineziografie dolní čelisti, vibrometrie temporomandibulárního kloubu, nepřímá myografie.

4.3.1. Kineziografické vyšetření probandů experimentálního souboru

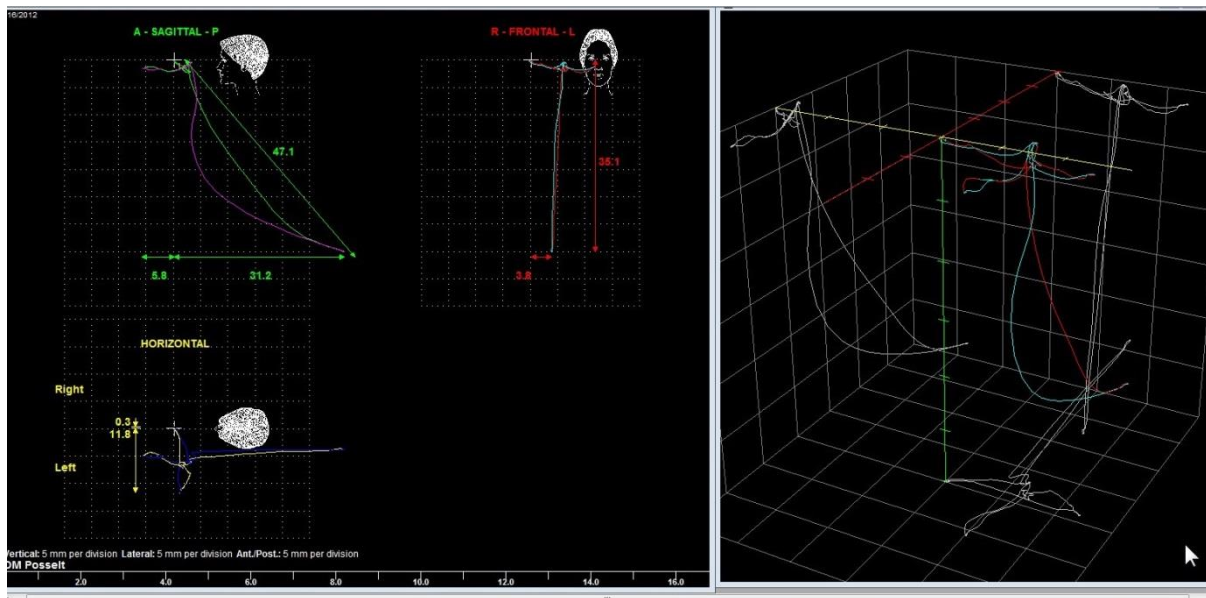
Jako první z testů se prováděla počítačová **kineziografie** pomocí přístroje Jaw Tracking 3D (Bioresearch Inc., USA) (Obr. 15). Tento přístroj registruje polohu magnetu, umístěného v oblasti řezáků dolní čelisti (Obr. 16). Vysoká přesnost výsledků se dosahuje použitím FGM (Fluxgate Magnetometer) senzorů. Přístroj, vybavený FGM senzory, registruje polohu magnetu o cca 50% přesněji, než starší modely, vybavené klasickými senzory Holla. Počítačová kineziografie umožňuje získat velké množství údajů, týkajících se pohybu dolní čelisti: rozsah, rychlost a trajektorie (Cooper 1995; Radke a kol. 2014). Na základě jejich analýzy je možné diagnostikovat omezení pohybů, deformaci Posseltova prostoru, dyskinezie, bradykinezie, deviace a deflexe při otevírání úst, patologii žvýkání (Obr. 17). V našem výzkumu jsme se zaměřili především na rychlost otevírání a zavírání úst.



Obr. 15. Kineziografické vyšetření pomocí přístroje Jaw Tracking 3D



Obr. 16. Umístění magnetu na zubech dolní čelisti



Obr. 17. Průběh kineziografického vyšetření na obrazovce počítače

4.3.2. Kineziografické vyšetření probandů kontrolního souboru

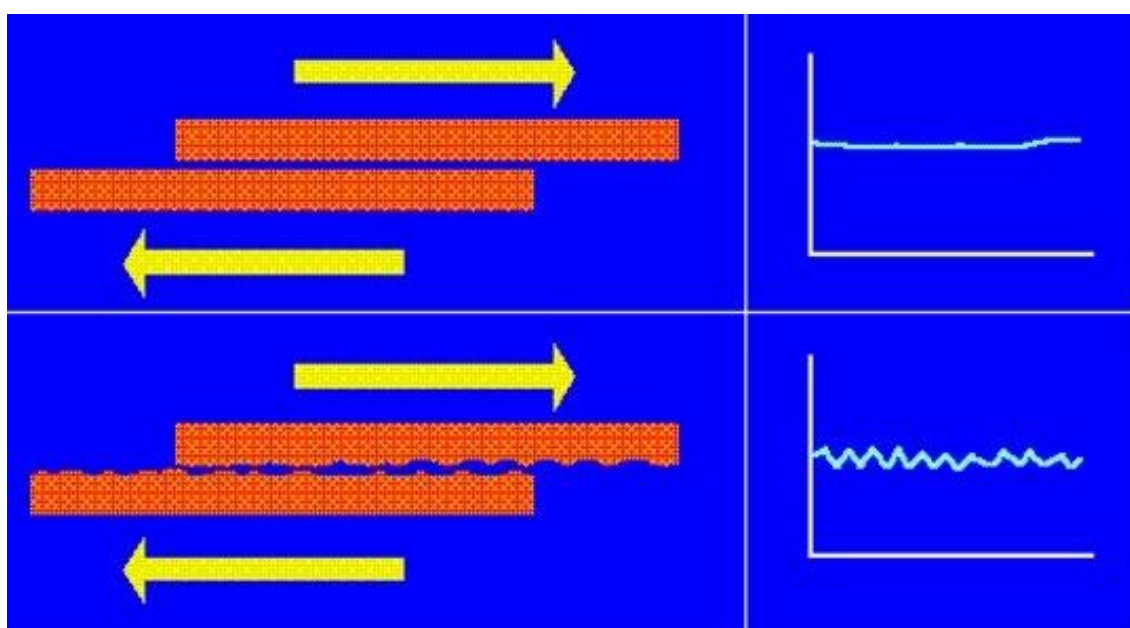
Postup byl stejný jako v podkapitole 4.3.1. – pohyby mandibuly byly registrovány ve třech rovinách pomocí Jaw Tracking 3D.

4.4.1. Vibrometrické vyšetření probandů experimentálního souboru

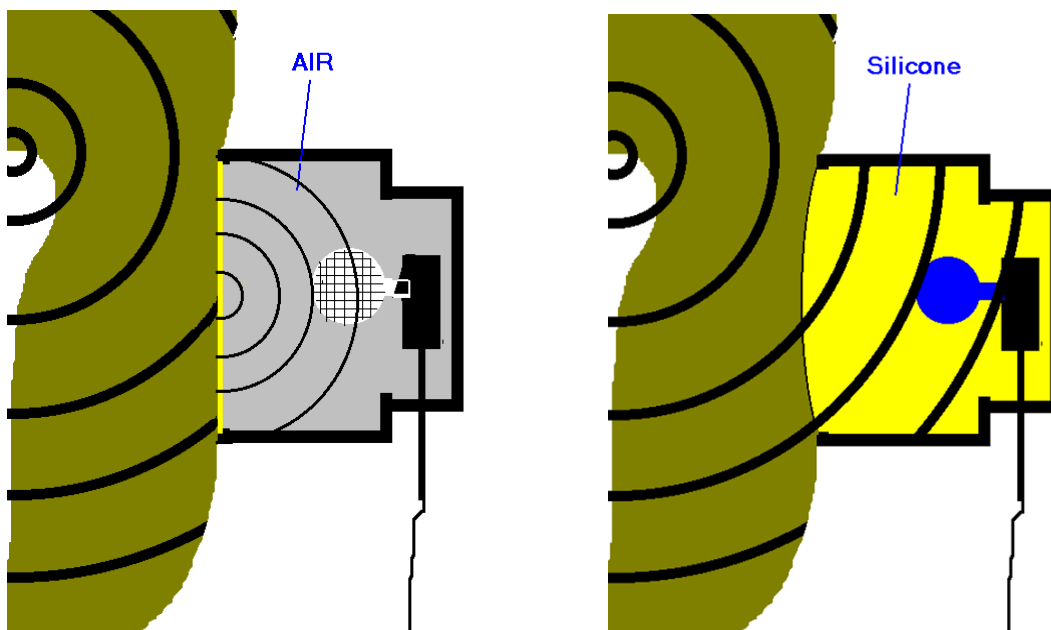
Druhým bioelektronickým testem byla **vibrometrie** temporomandibulárního kloubu (Joint Vibration Analysis nebo BioJVA, Bioresearch Inc., USA) a následná analýza frekvence, amplitudy a rozložení vibrací (Hwang a kol. 2009; Cooper 1995). Diagnostika onemocnění temporomandibulárního kloubu pomocí BioJVA je založena na registraci vibračních jevů, které vznikají při pohybu a frikci (např. vzájemném kontaktu kloubní hlavičky, kloubního disku a kloubní jamky) (Obr. 18) (Ishigaki 1993; Devi a kol. 2017; Zhang a kol. 2014). Na rozdíl od předchozích systémů, které registrovaly pomocí mikrofónů zvuky, vznikající v tkáních (sonografie), BioJVA má senzory, umístěné v silikonu. Výhodou takového přístroje je, že vibrace se nedeformují vzdušným prostředím, jelikož senzor se nachází v silikonu (Obr. 19). Sensitivita vibrometrie dosahuje 98%, na rozdíl od vyšetření pomocí stetoskopu a Dopplerovy ultrasonografie (sensitivita 14-48 %) (Ishigaki 1993; Moon a kol. 2011). Při vyšetření se senzory dávají na kůži v projekci TMK, cca 1 cm rostrálně od tragu (Obr. 20). Provedení vibrometrie a kineziografie najednou umožnilo spojit nalezené vibrační jevy s pohyby mandibuly a přesně zjistit jejich lokalizaci na dráze dolní čelisti (Obr. 21).

Podle návodu od výrobce má přístroj rozlišení frekvencí 4 Hz, rozlišení amplitudy 0,2 Pa a přesnost času 0,5 ms. Rozsah amplitudy vibrací, registrovaných BioJVA, se nachází v rozmezí 0-0,5 KPa. Systém umožňuje měření integrálu vibrací od 0 do 1000 Pa/Hz s rozlišením 0,1 Pa/Hz. Mnoha výzkumy byla prokázána spolehlivost a opakovatelnost této metody vyšetření (Radke a kol. 2012; Sano a kol. 1999; Zhang a kol. 2014).

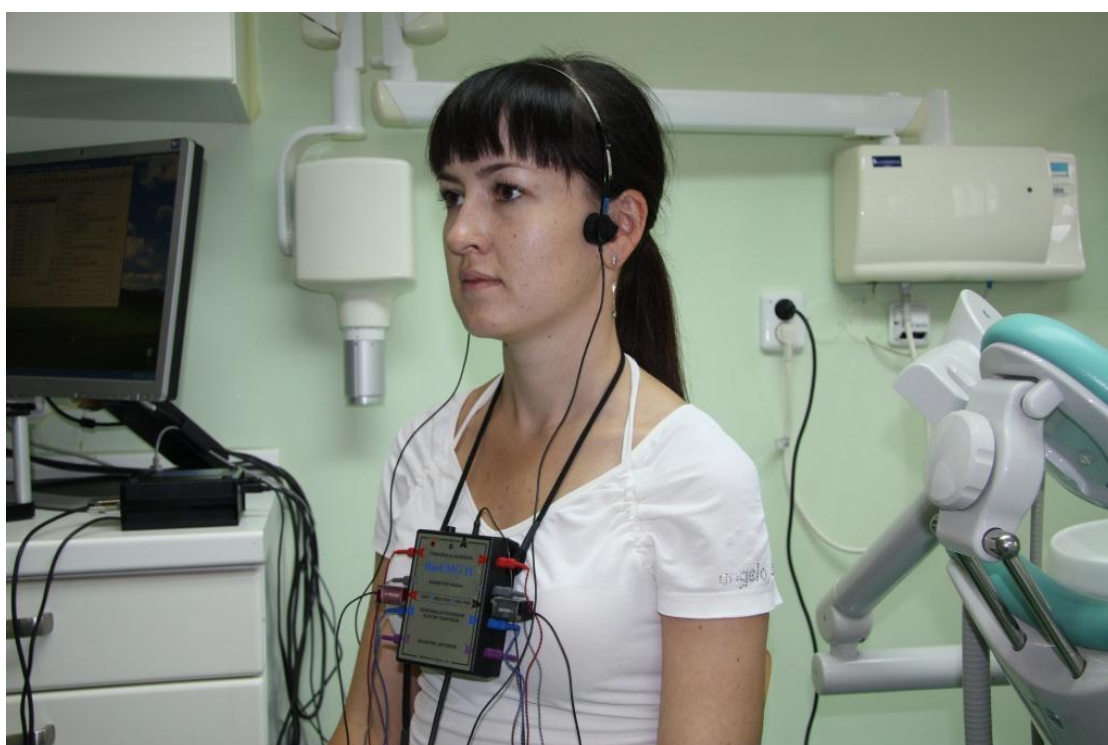
V praxi při vyšetření temporomandibulárního kloubu vibrometrie se obvykle provádí jako první z biometrických testů (Becker 2008), často jako screeningové vyšetření. Při pozitivním vibrometrickém nálezu je pak možné provést detailnější vyšetření s využitím dalších diagnostických možností (rentgen, myografie, kineziografie a dalších).



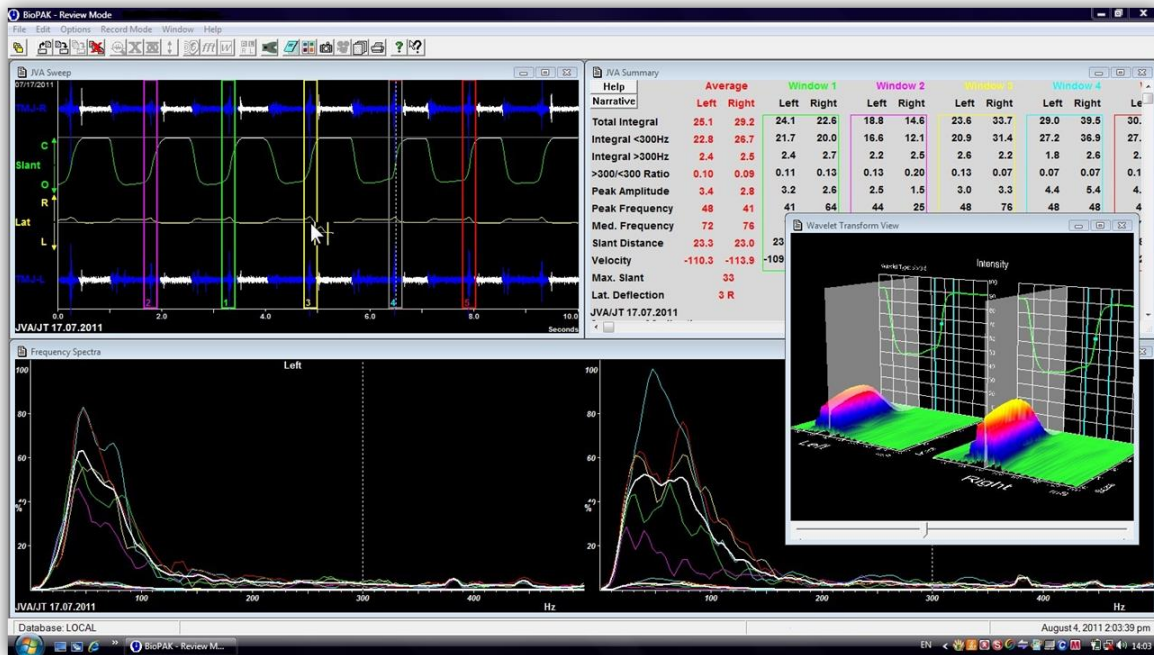
Obr. 18. Vznik vibrací. Vzájemná frikce hladkých a drsných povrchů



Obr. 19. Schéma fungování sonografického a vibrometrického diagnostického přístroje



Obr. 20. Vibrometrické vyšetření pomocí přístroje BioJVA



Obr. 21. Výsledky vibrometrického vyšetření

Počítačová analýza (v našem výzkumu jsme používali software BioPAK od BioResearch Inc.) vyhodnocuje průměrnou a maximální amplitudu vibrací v každém kloubu zvláště, jejich frekvenci, poměr vysokofrekvenčních a nízkofrekvenčních vibrací a jejich umístění na kineziografické dráze při otevírání a zavírání úst (Obr. 21).

4.4.2. Vibrometrické vyšetření probandů kontrolního souboru

Postup byl stejný jako v podkapitole 4.4.2. Vibrace byly hodnoceny z hlediska frekvence, amplitudy a umístění na dráze pohybu dolní čelisti.

4.5.1. Myografické vyšetření probandů experimentálního souboru

Dalším krokem biometrického vyšetření byla diagnostika stavu svalů pohybujících dolní čelistí – počítačová nepřímá myografie za použití přístroje BioEMG II (BioResearch Inc., USA).

Elektromyografie je spolehlivou a reprodukovatelnou metodou vyšetření jednotlivých svalů (Cecílio a kol. 2010, Cooper 1995, De Felício a kol. 2009, Eberhard a kol. 2014, Ferrario a kol. 2000,

Gaszynska a kol. 2017, Gonzalez a kol. 2011, Chan 2004, Sforza a kol. 2011). Nepřímá myografie byla zvolena jako přesný a neinvazivní způsob měření elektrického potenciálu svalu jako celku (Castroflorio a kol. 2008, Ferrario a kol. 2000, Lodetti 2014; Nishi a kol. 2016, Sforza a kol. 2011, Widmalm a kol. 2007) na rozdíl od přímé myografie, při níž se pomocí jehlové elektrody měří lokální elektrická aktivita jediného svalového vlákna (resp. malého množství motorických jednotek) (Clark 1976; Nishi 2016). Další nevýhodou přímé myografie je její invazivita. To jsou důvody, proč přímá metoda myografie nachází ve stomatologii jen velmi malé, omezené využití – např. v případě měření elektrického potenciálu hlubokých svalů. V databázi Národní knihovny Spojených Států (Pubmed) můžeme najít články zabývající se nepřímou myografií mnohem častěji než přímou metodou. Nepřímá myografie se používá v medicíně celkově 4krát častěji a ve stomatologii dokonce 10krát častěji než přímá (Obr. 22). Tato statistika se týká období let od 1971 do 2016, přičemž roční množství článků, v nichž je zmíněna přímá myografie, se v posledních 20 letech skoro nemění (73 v roce 1997 a 99 v roce 2016). Na rozdíl od přímé myografie, nepřímá metoda nachází v medicíně rok od roku větší uplatnění (222 články v roce 1997, 693 v roce 2016).

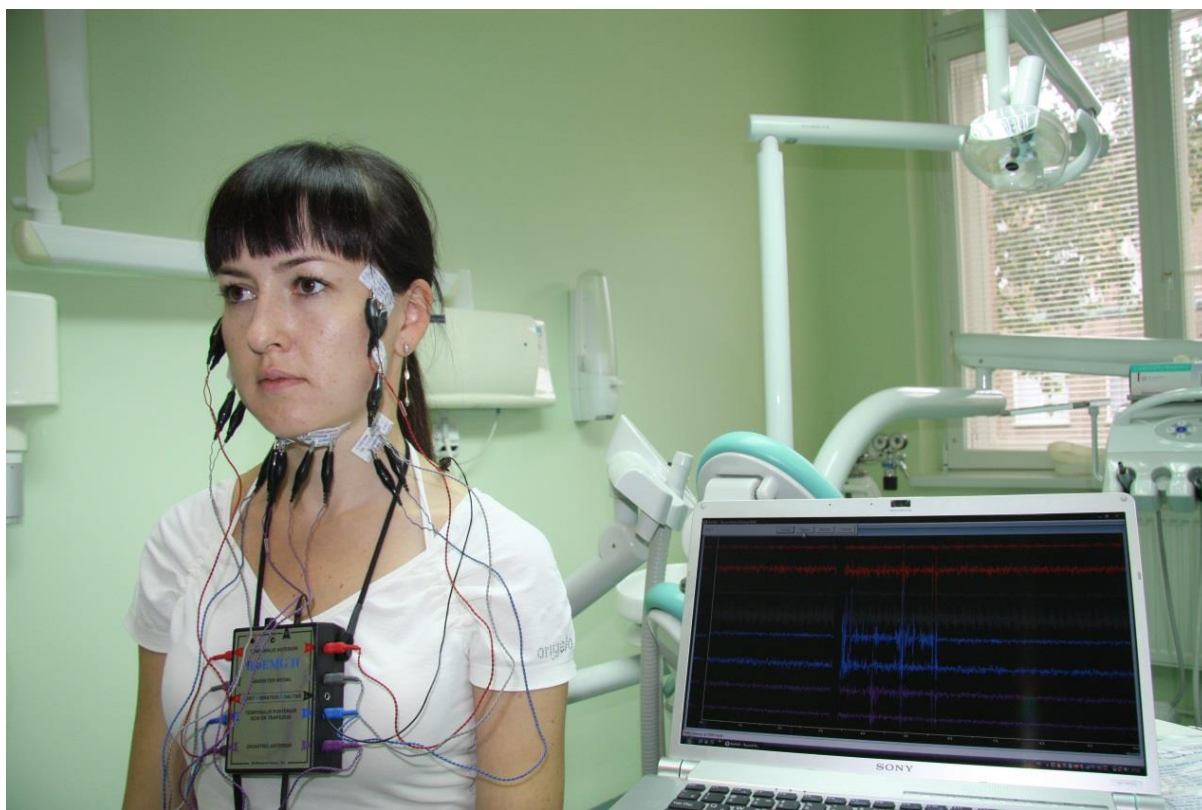
The image shows four screenshots of PubMed search results arranged in a 2x2 grid. The top row shows results for 'EMG AND Surface' in 'All of Medicine' (left) and 'Dentistry' (right). The bottom row shows results for 'EMG AND Needle' in 'All of Medicine' (left) and 'Dentistry' (right). Each screenshot displays the search criteria, article types, and the number of results found.

Search Criteria	Number of Results
All of Medicine: (EMG AND Surface)	9394
Dentistry: (EMG AND Surface)	556
All of Medicine: (EMG AND Needle)	2350
Dentistry: (EMG AND Needle)	42

Obr. 22. Výsledky hledání přímé a nepřímé myografie v databázi Pubmed

Elektromyograf BioEMG II má 4 páry jednorázových povrchových elektrod (BioFLEX Bioresearch Inc., USA) na lepidlo podložce, které se přikládají na kůži hlavy a krku. První pár elektrod zachycuje impulzy od m. temporalis (pars anterior), druhý pár – od m. masseter, třetí pár se umísťuje na regio submentale v oblasti venter anterior m. digastrici, čtvrtý pár registruje napětí krčních svalů pomocí elektrod v oblasti střední třetiny m. sternocleidomastoideus (Obr. 23). Klíčovým bodem diagnostiky stavu svalů bylo měření jejich elektrického potenciálu v klidu a při zatížení (na výzvu

vyšetřujícího pacient zatnul zuby a vyvinul maximální napětí žvýkacích svalů při maximální interkuspidaci) (Obr. 24). Nepřímá elektromyografie se považuje za spolehlivý a prokazatelný způsob vyšetření pacientů s onemocněním temporomandibulárního kloubu (Santana-Mora a kol. 2009; Santana-Mora a kol. 2014).



Obr. 23. Myografické vyšetření pomocí přístroje BioEMG II



Obr. 24. Výsledky myografického vyšetření

4.5.2. Myografické vyšetření probandů kontrolního souboru

Postup byl stejný jako v podkapitole 4.5.1. Pomocí přístroje BioEMG II se provádělo měření elektrického napětí 4 párů svalů (m. temporalis, m. masseter, m. digastricus, m. sternocleidomastoideus) v klidu a při zatížení.

4.6. Vyhodnocení dat a statistická analýza

Veškeré získané údaje byly zaznamenány do tabulky Microsoft Excel a podrobeny statistické analýze. Pro statistické zpracování byl použit MS Excel 2013, resp. 2016 s využitím doplňků Statistical Analytical Toolpack a PowerPivot. Pro experimentální a kontrolní soubor byly vypočteny popisné statistiky (počet, průměr, směrodatná odchylka, maximum, minimum, medián). Pro vyhodnocení hypotézy shody středních hodnot uvnitř souborů byl použit párový t-test (zejména porovnání levé a pravé strany), dále byly použity srovnávací dvouvýběrové t-testy pro test hypotézy shody středních hodnot a F-test pro test hypotézy o shodě rozptylů. Pro testy nezávislosti kvalitativních znaků byly použity kontingenční tabulky a chí-kvadrát test dobré shody. Lineární závislost byla testována pomocí korelační analýzy. Všechny testy byly provedeny na hladině významnosti 0,05.

5. Výsledky

Po statistickém zpracování získaných dat v obou souborech (experimentální a kontrolní) byly získány údaje, které jsme uspořádali podle parametrů, uvedených v kapitole Materiály a metody:

5.1. Výsledky klinického vyšetření.

5.2. Cephalometrické parametry a jejich porovnání mezi probandy experimentálního a kontrolního souborů.

5.3. Výsledky kineziografického vyšetření – rychlost otevírání a zavírání úst a její spojitost se sklonem okluzní roviny.

5.4. Výsledky vibrometrie v obou souborech

5.5. Myografické parametry (tonus svalů v klidu a při napětí) v obou souborech a jejich korelace s cephalometrickými hodnotami.

5.1. Výsledky klinického vyšetření

5.1.1. Dotazník

Na základě údajů, které probandi v obou souborech uváděli při vyplnění anamnestických dotazníků (Příloha č. 2), byl zaznamenán výskyt řady symptomů, které byly vyhodnoceny a porovnány mezi soubory (Tab. 2).

Tab. 2. Výskyt jednotlivých symptomů v obou souborech podle anamnestických dotazníků

	Kontrola	Kontrola v %	Pacienti	Pacienti v %	p
Cukrovka	0	-	0	-	x
Zvýšený krevní tlak	0	-	0	-	x
Srdeční onemocnění	0	-	1	2,2%	1,000
Časté bolesti hlavy	5	19,2%	5	10,9%	0,324
Bolesti v obličeji	0	-	3	6,5%	0,549
Bolesti TMK	0	-	24	52,2%	0,000*
Zvuky v TMK	3	11,5%	28	60,9%	0,000*
Bolesti krku	2	7,7%	8	17,4%	0,253
Potíže při otavírání nebo zavírání úst	2	7,7%	22	47,8%	0,001*
Tinnitus	1	3,8%	7	15,2%	0,244
Traumata MFO	0	-	4	8,7%	0,289
Zvýšená citlivost zubů	6	23,1%	10	21,7%	0,896
Potíže při žvýkání	1	3,8%	15	32,6%	0,006
Potíže při polykání	0	-	2	4,3%	0,532
Ústní dýchání	2	7,7%	3	6,5%	0,999
Nespavost	2	7,7%	4	8,7%	0,999
Bruxismus	3	11,5%	8	17,4%	0,735
Chrápání	1	3,8%	6	13,0%	0,409
Deprese	1	3,8%	5	10,9%	0,408
Časté závratě	0	-	2	4,3%	0,532
Brnění na koncích prstů	0	-	6	13,0%	0,081
Ortodontické léčení	3	11,5%	5	10,9%	0,999

Vyhodnocení nezávislosti znaku a příslušnosti do skupiny (kontrola, pacienti) proběhlo pomocí testu chí-
kvadrát, resp. Fisherovým exaktním testem. Hvězdička označuje statisticky významný rozdíl na hladině
významnosti 0,05.

5.1.2. Formulář klinického vyšetření

Klinické vyšetření probandů se provádělo podle protokolu, který je uveden v příloze č. 5
(Formulář vstupního vyšetření) a bylo zaměřeno na symptomy, přítomné při poruchách
temporomandibulárního kloubu a neuromuskulární patologii. V následující tabulce (Tab. 3) je
uvedeno, jak často (v procentech) byl zaznamenán výskyt jednotlivých klinických příznaků u probandů
obou souborů. Jelikož v odborné literatuře (Wieczorek a kol. 2015) se lze setkat se zmínkami ohledně
možného vlivu pravorukosti nebo levorukosti na stav žvýkacích svalů, zjistili jsme počet leváků
v každém ze souborů (4 probandy v experimentálním, 3 v kontrolním).

Tab. 3. Výskyt jednotlivých symptomů v obou souborech podle klinického vyšetření

	Kontrola	Kontrola v %	Pacienti	Pacienti v %	p
Klínovité defekty	3	11,5%	4	8,7%	0,696
Odštěpěné zuby	3	11,5%	8	17,4%	0,735
Praskliny skloviny	3	11,5%	2	4,3%	0,344
Zvýšená abraze zubů	3	11,5%	12	26,1%	0,227
Nesymetrická abraze	0	-	1	2,2%	1,000
Recese dasně	2	7,7%	4	8,7%	0,999
Zánět dasně	0	-	3	6,5%	0,549
Parodontální choboty	0	-	1	2,2%	1,000
Víklavost zubů	0	-	1	2,2%	1,000
Nedostatek místa v oblouku	11	42,3%	19	41,3%	0,934
Neshoda centrální linie obličeje a zubů	14	53,8%	23	50,0%	0,754
Otisky zubů na bočních stranách jazyka	0	-	1	2,2%	1,000
Schůdek v DČ v obl. premolárů	1	3,8%	7	15,2%	0,244
Torusy na čel. kostech	1	3,8%	4	8,7%	0,647
Asymetrie obličeje	0	-	1	2,2%	1,000
Držení těla	0	-	0	-	X
Držení hlavy	0	-	0	-	X
Omezené otevírání úst	1	3,8%	2	4,3%	0,999
Omezený boční pohyb	0	-	11	23,9%	0,005*
Deviace víc než 4mm.	1	3,8%	3	6,5%	0,999
Deflexe víc než 4mm.	6	23,1%	9	19,6%	0,725
Dyskinezie (Velocity graph)	5	19,2%	16	34,8%	0,163
Bradykinezie (Velocity graph)	2	7,7%	17	37,0%	0,011*

Vyhodnocení nezávislosti znaku a příslušnosti do skupiny (kontrola, pacienti) proběhlo pomocí testu chí-kvadrát, resp. Fisherovým exaktním testem. Hvězdička označuje statisticky významný rozdíl na hladině významnosti 0,05.

5.2. Výsledky rentgenologického vyšetření obou souborů

Cefalometrická analýza se prováděla u dálkových snímků v sagitální a frontální projekci zvlášť. Výsledky měření inklinace okluzní roviny vůči rovině SN, a také Frankfurtské, palatinální a mandibulární rovině u probandů v obou souborech jsou sumarizovány v tabulce č. 4.

V sagitální projekci bylo zjištěno, že průměrný sklon okluzní roviny vůči rovině Sella – Nasion (SN-Occ) je v experimentálním souboru 14,7 a v kontrolním 15,75 stupňů. Následně, za účelem

porovnání souborů, jako společný medián byla vzata hodnota kontrolního souboru ($15,75^\circ$). Pomocí tohoto mediánu probandi obou souborů byli rozděleni na 2 skupiny:

1. Laterální rovina je menší než $15,75^\circ$ (POD)
2. Laterální rovina je větší nebo rovna než $15,75^\circ$ (NAD)

Ukázalo se, že v experimentálním souboru 27 osob z celového počtu 46 má inklinaci okluzní roviny menší než $15,75^\circ$ a u 19 probandů tento parameter přesahuje $15,75^\circ$. Kontrolní soubor byl rozdělen na NAD a POD stejným počtem, jelikož průměrná hodnota sagitálního sklonu okluzní roviny v kontrolním souboru ($15,75^\circ$) byla vzata jako referenční.

Tab. 4. Porovnání inklinace sklonu okluzní roviny vůči dalším rovinám na telorentgenových snímcích v sagitální projekci mezi probandy experimentálního a kontrolního souboru

	Kontrolní soubor, stupně (°)	Experimentální soubor, stupně (°)	Statistický test
			srovnání kontroly a pacientů
Lateral ceph: Occ-SN			
průměr	15,78	15,29	0,6319
SD	3,99	4,35	
max	29,40	25,00	
min	8,50	6,40	
Lateral ceph: Occ-FH			
průměr	7,43	6,35	0,3537
SD	5,09	3,84	
max	18,70	14,20	
min	-4,20	-3,90	
Lateral ceph: Occ-PP			
průměr	7,55	7,13	0,6348
SD	3,14	4,16	
max	15,60	15,20	
min	2,70	-0,20	
Lateral ceph: Occ-MP			
průměr	14,78	15,11	0,7237
SD	3,28	4,56	
max	22,30	25,00	
min	6,30	1,90	

Analýza frontálních telorentgenových snímků prokázala asymetrii okluzní roviny skoro u všech probandů v obou souborech. Variabilita inklinace okluzní roviny vůči rovině Porion byla v rozmezí 0-4,6° (Tab. 5). Probandi v experimentálním a kontrolním souboru byli rozděleni dle 2 kritérií:

1. Na 2 skupiny podle stupně asymetrie:
 - Úhel mezi okluzní rovinou a rovinou Porion je menší než 1° (UVNITŘ)
 - Úhel mezi okluzní rovinou a rovinou Porion je větší nebo rovna než 1° (VNĚ)

2. Na 3 skupiny podle strany inklinace:
 - Doprava (P)
 - Doleva (L)
 - Symetricky (inklinace 0°)

Rozdělení probandů na skupiny podle stupně asymetrie okluzní roviny ve frontální projekci ukázalo, že v základním souboru 21 osob má inklinaci menší než 1° a 25 osob větší než 1° . Tudíž větší část probandů měla asymetrii přesahující 1° . V kontrolním souboru situace vypadala opačně – u 15 osob z 26 sklon okluzní roviny nepřevyšoval 1° , zbytek tvořili probandi s výraznější asymetrií (více než 1°).

Celkem z 46 probandů experimentálního souboru 21 osob mělo inklinaci okluzní roviny na frontálním telorentgenu doprava, 23 osob doleva, 2 osoby měly nulový (0°) sklon. Vyšetřením kontrolního souboru bylo zjištěno, že 16 z 26 osob měli inklinaci doprava a 9 doleva. Symetrickou okluzní rovinu z hlediska inklinace (0°) měl v kontrolním souboru 1 proband.

Tab. 5. Porovnání inklinace okluzní roviny mezi probandy experimentálního a kontrolního souboru na telorentgenových snímcích ve frontální projekci

Frontal ceph: Occ-Porion Plane	Kontrolní soubor, stupně ($^{\circ}$)	Experimentální soubor, stupně ($^{\circ}$)	Statistický test
	plus pro L, minus pro R		rovnání kontroly a pacientů
průměr	-0,15	-0,01	0,8411
SD	1,31	1,64	
max	3,20	3,00	
min	-2,60	-4,60	
	bez rozlišení stran, pouze hodnota		
průměr	0,99	1,20	0,2899
SD	0,84	0,82	
max	3,20	4,60	
min	0,00	0,00	

Analýza údajů, uvedených v tabulce 5 ukazuje, že probandi z experimentálního souboru měli větší asymetrii okluzní roviny než zdraví dobrovolníci z kontrolního souboru.

Při statistickém zpracování výsledků měření byly provedeny statistické testy za účelem stanovení možné korelace mezi inklinací okluzní roviny vůči dalším referenčním rovinám v různých podskupinách:

- Kontrola POD vs Pacienti POD (Tab. 6)
- Kontrola NAD vs Pacienti NAD (Tab. 6)
- Kontrola UVNITŘ vs Pacienti UVNITŘ (Tab. 7)
- Kontrola VNĚ vs Pacienti VNĚ (Tab. 7)
- Kontrola P vs Pacienti P (Tab. 8)
- Kontrola L vs Pacienti L (Tab. 8)

Výsledky, uvedené v Tab. 6, 7 a 8 jsou pro znázornění představeny ve formě grafů (Obr. 25 a Obr. 26).

Tab. 6. Rozdělení a statistické vyhodnocení souborů podle stupně inklinace okluzní roviny vůči rovině Sella-Nasion (POD a NAD)

	Kontrola POD	Pacienti POD	Statistický test	Kontrola NAD	Pacienti NAD	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI
	stupně (°)		rovnání kontroly a pacientů POD	stupně (°)		rovnání kontroly a pacientů NAD	rovnání POD/NAD pouze v kontrolě	rovnání POD/NAD pouze u pacientů
Lateral ceph: Occ-SN								
průměr	13,12	12,34	0,3102	18,45	19,49	0,3889	0,0001	0,0000
SD	2,21	2,25		3,59	2,87			
max	15,70	15,00		29,40	25,00			
min	8,50	6,40		15,80	15,80			
Lateral ceph: Occ-FH								
průměr	4,09	4,43	0,7917	10,77	9,09	0,2007	0,0002	0,0000
SD	3,97	3,01		3,75	3,19			
max	11,50	10,30		18,70	14,20			
min	-4,20	-3,90		6,10	2,70			
Lateral ceph: Occ-PP								
průměr	5,82	5,88	0,9556	9,28	8,92	0,7605	0,0029	0,0132
SD	2,58	3,94		2,74	3,91			
max	10,50	15,20		15,60	14,70			
min	2,70	-0,20		5,10	1,60			
Lateral ceph: Occ-MP								
průměr	13,31	14,50	0,3270	16,25	15,95	0,8247	0,0188	0,2967
SD	2,88	4,56		3,07	4,55			
max	16,60	20,40		22,30	25,00			
min	6,30	1,90		11,20	8,40			
Frontal ceph: Occ-Porion Plane plus pro L, mínus pro R								
průměr	-0,12	0,03	0,7228	-0,19	-0,07	0,8458	0,8843	0,8499
SD	1,07	1,35		1,55	2,01			
max	2,00	2,30		3,20	3,00			
min	-1,70	-3,30		-2,60	-4,60			
Frontal ceph: Occ-Porion Plane bez rozlišení stran, pouze hodnota								
průměr	0,84	1,00	0,5240	1,15	1,57	0,2863	0,3617	0,0680
SD	0,63	0,90		1,01	1,20			
max	2,00	3,30		3,20	4,60			
min	0,20	0,00		0,00	0,10			

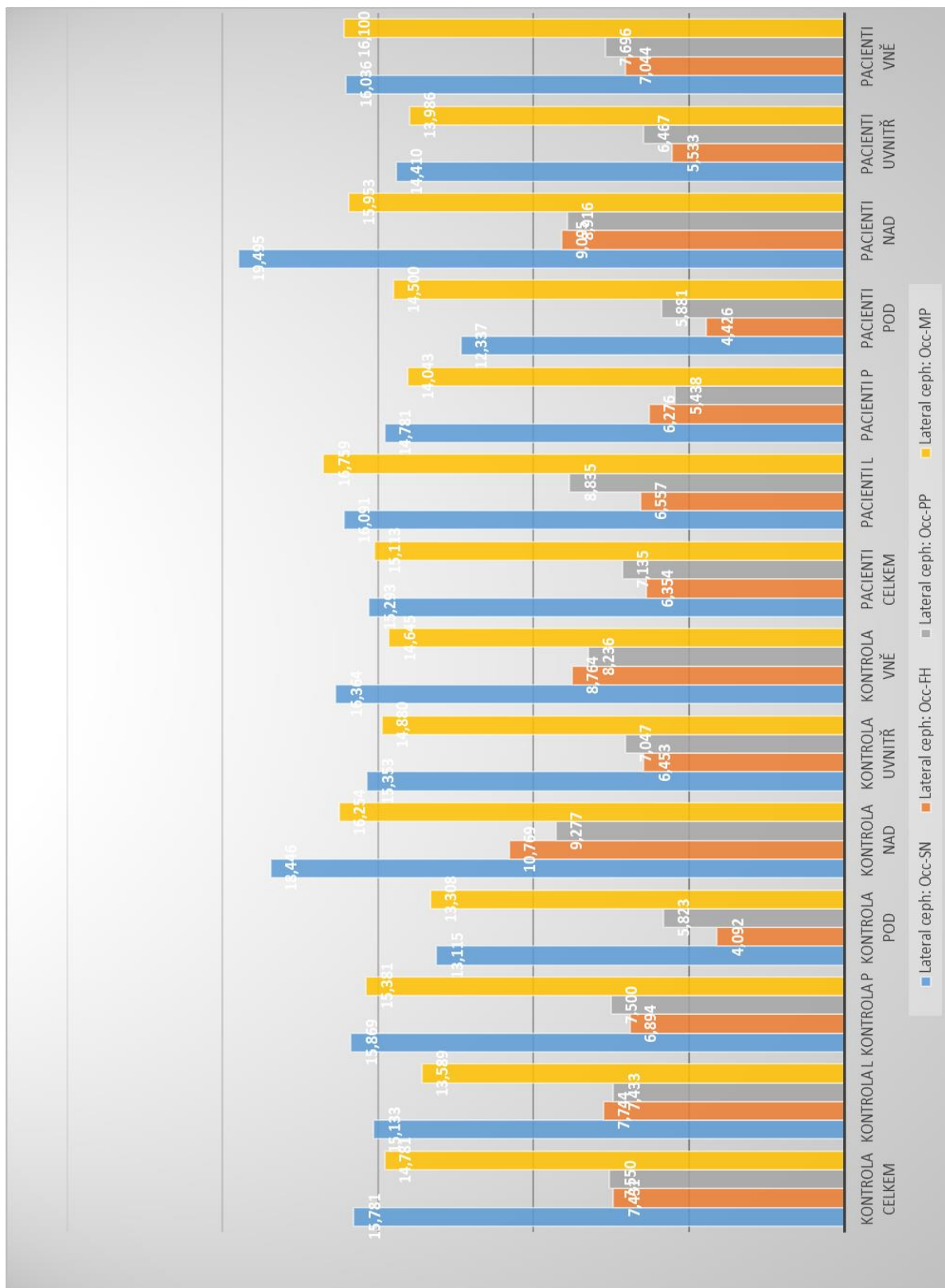
Tab. 7. Rozdělení a statistické vyhodnocení skupin podle stupně inklinace okluzní roviny vůči rovině Porion (UVNITŘ a VNĚ)

	Kontrola UVNITŘ	Pacienti UVNITŘ	Stat. test	Kontrola VNĚ	Pacienti VNĚ	Stat. test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI
	stupně (°)		kontrola a pacienti uvnitř	stupně (°)		kontrola a pacienti vně	uvnitř/VNĚ pouze v kontrole	uvnitř/VNĚ pouze u pacientů
Lateral ceph: Occ-SN								
průměr	15,35	14,41	0,4465	16,36	16,04	0,8542	0,5346	0,2099
SD	3,14	4,21		5,04	4,41			
max	20,20	24,30		29,40	25,00			
min	8,50	6,40		10,70	7,60			
Lateral ceph: Occ-FH								
průměr	6,45	5,53	0,5392	8,76	7,04	0,3547	0,2612	0,1865
SD	4,82	3,65		5,37	3,93			
max	13,20	12,20		18,70	14,20			
min	-4,20	-3,90		2,40	0,60			
Lateral ceph: Occ-PP								
průměr	7,05	6,47	0,6456	8,24	7,70	0,6805	0,3508	0,3240
SD	2,88	4,60		3,49	3,76			
max	11,40	14,00		15,60	15,20			
min	2,70	-0,20		2,90	1,40			
Lateral ceph: Occ-MP								
průměr	14,88	13,99	0,5235	14,65	16,10	0,2886	0,8614	0,1221
SD	3,17	5,13		3,59	3,84			
max	19,20	23,90		22,30	25,00			
min	6,30	1,90		10,10	8,60			
Frontal ceph: Occ-Porion Plane	plus pro L, minus pro R							
průměr	-0,08	-0,03	0,7515	-0,25	0,00	0,7348	0,7801	0,9500
SD	0,49	0,46		1,98	2,20			
max	0,90	0,90		3,20	3,00			
min	-0,80	-0,80		-2,60	-4,60			
Frontal ceph: Occ-Porion Plane	bez rozlišení stran, pouze hodnota							
průměr	0,40	0,36	0,6806	1,80	1,97	0,5344	0,0000	0,0000
SD	0,27	0,28		0,65	0,90			
max	0,90	0,90		3,20	4,60			
min	0,00	0,00		1,00	1,00			

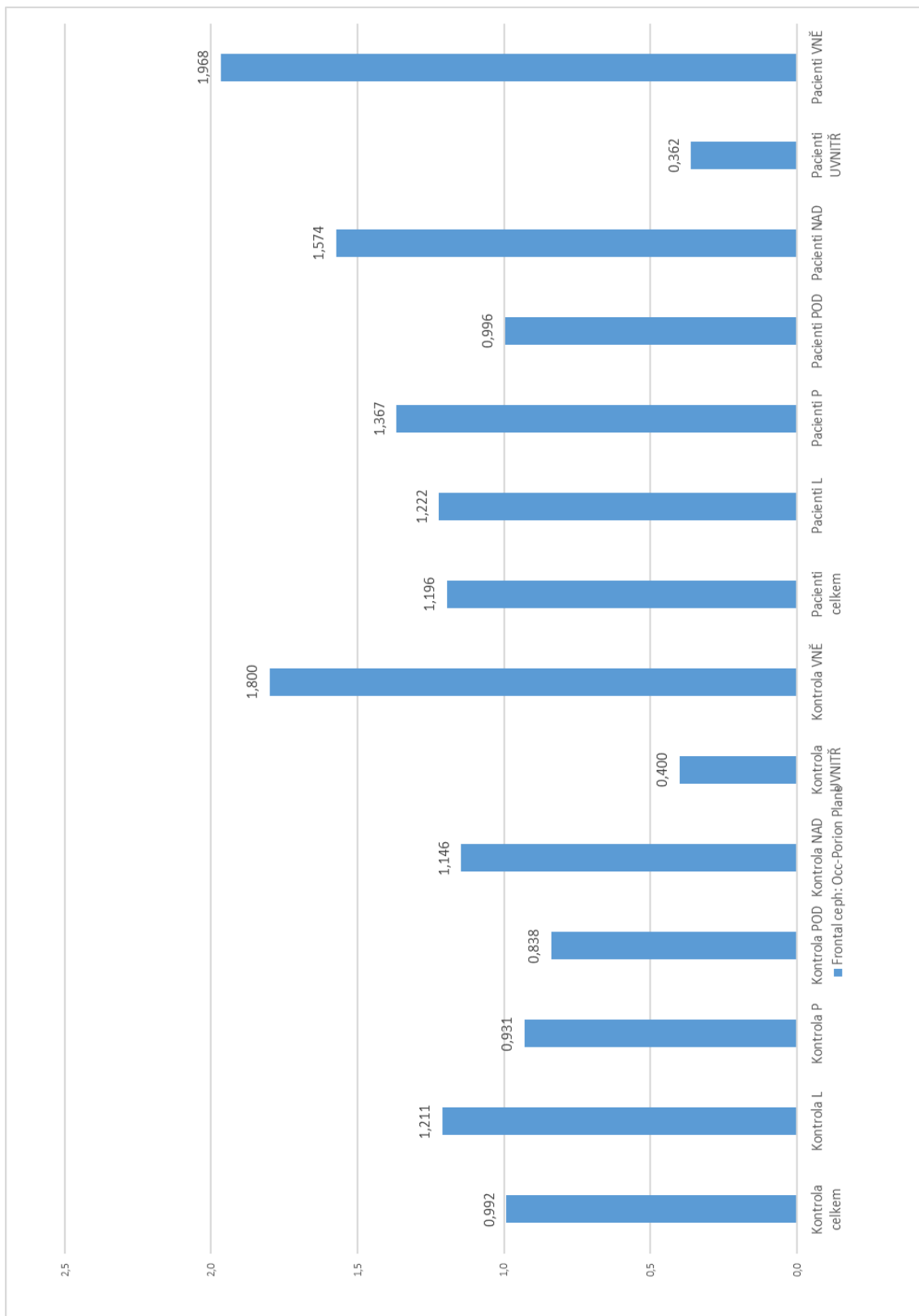
Tab. 8. Rozdělení a statistické vyhodnocení skupin podle směru inklinace okluzní roviny vůči rovině

Porion (L a P)

	Kontrola L	Pacienti L	Statistický test	Kontrola P	Pacienti P	Statistický test
	stupně (°)		rovnání kontrola a pacienti L	stupně (°)		rovnání kontrola a pacienti P
Lateral ceph: Occ-SN						
průměr	15,13	16,09	0,4264	15,87	14,78	0,4647
SD	1,96	4,76		4,79	3,89	
max	18,30	24,30		29,40	25,00	
min	12,10	6,40		8,50	8,30	
Lateral ceph: Occ-FH						
průměr	7,74	6,56	0,3567	6,89	6,28	0,7217
SD	2,74	4,18		6,05	3,69	
max	11,50	13,40		18,70	14,20	
min	2,90	-3,90		-4,20	-0,50	
Lateral ceph: Occ-PP						
průměr	7,43	8,83	0,2647	7,50	5,44	0,1047
SD	2,83	3,72		3,46	4,05	
max	11,40	15,20		15,60	12,30	
min	3,30	1,60		2,70	-0,20	
Lateral ceph: Occ-MP						
průměr	13,59	16,76	0,0061	15,38	14,04	0,3040
SD	1,83	4,12		3,85	3,87	
max	16,60	25,00		22,30	20,40	
min	11,20	10,20		6,30	5,10	
Frontal ceph: Occ-Porion Plane						
průměr	1,21	1,22	0,9778	-0,93	-1,37	0,1988
SD	1,00	0,83		0,74	1,26	
max	3,20	3,00		-0,10	-0,10	
min	0,20	0,10		-2,60	-4,60	
Frontal ceph: Occ-Porion Plane						
průměr	1,21	1,22	0,9778	0,93	1,37	0,1988
SD	1,00	0,83		0,74	1,26	
max	3,20	3,00		2,60	4,60	
min	0,20	0,10		0,10	0,10	



Obr. 25. Inklinace sklonu okluzní roviny vůči dalším rovinám na teleroentgenových snímcích v sagitální projekci po rozdělení probandů experimentálního a kontrolního souboru do skupin NAD a POD, UVNITŘ a VNĚ, L a P (ve stupních).



Obr. 26. Inklinace sklonu okluzní roviny vůči dalším rovinám na telerentgenových snímcích ve frontální projekci po rozdělení probandů experimentálního a kontrolního souboru do skupin NAD a POD, UVNITŘ a VNĚ, L a P (ve stupních).

5.3. Výsledky kineziografického vyšetření obou souborů

Kineziografické parametry (maximální rychlost otevírání a zavírání úst) se porovnávaly mezi dvěma základními soubory probandů několika způsoby:

1. Bez ohledu na inklinaci okluzní roviny (Tab. 9).
2. Ve vztahu k sagitální inklinaci okluzní roviny (Tab. 10).
3. Ve vztahu k frontální inklinaci okluzní roviny (Tab. 11).

Maximální rychlost otevírání a zavírání úst v milimetrech za vteřinu (mm/s) byla registrována u všech probandů metodou počítačové kineziografie a následně byla porovnávaná mezi podskupinami experimentálního a kontrolního souboru, definovanými podle sklonu okluzní roviny. Rozdělení na podskupiny se provádělo již zmíněným způsobem (viz kapitola 5.2.) – podle sagitálního sklonu okluzní roviny vůči rovině Sella-Nasion (NAD a POD), frontálního sklonu okluzní roviny vůči rovině Porion bez rozdílu stran (UVNITŘ a VNĚ) a podle směru inklinace (P a L). Výsledky vyšetření jsou zaznamenány v tabulkách č. 9, 10, 11 a na Obr. 27.

Tab. 9. Rychlost otevírání a zavírání úst (mm/s) u probandů experimentálního a kontrolního souboru bez rozdělení na podskupiny

	Kontrola	Pacienti	Statistický test
			srovnání kontrola a pacienti
Opening velocity			
průměr	376,88	331,76	0,0187
SD	69,82	79,80	
max	523,00	524,00	
min	229,00	151,00	
Closing velocity			
průměr	424,23	374,09	0,0055
SD	55,82	92,67	
max	558,00	607,00	
min	310,00	179,00	

Tab. 10. Rychlost otevírání a zavírání úst (mm/s) u probandů experimentálního a kontrolního souboru s rozdělením na podskupiny podle směru sklonu okluzní roviny v sagitální projekci

	Kontrola POD	Pacienti POD	Statistický test	Kontrola NAD	Pacienti NAD	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI
			srovnání kontrola a pacienti POD			srovnání kontrola a pacienti NAD	srovnání POD/NAD pouze v kontrole	srovnání POD/NAD pouze u pacientů
Opening velocity								
průměr	367,31	336,63	0,2786	386,46	324,84	0,0164	0,4955	0,6272
SD	82,88	79,81		55,57	81,45			
max	485,00	524,00		523,00	436,00			
min	229,00	176,00		311,00	151,00			
Closing velocity								
průměr	400,69	382,15	0,4409	447,77	362,63	0,0016	0,0283	0,4880
SD	53,62	96,58		49,15	88,09			
max	485,00	607,00		558,00	478,00			
min	310,00	179,00		371,00	195,00			

Tab. 11. Rychlost otevírání a zavírání úst (mm/s) u probandů experimentálního a kontrolního souboru s rozdělením na podskupiny podle směru sklonu okluzní roviny ve frontální projekci

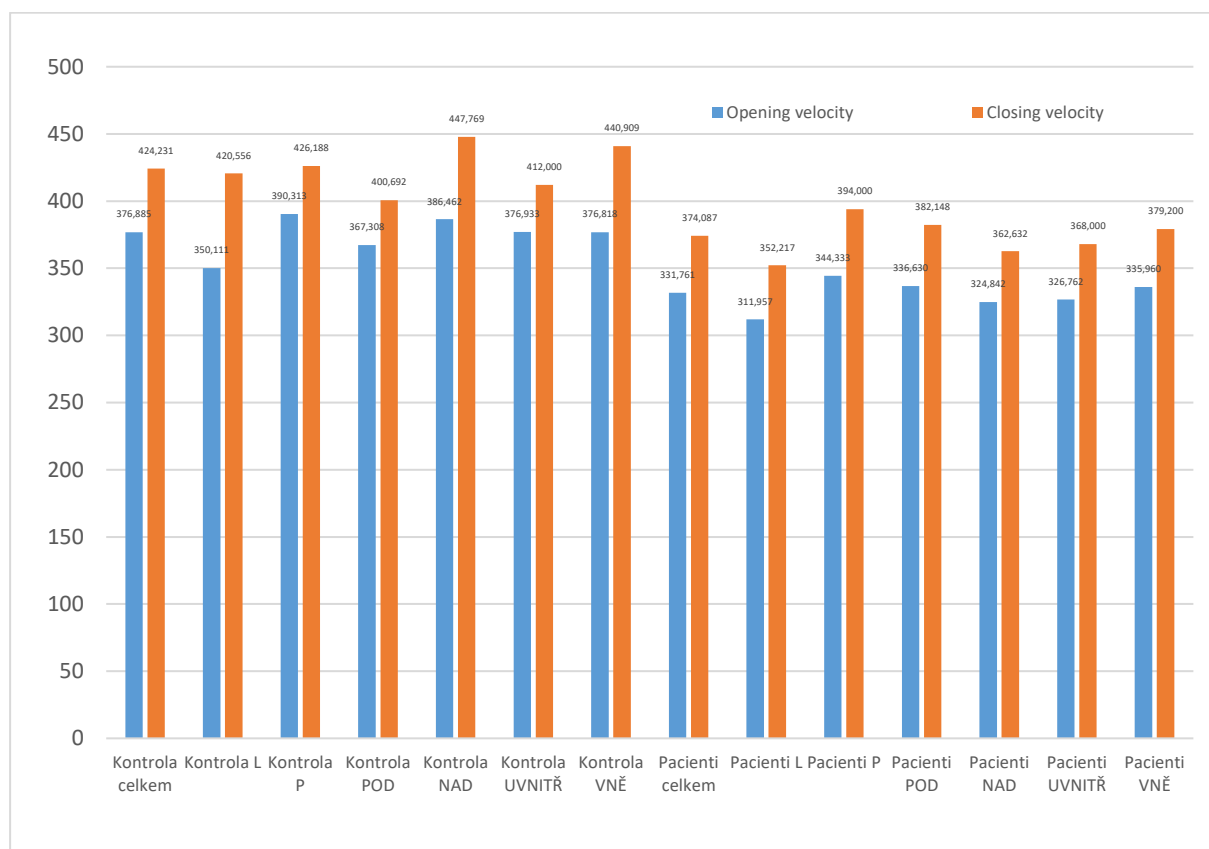
	Kontrola uvnitř	Pacienti uvnitř	Statistický test	Kontrola mimo	Pacienti mimo	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI
			srovnání kontrola a pacienti uvnitř			srovnání kontrola a pacienti mimo	srovnání uvnitř/mimo pouze v kontrole	srovnání uvnitř/mimo pouze u pacientů
Opening velocity								
průměr	376,93	326,76	0,0455	376,82	335,96	0,2138	0,9971	0,7016
SD	48,49	94,32		94,32	66,99			
max	459,00	524,00		523,00	436,00			
min	279,00	151,00		229,00	176,00			
Closing velocity								
průměr	412,00	368,00	0,1190	440,91	379,20	0,0156	0,1979	0,6878
SD	51,21	110,07		59,89	77,11			
max	485,00	607,00		558,00	486,00			
min	310,00	179,00		350,00	257,00			

Z údajů uvedených v tabulce č. 10 vyplývá, že statisticky významný rozdíl z hlediska rychlosti otevírání a zavírání úst mezi probandy experimentálního a kontrolního souboru se projevil v případě porovnání uvnitř podskupiny NAD (sklon okluzní roviny vůči rovině Sella-Nasion v sagitální projekci více než $15,75^\circ$). U pacientů (experimentální soubor) rychlost otevírání úst byla podstatně nižší (324,84 mm/s), než u zdravých dobrovolníků v kontrolním souboru (386,46 mm/s). Obdobné výsledky byly zaznamenány i při posouzení rychlosti zavírání úst - 362,63 mm/s u pacientů a 447,77 mm/s u dobrovolníků.

Zároveň bylo zjištěno, že při inklinaci okluzní roviny menší, než $15,75^\circ$ rozdíly byly mnohem menší a statisticky nevýznamné, i když se tady projevila podobná tendence (v kontrolním souboru průměrná rychlost otevírání a zavírání úst byla vyšší, než u pacientů s onemocněním kloubu v experimentálním souboru).

V tabulce č. 11 jsou uvedeny výsledky porovnání rychlosti otevírání a zavírání úst mezi probandy experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny ve frontální projekci. Při otevírání úst statisticky významný rozdíl byl nalezen mezi probandy experimentálního a kontrolního souboru v případě frontálního sklonu okluzní roviny menšího než 1° (UVNÍTŘ): 326,76 mm/s v experimentálním a 376,93 mm/s v kontrolním souboru. Při vyhodnocení výsledků měření rychlosti zavírání úst statisticky významný rozdíl byl naopak zaznamenán v případě frontálního sklonu okluzní roviny většího než 1° (VNĚ): 379,20 mm/s v experimentálním a 440,91 mm/s v kontrolním souboru.

Obr. 27. Přehled skupin a podskupin z hlediska výsledků kineziografického vyšetření



5.4. Výsledky vibrometrického vyšetření probandů v obou souborech

Informace získaná provedením vibrometrického vyšetření temporomandibulárního kloubu u obou skupin probandů vzhledem k zaměření našeho výzkumu byla vyhodnocována ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontálním a sagitálním směru. Výsledky byly uspořádány podle stupně a směru inklinace do třech kategorií:

5.4.1. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny v sagitální projekci

5.4.2. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci z hlediska stupně asymetrie

5.4.3. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci z hlediska směru asymetrie

5.4.1. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny v sagitální projekci

Z informace představené v tabulce č. 12 je vidět, že probandi z experimentálního souboru měli větší hodnoty vibrací v obou kloubech v porovnání s kontrolním souborem. Tato souvislost byla přibližně stejná při porovnání vibrací v temporomandibulárním kloubu jak mezi pacienty a dobrovolníky z podskupiny POD, tak i při porovnání v podskupině NAD. Vyhodnocení podskupin POD a NAD uvnitř každého jednotlivého souboru (experimentálního a kontrolního) neprokázalo statisticky významný rozdíl.

Tab. 12. Výsledky vibrometrického vyšetření ve vztahu k sagitální inklinaci okluzní roviny

	Kontrola POD	Pacienti POD	Statistický test	Kontrola NAD	Pacienti NAD	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI
			srovnání kontrola a pacienti POD			srovnání kontrola a pacienti NAD	srovnání POD/NAD pouze v kontrola	srovnání POD/NAD pouze u pacientů
JVA: Opening vibration R								
průměr	13,86	26,05	0,1169	9,72	38,87	0,0046	0,1876	0,2624
SD	9,60	36,79		5,36	39,03			
max	33,20	189,60		20,80	121,00			
min	3,50	2,50		2,80	2,80			
JVA: Opening vibration L								
průměr	9,92	29,82	0,0550	9,88	53,64	0,0225	0,9883	0,2089
SD	6,89	50,66		6,28	76,17			
max	21,40	261,90		21,80	243,00			
min	0,10	2,50		2,80	4,00			
JVA: Opening vibration - average								
průměr	11,89	27,93	0,0388	9,80	46,26	0,0097	0,3749	0,1833
SD	6,66	37,32		5,01	54,71			
max	25,10	156,15		18,15	176,65			
min	3,90	2,50		3,30	3,80			
JVA: Closing vibration R								
průměr	15,92	33,68	0,0142	12,57	26,53	0,0042	0,2620	0,3516
SD	8,99	33,17		5,48	17,91			
max	37,90	125,00		19,90	68,30			
min	6,00	4,30		3,90	4,30			
JVA: Closing vibration L								
průměr	9,69	34,19	0,0008	10,39	30,11	0,0055	0,8024	0,6505
SD	9,08	31,73		4,02	27,02			
max	23,50	113,00		18,50	110,50			
min	0,00	3,10		3,10	4,00			
JVA: Closing vibration - average								
průměr	12,81	33,93	0,0004	11,48	28,32	0,0013	0,4509	0,4382
SD	4,63	26,86		4,18	19,07			
max	21,70	115,50		18,40	79,25			
min	5,25	3,70		3,60	4,15			

5.4.2. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci z hlediska stupně asymetrie

Podobným způsobem byly skupiny analyzovány i v případě rozdělení probandů z hlediska stupně asymetrie okluzní roviny – méně než 1° (UVNITŘ) a více než 1° (VNĚ). Porovnání těchto podskupin je uvedeno v tabulce č. 13.

Tab. 13. Výsledky vibrometrického vyšetření ve vztahu k frontální inklinaci okluzní roviny

	Kontrola uvnitř	Pacienti uvnitř	Statistický test	Kontrola mimo	Pacienti mimo	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI
			srovnání kontrola a pacienti uvnitř			srovnání kontrola a pacienti mimo	srovnání uvnitř/mimo pouze v kontrole	srovnání uvnitř/mimo pouze u pacientů
JVA: Opening vibration R								
průměr	12,97	21,95	0,1278	10,18	39,24	0,0043	0,3847	0,1074
SD	8,88	23,98		6,40	45,43			
max	33,20	90,00		20,80	189,60			
min	3,80	2,50		2,80	2,80			
JVA: Opening vibration L								
průměr	11,48	16,32	0,1410	7,75	59,26	0,0037	0,1497	0,0137
SD	6,84	12,28		5,47	79,95			
max	21,80	55,50		18,60	261,90			
min	2,80	2,50		0,10	4,00			
JVA: Opening vibration - average								
průměr	12,23	19,14	0,0841	8,97	19,01	0,5028	0,1662	0,9899
SD	6,50	15,92		4,49	26,38			
max	25,10	63,25		18,05	58,45			
min	3,30	2,50		3,90	3,80			
JVA: Closing vibration R								
průměr	14,69	38,31	0,0071	13,64	24,35	0,0118	0,7300	0,1115
SD	8,77	35,22		5,66	18,17			
max	37,90	125,00		23,30	68,30			
min	4,10	4,30		3,90	4,30			
JVA: Closing vibration L								
průměr	10,19	37,08	0,0004	9,84	28,66	0,0064	0,8992	0,3430
SD	7,90	28,26		5,57	30,77			
max	23,50	106,00		21,90	113,00			
min	0,00	3,10		0,10	3,70			
JVA: Closing vibration - average								
průměr	12,44	37,69	0,0002	11,74	41,06	0,1434	0,6927	0,8214
SD	5,19	26,62		3,15	29,79			
max	21,70	115,50		17,85	79,25			
min	3,60	3,70		5,85	7,85			

V tabulce č. 13 uvedená čísla ukazují, že stejně i jako v předchozím porovnání, pacienti s onemocněním kloubu mají větší amplitudu vibrací. Projevilo se to při otevírání a při zavírání úst ve většině testů bez návaznosti na stupeň asymetrie (VNĚ a UVNITŘ).

Statisticky významný rozdíl mezi probandy experimentálního a kontrolního souboru však nebyl zjištěn při otevírání úst v případech, kdy asymetrie okluzní roviny nepřesahovala 1° .

Analýza vibrací v experimentálním souboru navíc ukázala, že při sklonu okluzní roviny větším než 1° , vibrace v levém kloubu při otevírání úst měly statisticky větší amplitudu. V jiných případech nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi stranami nebo jednotlivými fázemi pohybu (otevírání nebo zavírání úst).

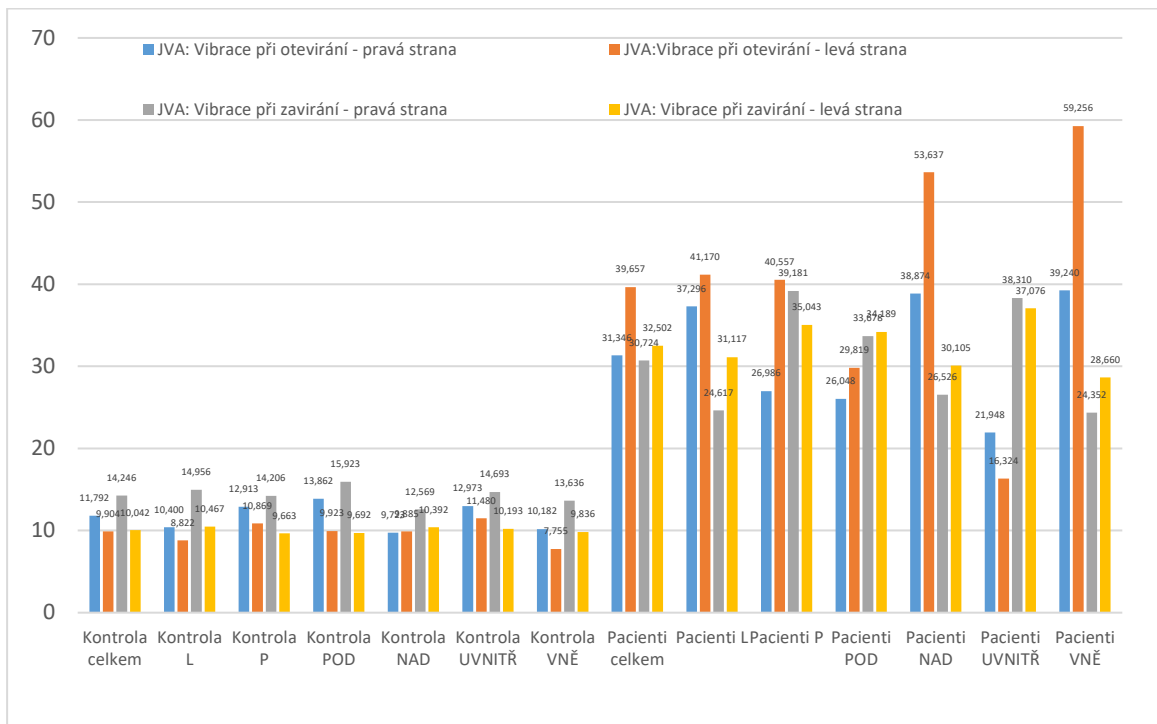
5.4.3. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci z hlediska směru asymetrie

Podle údajů, uvedených v tabulce č. 14 směr asymetrie okluzní roviny (doprava nebo doleva) neměl vliv na vznik vibrací. Porovnání výsledků vyšetření v experimentálním a kontrolním souboru ukazuje, že probandi s onemocněním temporomandibulárního kloubu měli vždy větší vibrace než zdraví dobrovolníci (Tab. 14, Obr. 28 a 29).

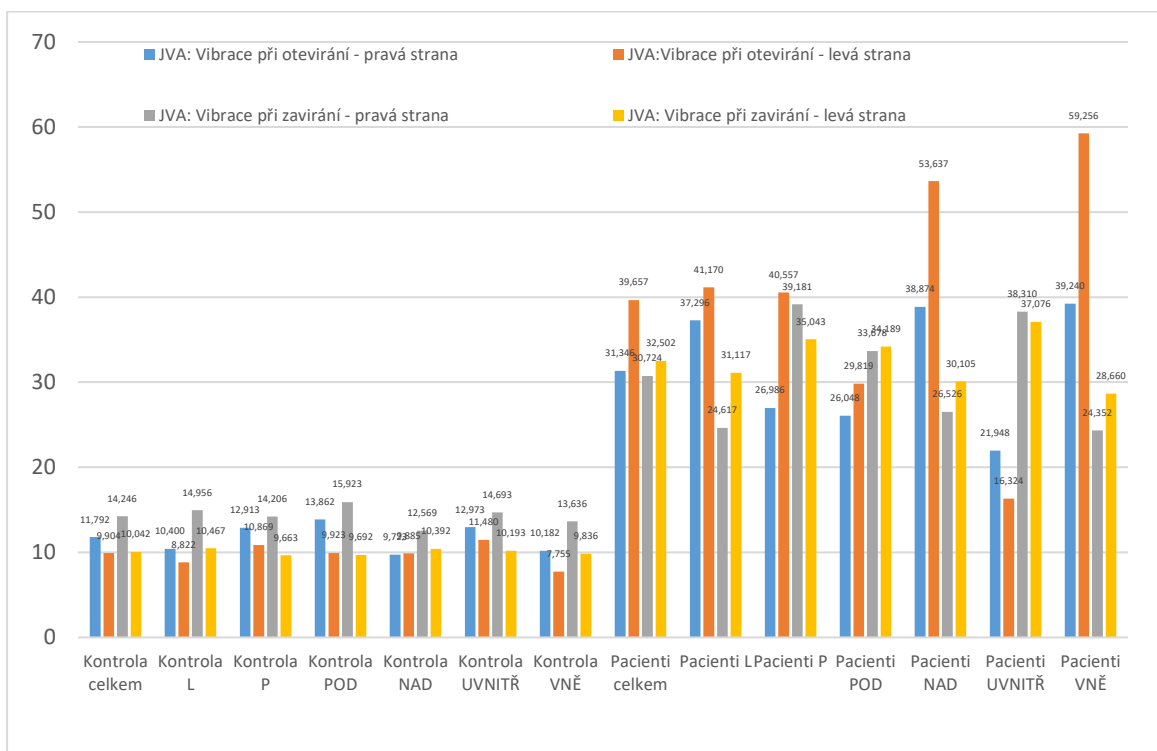
Tab. 14. Výsledky vibrometrického vyšetření ve vztahu ke směru frontální inklinace okluzní roviny

	Kontrola	Pacienti	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI	Kontrola L	Pacienti L	Statistický test	Kontrola P	Pacienti P	Statistický test
			srovnání kontrola a pacienti	srovnání stran L/P pouze v	srovnání stran L/P pouze u			srovnání kontrola a pacienti L			srovnání kontrola a pacienti P
JVA: Opening vibration R											
průměr	11,79	31,35	0,0014	0,2631	0,2570	10,40	37,30	0,0155	12,91	26,99	0,0192
SD	7,91	37,84				8,09	47,95		8,05	24,10	
max	33,20	189,60				28,80	189,60		33,20	100,00	
min	2,80	2,50				3,50	2,50		2,80	2,80	
JVA: Opening vibration L											

průměr	9,90	39,66	0,0026			8,82	41,17	0,0150	10,87	40,56	0,0716
SD	6,46	62,80				6,34	58,18		6,65	71,19	
max	21,80	261,90				21,40	243,00		21,80	261,90	
min	0,10	2,50				2,80	2,50		0,10	4,00	
JVA: Opening vibration - average											
průměr	10,85	35,50	0,0007			9,61	39,23	0,0086	11,89	33,77	0,0386
SD	5,87	45,67				6,58	48,50		5,49	44,97	
max	25,10	176,65				25,10	176,65		20,00	168,05	
min	3,30	2,50				3,30	2,50		4,00	3,80	
JVA: Closing vibration R											
průměr	14,25	30,72	0,0004	0,0722	0,7087	14,96	24,62	0,0712	14,21	39,18	0,0040
SD	7,49	27,87				10,20	18,48		5,96	34,90	
max	37,90	125,00				37,90	70,70		23,60	125,00	
min	3,90	4,30				4,10	4,30		3,90	4,30	
JVA: Closing vibration L											
průměr	10,04	32,50	0,0000			10,47	31,12	0,0038	9,66	35,04	0,0016
SD	6,89	29,63				6,82	29,36		7,32	31,38	
max	23,50	113,00				23,50	110,50		23,50	113,00	
min	0,00	3,10				0,00	3,10		0,00	3,70	
JVA: Closing vibration - average											
průměr	12,14	31,61	0,0000			12,71	27,87	0,0032	11,93	37,11	0,0004
SD	4,38	23,88				5,42	20,84		3,98	26,96	
max	21,70	115,50				21,70	79,25		18,40	115,50	
min	3,60	3,70				3,60	3,70		5,25	4,15	



Obr. 28. Výsledky vibrometrického vyšetření probandů experimentálního a kontrolního souboru podle strany vzniku vibrace



Obr. 29. Výsledky vibrometrického vyšetření probandů experimentálního a kontrolního souboru bez rozdělení na strany vzniku vibrace

5.5. Myografické parametry (tonus svalů v klidu a při napětí) v obou souborech a jejich korelace s cephalometrickými hodnotami

Myografie se prováděla v klidu (klidová, Resting) a při maximálním zatížení žvýkacích svalů (zátěžová, Clench).

Při podrobném vyhodnocení a statistickém zpracování biometrických dat, získaných pomocí myografie, byl kladen důraz především na zjišťování možné souvislosti mezi napětím jednotlivých svalů a inklinací okluzní roviny.

Mezi experimentálním a kontrolním souborem se porovnával tonus každého z 8 vyšetřovaných svalů samostatně (pravý a levý) a také průměrný tonus m. temporalis, m. masseter, m. digastricus anterior, m. sternocleidomastoideus (bez rozdílu strany). Souhrnný přehled výsledků je uveden na Obr. 30 a 31.

Výsledky myografického vyšetření byly rozděleny do skupin:

- 5.5.1. Klidová myografie u probandů experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny ve frontální projekci (Tab. 15).
- 5.5.2. Zátěžová myografie u probandů experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny ve frontální projekci (Tab. 16).
- 5.5.3. Klidová myografie u probandů experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny v sagitální projekci (Tab. 17).
- 5.5.4. Zátěžová myografie u probandů experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny v sagitální projekci (Tab. 18).

- 5.5.1. Klidová myografie u probandů experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny ve frontální projekci.

Z uvedených údajů v tabulce č. 15 vyplývá, že statisticky významný rozdíl svalového tonu v klidu mezi probandy obou souborů byl prokázán u m. masseter na levé straně (na pravé straně nebyl vyhodnocen jako významný ze statistického hlediska) a při porovnání tonu m. masseter bez rozdílu stran.

V obou případech tonus m. masseter byl prokazatelně vyšší u osob s onemocněním temporomandibulárního kloubu (experimentální soubor) než u zdravých dobrovolníků (kontrolní

soubor). V kontrolním souboru tonus m. masseter sinister v klidovém stavu byl 1,51 mV, v experimentálním - 1,2 mV. Při porovnání napětí m. masseter bez rozdílu stran výsledek byl podobný: vyšší tonus v experimentálním souboru (1,45 mV), než v kontrolním (1,23 mV).

Z uvedené tabulky dále vyplývá, že uvnitř obou souborů byl prokázán rozdíl v napětí m. digastricus mezi stranami. Na pravé straně tonus byl v průměru vyšší než na levé. Žádný statisticky významný rozdíl z hlediska napětí m. digastricus však nebyl prokázán mezi probandy experimentálního a kontrolního souboru.

Získané údaje také ukazují, že uvnitř experimentálního souboru bylo zaregistrováno v průměru vyšší napětí m. sternocleidomastoideus na pravé straně.

Tab. 15. Klidové myografické parametry (tonus v mV) u probandů experimentálního a kontrolního souboru bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny ve frontální projekci (L a P)

	Kontrola	Pacienti	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI	Kontrola L	Pacienti L	Statistický test	Kontrola P	Pacienti P	Statistický test
	mV		srovnání kontrola a pacienti	srovnání stran L/P pouze v kontrole	srovnání stran L/P pouze u pacientů	mV		srovnání kontrola a pacienti L	mV		srovnání kontrola a pacienti P
Resting EMG: tonus TA-R											
průměr	1,68	1,35	0,1365	0,1566	0,3427	1,51	1,40	0,6131	1,83	1,31	0,1320
SD	1,04	0,49				0,56	0,52		1,25	0,47	
max	5,90	3,20				2,40	3,20		5,90	2,40	
min	0,70	0,70				0,70	0,70		0,90	0,70	
Resting EMG: tonus TA-L											
průměr	1,38	1,42	0,7649			1,56	1,47	0,7228	1,31	1,42	0,4527
SD	0,46	0,57				0,59	0,66		0,37	0,48	
max	2,90	3,10				2,90	3,10		2,20	2,10	
min	0,70	0,40				1,00	0,40		0,70	0,60	
Resting EMG: tonus TA average											
průměr	1,53	1,39	0,2963			1,53	1,43	0,6160	1,57	1,37	0,2981
SD	0,61	0,48				0,46	0,56		0,69	0,38	
max	3,50	3,15				2,25	3,15		3,50	2,00	
min	0,80	0,70				1,00	0,70		0,80	0,80	
Resting EMG: tonus MM-R											
průměr	1,27	1,39	0,1935	0,3736	0,1055	1,31	1,54	0,1729	1,23	1,26	0,7824
SD	0,33	0,44				0,40	0,43		0,30	0,41	
max	2,10	2,50				2,10	2,50		2,00	2,30	
min	0,80	0,80				0,90	0,80		0,80	0,90	
Resting EMG: tonus MM-L											
průměr	1,20	1,51	0,0168			1,31	1,72	0,1233	1,13	1,29	0,3205
SD	0,48	0,56				0,66	0,52		0,38	0,55	
max	2,60	3,00				2,60	2,70		1,80	3,00	
min	0,60	0,80				0,80	0,80		0,60	0,80	
Resting EMG: tonus MM average											
průměr	1,23	1,45	0,0294			1,31	1,63	0,1188	1,57	1,27	0,4086
SD	0,37	0,44				0,50	0,42		0,69	0,40	
max	2,35	2,55				2,35	2,55		3,50	2,30	
min	0,70	0,85				0,90	0,95		0,80	0,85	

Resting EMG: tonus DA-R											
průměr	1,24	1,33	0,3416	0,0266	0,0024	1,32	1,48	0,4249	1,19	1,20	0,9521
SD	0,37	0,45				0,49	0,52		0,30	0,32	
max	2,30	2,70				2,30	2,70		1,80	2,10	
min	0,60	0,70				0,70	0,80		0,60	0,70	
Resting EMG: tonus DA-L											
průměr	1,42	1,50	0,4284			1,41	1,62	0,2336	1,44	1,40	0,7445
SD	0,42	0,42				0,41	0,49		0,44	0,30	
max	2,60	2,70				2,00	2,70		2,60	2,10	
min	0,80	0,80				0,80	0,90		0,80	0,90	
Resting EMG: tonus DA average											
průměr	1,33	1,42	0,3303			1,37	1,55	0,3028	1,32	1,30	0,8491
SD	0,35	0,40				0,43	0,48		0,31	0,24	
max	2,15	2,65				2,15	2,65		2,00	1,90	
min	0,75	0,80				0,75	1,00		0,80	0,90	
Resting EMG: tonus SCM-R											
průměr	1,56	1,64	0,6392	0,2888	0,0430	1,27	1,56	0,1460	1,75	1,79	0,8950
SD	0,66	0,82				0,32	0,79		0,75	0,88	
max	3,70	4,50				1,80	4,50		3,70	3,90	
min	0,80	0,80				0,80	0,90		0,80	0,80	
Resting EMG: tonus SCM-L											
průměr	1,38	1,41	0,8503			1,29	1,47	0,3074	1,45	1,37	0,7415
SD	0,69	0,51				0,37	0,56		0,84	0,48	
max	3,60	3,10				1,80	3,10		3,60	2,30	
min	0,60	0,70				0,70	0,70		0,60	0,90	
Resting EMG: tonus SCM average											
průměr	1,47	1,52	0,6726			1,28	1,51	0,1248	1,60	1,58	0,9150
SD	0,53	0,57				0,26	0,58		0,61	0,58	
max	3,05	3,05				1,80	3,05		3,05	2,95	
min	0,85	0,85				0,90	0,90		0,85	0,85	

5.5.2. Zátěžová myografie u probandů experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny ve frontální projekci.

Myografické vyšetření při provedení testu Clench (maximální zatínání zubů v interkuspидální okluzi s cílem dosáhnout největšího napětí žvýkacích svalů) ukázalo řadu souvislostí, které jsou uvedeny v tabulce č. 16. Například probandi s onemocněním temporomandibulárního kloubu vyvíjeli prokazatelně nižší sílu m. temporalis (106,59 mV v experimentálním a 130,85 mV v kontrolním souboru).

Dále bylo zjištěno, že největší rozdíly mezi soubory z hlediska tonu m. masseter se projeví na pravé straně při inklinaci okluzní roviny doleva (161,67 mV vs. 102,37 mV).

Tab. 16. Myografické parametry (tonus v mV) při maximálním svalovém napětí u probandů experimentálního a kontrolního souboru bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny ve frontální projekci (L a P)

	Kontrola	Pacienti	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI	Kontrola L	Pacienti L	Statistický test	Kontrola P	Pacienti P	Statistický test
	mV		rovnání kontrola a pacienti	rovnání stran L/P pouze v kontrole	rovnání stran L/P pouze u pacientů	mV		rovnání kontrola a pacienti L	mV		rovnání kontrola a pacienti P
Clench: tonus TA-R											
průměr	126,39	112,42	0,2528	0,5259	0,1734	146,26	109,73	0,0916	113,19	107,12	0,6516
SD	45,07	56,12				47,55	62,94		41,06	38,85	
max	201,80	264,70				201,80	256,00		190,50	179,10	
min	65,10	21,90				78,30	21,90		65,10	36,50	
Clench: tonus TA-L											
průměr	130,85	106,59	0,0468			145,89	107,14	0,0567	122,92	96,06	0,0749
SD	48,30	49,03				45,85	53,81		50,59	31,74	
max	240,10	266,60				234,70	266,60		240,10	154,70	
min	69,10	29,00				74,00	32,20		69,10	29,00	
Clench: tonus TA average											
průměr	128,62	109,50	0,0962			146,07	108,43	0,0562	118,05	101,59	0,2153
SD	43,25	50,72				42,89	56,52		42,72	33,87	
max	218,25	261,30				218,25	261,30		207,35	165,00	
min	67,10	28,80				76,15	28,80		67,10	38,40	
Clench: tonus MM-R											
průměr	123,79	98,45	0,0777	0,3030	0,7710	161,67	102,37	0,0216	99,85	88,01	0,4587
SD	60,39	51,12				59,07	56,89		51,26	42,08	
max	265,60	228,30				265,60	228,30		220,30	188,40	
min	31,80	6,80				102,00	6,80		31,80	29,40	
Clench: tonus MM-L											
průměr	130,35	96,94	0,0359			174,10	100,42	0,0131	101,66	88,54	0,4199
SD	65,62	58,20				66,23	67,30		50,28	45,70	
max	266,90	248,80				266,90	248,80		198,00	179,80	
min	32,60	7,60				84,80	7,60		32,60	20,60	
Clench: tonus MM average											
průměr	127,07	97,70	0,0444			167,88	101,39	0,0119	100,76	88,28	0,4202
SD	61,03	51,93				58,86	59,34		49,28	41,29	
max	262,90	238,55				262,90	238,55		209,15	161,45	
min	32,20	7,20				101,50	7,20		32,20	32,90	

Clench: tonus DA-R											
průměr	13,59	10,67	0,1584	0,3715	0,9741	19,03	10,49	0,0319	9,99	9,80	0,9323
SD	8,39	8,15				9,46	7,62		5,76	8,33	
max	37,30	40,50				37,30	34,90		19,70	40,50	
min	0,90	1,00				7,80	1,00		0,90	3,40	
Clench: tonus DA-L											
průměr	14,37	10,72	0,1395			19,79	8,18	0,0063	11,29	12,18	0,8343
SD	7,51	13,22				9,54	3,20		4,22	18,49	
max	40,00	90,30				40,00	13,40		18,70	90,30	
min	3,10	2,10				8,00	3,70		3,10	2,10	
Clench: tonus DA average											
průměr	13,98	10,70	0,1238			19,41	9,33	0,0118	10,64	10,99	0,9129
SD	7,66	10,01				9,30	4,99		4,55	13,19	
max	38,65	65,40				38,65	23,55		19,00	65,40	
min	3,25	2,75				7,90	3,60		3,25	2,75	
Clench: tonus SCM-R											
průměr	17,54	8,68	0,0396	0,0218	0,0053	17,18	9,16	0,0683	12,33	7,49	0,0631
SD	19,97	8,71				10,13	11,19		8,90	4,95	
max	104,30	51,70				32,60	51,70		34,00	20,90	
min	3,60	1,90				4,60	1,90		3,60	2,70	
Clench: tonus SCM-L											
průměr	12,61	5,97	0,0205			12,07	5,33	0,1319	9,93	6,15	0,1250
SD	13,17	5,72				11,87	4,25		7,33	7,09	
max	60,40	35,10				41,10	22,00		30,10	35,10	
min	3,00	1,20				3,30	2,00		3,00	1,20	
Clench: tonus SCM average											
průměr	15,08	7,33	0,0261			14,62	7,25	0,0789	11,13	6,82	0,0655
SD	16,12	6,67				10,45	7,58		7,49	5,67	
max	82,35	36,85				36,85	36,85		29,05	28,00	
min	3,30	2,15				4,50	2,15		3,30	2,20	

5.5.3. Klidová myografie u probandů experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny v sagitální projekci.

Při posouzení výsledků myografického vyšetření v klidu ve vztahu k inklinaci okluzní roviny v sagitální projekci oba soubory probandů byly rozděleny na 2 podskupiny – NAD a POD (Occ-SN méně než $15,75^\circ$ a více než $15,5^\circ$). Porovnání tonu jednotlivých svalů mezi podskupinami neprokázalo žádnou statisticky významnou souvislost (Tab. 17).

Tab. 17. Klidové myografické parametry (tonus v mV) v experimentálním a kontrolním souboru bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle stupně inklinace okluzní roviny v sagitální projekci

	Kontrola POD	Pacienti POD	Statistický test	Kontrola NAD	Pacienti NAD	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI
			srovnání kontrola a pacienti POD			srovnání kontrola a pacienti NAD	srovnání POD/NAD pouze v kontrole	srovnání POD/NAD pouze u pacientů
Resting EMG: tonus TA-R								
průměr	1,73	1,35	0,3372	1,64	1,36	0,2127	0,8267	0,9676
SD	1,32	0,55		0,71	0,41			
max	5,90	3,20		3,00	2,20			
min	0,80	0,70		0,70	0,70			
Resting EMG: tonus TA-L								
průměr	1,32	1,39	0,6961	1,45	1,47	0,9322	0,4551	0,6473
SD	0,54	0,57		0,37	0,59			
max	2,90	3,10		2,20	2,60			
min	0,70	0,60		0,80	0,40			
Resting EMG: tonus TA average								
průměr	1,52	1,37	0,5005	1,55	1,41	0,4514	0,9255	0,7674
SD	0,72	0,50		0,50	0,45			
max	3,50	3,15		2,60	2,25			
min	0,80	0,70		0,95	0,90			
Resting EMG: tonus MM-R								
průměr	1,35	1,46	0,4390	1,19	1,29	0,3634	0,2416	0,2227
SD	0,38	0,48		0,27	0,36			
max	2,10	2,50		1,60	2,30			
min	0,90	0,90		0,80	0,80			
Resting EMG: tonus MM-L								
průměr	1,17	1,49	0,1022	1,23	1,54	0,0826	0,7535	0,7563
SD	0,54	0,59		0,44	0,53			
max	2,60	3,00		2,20	2,70			
min	0,70	0,80		0,60	0,80			
Resting EMG: tonus MM average								
průměr	1,26	1,47	0,1537	1,21	1,42	0,1189	0,7550	0,6863
SD	0,41	0,47		0,33	0,40			
max	2,35	2,55		1,80	2,20			
min	0,90	0,85		0,70	0,90			
Resting EMG: tonus DA-R								

průměr	1,22	1,31	0,5588	1,25	1,36	0,4448	0,8366	0,7043
SD	0,45	0,41		0,28	0,51			
max	2,30	2,60		1,70	2,70			
min	0,70	0,70		0,60	0,80			
Resting EMG: tonus DA-L								
průměr	1,45	1,46	0,9228	1,38	1,55	0,2120	0,7178	0,5123
SD	0,55	0,39		0,24	0,48			
max	2,60	2,70		1,90	2,60			
min	0,80	0,80		1,10	0,90			
Resting EMG: tonus DA average								
průměr	1,33	1,39	0,7253	1,32	1,46	0,2525	0,9128	0,5761
SD	0,47	0,36		0,17	0,46			
max	2,15	2,65		1,80	2,60			
min	0,75	0,80		1,15	0,90			
Resting EMG: tonus SCM-R								
průměr	1,68	1,77	0,7471	1,44	1,46	0,9139	0,3675	0,2225
SD	0,81	0,83		0,47	0,81			
max	3,70	3,90		2,20	4,50			
min	1,00	0,80		0,80	0,90			
Resting EMG: tonus SCM-L								
průměr	1,49	1,49	0,9991	1,26	1,28	0,9039	0,4081	0,1771
SD	0,81	0,56		0,57	0,42			
max	3,60	3,10		2,80	2,30			
min	0,70	0,90		0,60	0,70			
Resting EMG: tonus SCM average								
průměr	1,58	1,63	0,8288	1,35	1,37	0,8848	0,2652	0,1351
SD	0,61	0,60		0,42	0,50			
max	3,05	2,95		2,40	3,05			
min	0,95	0,85		0,85	0,90			

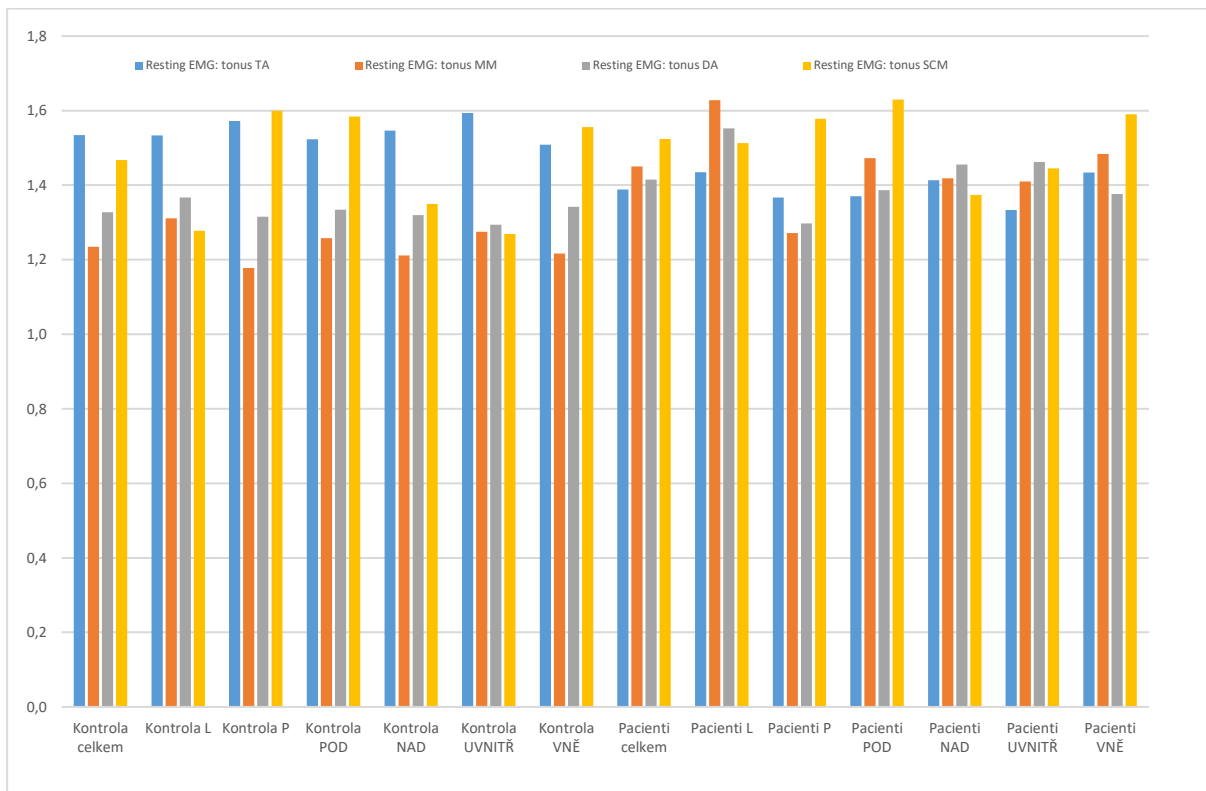
5.5.4. Zátěžová myografie u probandů experimentálního a kontrolního souboru ve vztahu ke sklonu okluzní roviny v sagitální projekci.

Stejně jako v předchozí podkapitole, při vyhodnocení výsledků zátěžové myografie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny v sagitální projekci obě skupiny probandů byly rozděleny na 2 podskupiny – NAD a POD (Occ-SN méně než 15,75° a více než 15,75°). Statistický test v tomto případě prokázal významné korelace (Tab. 18). Například, probandi experimentálního a kontrolního souboru vykazovali největší rozdíly z hlediska myografických parametrů jen v podskupině NAD, totiž v případě, kdy inklinace Occ-SN převyšovala 15,75°. Zmíněná souvislost byla stanovena jen ve vztahu ke svalům m. masseter a m. temporalis (neplatí v případě m. sternocleidomastoideus a m. digastricus).

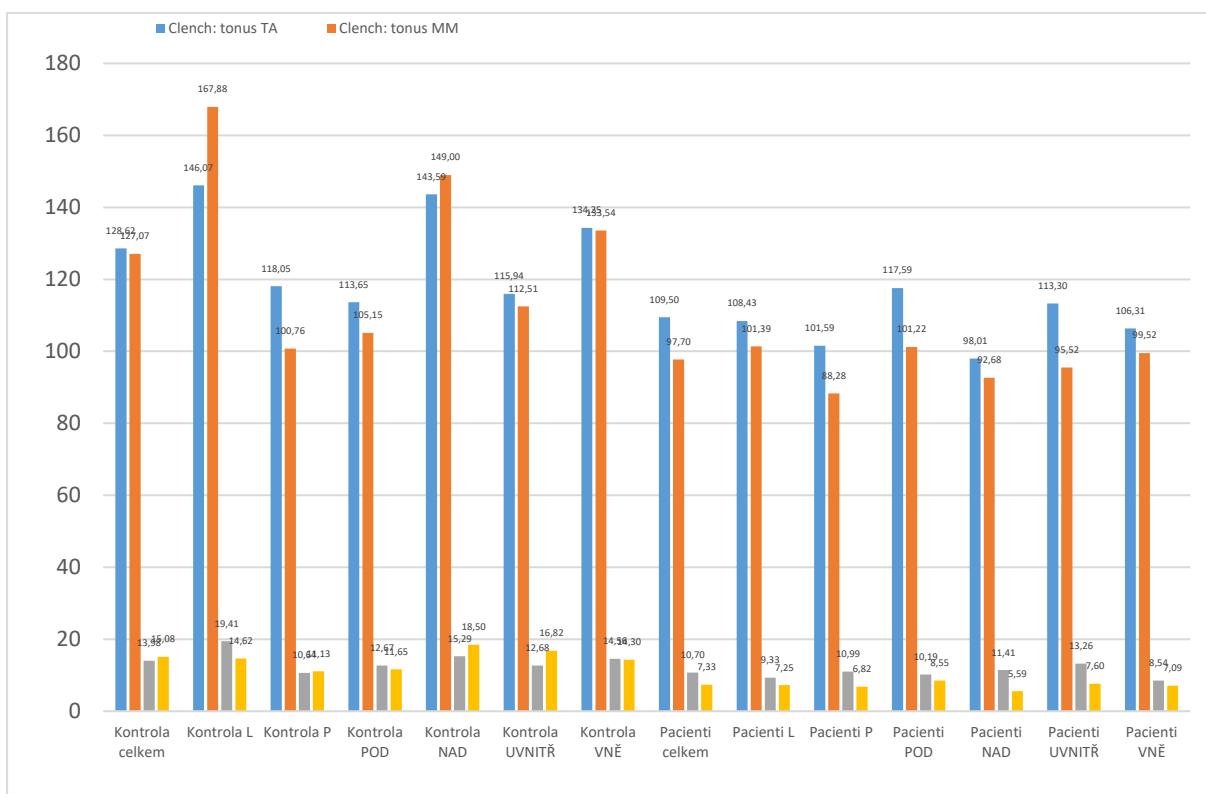
Tab. 18. Myografické parametry (tonus v mV) při maximálním svalovém napětí u probandů experimentálního a kontrolního souboru bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny v sagitální projekci

	Kontrola POD	Pacienti POD	Statistický test	Kontrola NAD	Pacienti NAD	Statistický test	Statistický test KONTROLA	Statistický test PACIENTI
			rovnání kontrola a pacienti POD			rovnání kontrola a pacienti NAD	rovnání POD/NAD pouze v kontrolě	rovnání POD/NAD pouze u pacientů
Clench: tonus TA-R								
průměr	114,92	120,89	0,7237	137,86	100,38	0,0313	0,2004	0,2264
SD	41,41	63,20		47,24	42,93			
max	201,80	264,70		197,10	185,80			
min	65,10	25,40		72,50	21,90			
Clench: tonus TA-L								
průměr	112,37	114,29	0,9107	149,32	95,64	0,0012	0,0488	0,1642
SD	46,02	58,09		44,74	30,31			
max	234,70	266,60		240,10	148,80			
min	69,10	29,00		76,90	43,30			
Clench: tonus TA average								
průměr	113,65	117,59	0,8074	143,59	98,01	0,0035	0,0768	0,1633
SD	40,87	58,96		41,71	34,24			
max	218,25	261,30		207,35	167,30			
min	67,10	28,80		79,30	32,60			
Clench: tonus MM-R								
průměr	104,32	103,33	0,9590	143,26	91,52	0,0137	0,1010	0,4466
SD	57,02	56,47		59,38	42,91			
max	265,60	228,30		248,80	179,40			
min	31,80	6,80		59,90	39,00			
Clench: tonus MM-L								
průměr	105,97	99,12	0,7394	154,73	93,85	0,0110	0,0563	0,7663
SD	61,46	57,68		62,50	60,38			
max	260,20	248,80		266,90	224,40			
min	32,60	7,60		54,20	34,30			
Clench: tonus MM average								
průměr	105,15	101,22	0,8402	149,00	92,68	0,0085	0,0656	0,5887
SD	58,03	54,77		57,87	48,63			
max	262,90	238,55		236,70	201,90			
min	32,20	7,20		60,20	41,95			
Clench: tonus DA-R								

průměr	12,25	10,41	0,5400	14,94	11,05	0,2160	0,4247	0,8106
SD	9,62	6,44		7,10	10,29			
max	37,30	27,10		26,50	40,50			
min	3,40	1,00		0,90	4,30			
Clench: tonus DA-L								
průměr	13,10	9,98	0,2946	15,64	11,76	0,4128	0,3999	0,7021
SD	9,31	6,74		5,23	19,21			
max	40,00	35,20		27,00	90,30			
min	3,10	2,10		8,70	3,70			
Clench: tonus DA average								
průměr	12,67	10,19	0,8990	15,29	11,41	0,2829	0,3951	0,7248
SD	9,37	6,29		5,56	13,88			
max	38,65	31,15		24,20	65,40			
min	3,25	2,75		6,10	4,35			
Clench: tonus SCM-R								
průměr	13,09	10,15	0,3328	21,99	6,59	0,0633	0,2718	0,1748
SD	8,29	9,88		26,82	6,39			
max	31,20	51,70		104,30	31,10			
min	3,80	1,90		3,60	2,70			
Clench: tonus SCM-L								
průměr	10,20	6,94	0,1299	15,02	4,58	0,0568	0,3677	0,1191
SD	5,72	7,05		17,77	2,54			
max	17,80	35,10		60,40	11,10			
min	3,00	1,20		3,00	2,10			
Clench: tonus SCM average								
průměr	11,65	8,55	0,2016	18,50	5,59	0,0548	0,2943	0,1039
SD	6,59	7,84		21,73	4,13			
max	22,10	36,85		82,35	20,30			
min	3,55	2,15		3,30	2,40			



Obr. 30. Přehled souborů a podskupin z hlediska výsledků myografického vyšetření v klidu



Obr. 31. Přehled souborů a podskupin z hlediska výsledků myografického vyšetření při zatížení

6. Diskuze

Předmětem výzkumu bylo zjištění vlivu sklonu okluzní roviny na stav maxilofaciální oblasti a vymezení sklonu okluzní roviny (ve frontální a sagitální projekci), který lze považovat za fyziologický. Dále posouzení vztahů segmentů maxillofaciálního systému navzájem. Okluzní rovina byla brána v tomto ohledu jako klíč k posouzení vztahů, jelikož její poloha a inklinace vůči dalším anatomickým strukturám může být přesně určena a objektivně charakterizována.

6.1. Klinické vyšetření.

Klinické vyšetření probandů obou skupin, zahrnující také vyplnění dotazníku, bylo zaměřeno na zjištění příznaků, které mohou souviset s neuromuskulární patologií a onemocněním temporomandibulárního kloubu. Je obecně známo, že pacienti s poruchami temporomandibulárního kloubu často uvádějí příznaky z takzvané triády (Ishigaki 1993; Dawson 2007; Machoň 2008; Zemen 1999):

1. Zvukové fenomény.
2. Změny hybnosti
3. Bolest

Nicméně kromě uvedených nejvíce rozšířených symptomů existuje řada dalších, s nimiž se také občas setkáme u této skupiny pacientů. V odborné literatuře (Chan 2004; Hanke 2007; Bernhardt 2011) lze nalézt údaje o spojitosti patologie temporomandibulárního kloubu s výskytem celé řady příznaků, z nichž některé na první pohled s nimi nesouvisí: časté bolesti hlavy, obličejové bolesti, bolesti v krční páteři, tinnitus, zvýšená citlivost a abraze zubů, deprese, časté závratě, ústní typ dýchání, brnění na koncích prstů apod. Ke klinickým nálezům, které se dávají do souvislosti s poruchami neuromuskulárních mechanismů (Carlson 2007; Chan 2004; Chan 2008), patří infraokluze (schůdek) na dolním zubním oblouku v oblasti premolárů (v důsledku infantilního typu polykání), typické poškození tvrdých zubních tkání (klínové defekty, abraze, praskliny skloviny – zejména asymetrické), ortodontické anomálie.

V Dotazníku (Příloha č. 2) a Formuláři vstupního vyšetření (Příloha č.5) byl kladen důraz na symptomy, které souvisí nebo mohou souviset s patologií čelistního kloubu a svalů maxilofaciální oblasti. Otázkou bylo, jak často s uvedenými symptomy se budeme setkávat v obou skupinách a jaká je souvislost s prokázanou patologií.

Po statistickém zpracování údajů z dotazníků a formulářů bylo zjištěno, že u žádného z probandů se nevyskytuje diabetes mellitus a hypertenze. Tento výsledek nepodporuje teorii o tom, že tato vážná chronická onemocnění mohou mít spojitost s patologií žvýkacího svalstva a čelistních kloubů (Contreras a kol. 2018, Watanabe a kol. 2017). Na druhou stranu, data z našeho výzkumu to jednoznačně nevyvracejí. S ohledem na nulový výskyt této patologie v našem souboru, jehož se zúčastnilo 87 lidí, není vyloučeno, že taková korelace se může projevit ve větším souboru pacientů.

Totéž se týká i několika dalších symptomů, které se v našem výzkumu sice vyskytly u probandů s onemocněním temporomandibulárního kloubu, ale v počtu, který neumožňuje statisticky potvrdit jejich vztah. K takovým problémům patří srdeční onemocnění (ICHS) (0% v kontrolním souboru, 2,2% v experimentálním), bolesti v obličeji (0% v kontrolním souboru, 6,5% v experimentálním), časté závratě (0% v kontrolním souboru, 4,3% v experimentálním). Uvedená čísla naznačují možnou souvislost zmíněných patologických stavů s patologií temporomandibulárního kloubu, zejména s ohledem na skutečnost, že v kontrolním souboru tyto příznaky nebyly zaregistrovány u žádného z probandů. Výskyt v rozsahu 2,2-6,5% v souboru 87 lidí nemůže být považován za prokázanou korelaci.

V našich souborech se některé symptomy vyskytovaly u probandů s onemocněním temporomandibulárního kloubu častěji, ale jejich frekvence se v obou souborech lišila jen málo (nespavostí trpělo 7,7% probandů v kontrolním souboru a 8,7% v experimentálním). Několik symptomů bylo registrováno častěji u osob bez onemocnění čelistního kloubu než ve skupině nemocných. K takovým příznakům patří časté bolesti hlavy (19,2% v kontrolním souboru, 10,9% v experimentálním), zvýšená citlivost zubů (23,1% v kontrolním souboru, 21,7% v experimentálním), ústní dýchání (7,7% v kontrolním souboru, 6,5% v experimentálním) a ortodontická léčba v minulosti (11,5% v kontrolním souboru, 10,9% v experimentálním). Tuto skutečnost je možné vysvětlit malým vlivem onemocnění temporomandibulárního kloubu a malým souborem probandů.

Frekvence výskytu bolestí krční páteře a bruxismu ve skupině osob s onemocněním čelistního kloubu byla podstatně vyšší než v kontrolním souboru. Bolesti v oblasti krku pravidelně mělo jen 7,7% probandů kontrolního souboru, přičemž probandi s onemocněním TMK uváděli tento problém více než 2 krát častěji – v 17,4% případů. Bruxismus uvedlo 11,5% probandů v kontrolním souboru a 17,4% v experimentálním.

Poměrně častý výskyt bolesti hlavy a krční páteře u pacientů odpovídá údajům Carlsona, které byly popsány v jeho knize Fyziologická okluze (Carlson 2007).

Po statistickém zpracování dat, uvedených v dotaznících lze s jistotou říct, že osoby s onemocněním čelistního kloubu nejčastěji uvádějí následující řadu symptomů, s nimiž u zdravého

člověka se setkáme poměrně zřídka: bolest temporomandibulárního kloubu, zvukové fenomény, potíže při otevírání nebo zavírání úst, tinnitus, potíže při žvýkání, chrápání, deprese, brnění na koncích prstů.

První tři z nich (bolest, zvukové fenomény a změny hybnosti čelisti) patří k takzvané triádě (Machoň 2008) a s těmito symptomy se setkáváme u pacientů s poruchami temporomandibulárního kloubu nejčastěji. Ke skupině těchto klasických příznaků můžeme přiřadit i potíže při žvýkání, jelikož tyto obtíže často spočívají právě v omezení hybnosti mandibuly a bolesti při žvýkání a otevírání úst. U zmíněných příznaků si určitě zaslouží pozornost skutečnost, že zdraví dobrovolníci z kontrolní skupiny měli zvukové fenomény v kloubu v 11,5% případů. Na potíže při otevírání nebo zavírání úst si stěžovalo 7,7% dobrovolníků. Dle našeho názoru výskyt některých klinických obtíží u zdravých lidí lze vysvětlit přítomností patologie temporomandibulárního kloubu v počáteční fázi. V takových případech si pacient obvykle neuvědomuje přítomnost onemocnění, považuje se za zdravého člověka a nevyhledává odbornou pomoc. Z našeho hlediska v této časně fázi se diagnostika jeví obzvláště důležitá.

Kromě klasické triády symptomů u probandů experimentálního souboru se velice často (v porovnání s kontrolním souborem) vyskytovaly i některé další, méně rozšířené a méně typické příznaky: tinnitus, potíže při žvýkání, chrápání, závratě, deprese, brnění na koncích prstů. Frekvence jejich výskytu byla od 4,3% do 15,2%, což je několikrát častěji, než u probandů, zařazených do kontrolního souboru. Podobná souvislost může svědčit o vlivu patologie čelistního kloubu na řadu dalších funkcí a orgánů.

Formulář klinického vyšetření (Příloha č. 5) obsahoval 18 položek (klinických příznaků), které podle dostupných literárních zdrojů mohou mít spojitost s patologií temporomandibulárního kloubu, ortodontickými anomáliemi nebo svalovými dysfunkcemi. Různí autoři (Carlson 2007; Jankelson 1990) uvádějí, že onemocnění temporomandibulárního kloubu je často doprovázeno celou řadou příznaků neuromuskulární patologie – klínovité defekty, odštěpené zuby, praskliny skloviny, zvýšená abraze zubů, recese dásně, paradontální choboty, viklavost zubů, torzy na čelistních kostech, asymetrické držení hlavy a asymetrie obličeje. Z hlediska ortodontických anomálií jsme se zaměřili na úzký zubní oblouk, nedostatek místa v zubním oblouku, rozdíl mezi centrálou obličeje a středem zubního oblouku, schůdek v dolním zubním oblouku v oblasti premolárů.

Analýza údajů, získaných při klinickém vyšetření pacientů, ukázala, že většina symptomů se vyskytovala v obou skupinách a řada z nich byla nalezena u probandů obou souborů stejně často (viz Tab. 2). Z hlediska frekvence výskytu velký statistický rozdíl nebyl nalezen u následujících symptomů:

- Úzký zubní oblouk
- Gingivitis
- Recese dásně
- Parodontální choboty
- Víklavost zubů
- Rozdílnost centrální linie obličeje a zubů
- Asymetrie obličeje
- Asymetrické držení hlavy

Výsledky našich měření nepotvrzují vliv onemocnění temporomandibulárního kloubu na vznik patologie parodontu. V obou skupinách jsme se setkali s příznaky onemocnění parodontu spíše výjimečně. Stejně jako v případě řady vyše zmíněných neprokázaných souvislostí, může to být z důvodu skutečně příliš malého vlivu těchto onemocnění na vznik uvedené patologie nebo z důvodu nedostatečné velikosti našeho souboru probandů. Lze předpokládat, že na několikanásobně větším počtu osob by se podařilo takovou spojitost prokázat. Frekvence zaznamenané asymetrie obličeje a držení hlavy byla v obou skupinách vysoká, ale po statistickém zpracování nebyl mezi skupinami prokázán žádný statistický rozdíl.

Mnohem významnější statistický rozdíl byl zaznamenán u symptomů:

- Klínové defekty
- Odlomená sklovina
- Praskliny skloviny
- Zvýšená abraze zubů
- Nesymetrická abraze
- Imprese zubů na bočních stranách jazyka
- Schůdek v zubním oblouku dolní čelisti v oblasti premolarů
- Torus mandibulae

Uvedené příznaky mohou poukazovat na přítomnost neuromuskulární patologie, která se často projevuje parafunkcemi, bruxismem, nerovnoměrným přetížením zubů a chronickou dysbalancí svalového tonu (Carlson 2007; Chan 2007). Poměrně častý výskyt podobných symptomů u pacientů s dysfunkcemi temporomandibulárního kloubu potvrzuje vzájemný vliv patologie kloubu a žvýkacích svalů.

6.2. Rentgenologické vyšetření

6.2.1. Sagitální telerentgenografie

Naše šetření ukázalo, že variabilita stupně vzájemné inklinace okluzní roviny, Frankfurtské horizontály, roviny Sella-Nasion, palatinální a mandibulární roviny je skutečně velká (Tab. 3). Například, v tabulce je vidět, že minimální sklon SN-Occ byl $6,4^\circ$ a maximální naměřena hodnota $29,4^\circ$ (Tab. 1). V odborné literatuře existuje jen málo studií (Chan 2006), věnovaných úhlu Occ-SN. Jednou z nich je článek P. Sondanfa et al. z roku 2003, v němž je stanovena průměrná inklinace okluzní roviny k rovině Sella-Nasion ($15,3^\circ$). Na základě námi získaných údajů nebyl prokázán významný rozdíl ve stupni sklonu okluzní roviny vůči kterékoli další sagitální rovině (Sella-Nasion, Frankfurtská horizontála, palatinální rovina, mandibulární rovina) mezi skupinou dobrovolníků a pacientů. Proto provedené statistické testy neprokazují souvislost mezi sagitálním sklonem okluzní roviny a vznikem onemocnění temporomandibulárního kloubu.

Jak již bylo zmíněno v přehledu literatury, v současné době se lze setkat s rozdílnými názory ohledně problematiky vlivu inklinace kranio-metrických rovin v sagitální projekci na vznik onemocnění temporomandibulárního kloubu. Tyto názory lze rozdělit na tři skupiny. Někteří autoři ukazují, že osoby s větší inklinací okluzní roviny mají menší predispozici ke vzniku patologie temporomandibulárního kloubu. Druhá skupina badatelů zastává názor, že dentofaciální morphologie nemůže mít vliv na temporomandibulární kloub z hlediska vzniku intrakapsulárních onemocnění (Brand a kol. 1995; Ciancaglini a kol. 2003). Řada autorů ze třetí skupiny uvádí výsledky, prokazující větší pravděpodobnost patologie temporomandibulárního kloubu v případech větší inklinace okluzní roviny (Byun a kol. 2005; Nebbe a kol. 1997; Schellhas a kol. 1990).

Naše výsledky se nejvíc shodují s názorem, uvedeným v publikacích druhé skupiny autorů. Spojitost mezi sagitální dentofaciální morphologií a vznikem patologie temporomandibulárního kloubu nebyla v našem výzkumu prokázána. Nicméně čísla, charakterizující inklinaci okluzní roviny, především úhel Occ-SN, naznačují možnou shodu s první skupinou autorů (průměrný sklon SN-Occ v kontrolním souboru byl $15,78^\circ$, v experimentálním - $15,29^\circ$), avšak ne v statisticky prokazatelném měřítku.

Studium nám dostupné odborné literatury ukázalo, že studie, věnující se souvislosti inklinace okluzní roviny s poruchami čelistního kloubu, v mnoha případech byly založeny na menším počtu probandů než v našem šetření.

Jednou z nemnoha publikací na téma vlivu morfologie orofaciální oblasti na vznik onemocnění TMK je článek Ciancaglini (Ciancaglini a kol. 2003). Jeho závěry se shodují s našimi, i když tato práce vykazuje řadu rozdílů. Diskutabilní v práci Ciancagliniho je především poměrně malý počet

probandů (14 v každé skupině). Jak již bylo uvedeno, Ciancaglini nenachází prokazatelnou spojitost mezi sagitální inklinací okluzní roviny a poruchami čelistního kloubu, ale uznává vliv vadného držení hlavy. Mnoha studiemi je ale prokázána souvislost mezi sklonem okluzní roviny a polohou hlavy (Chan 2006; Chan 2007). Tím pádem lze udělat logický závěr, že může existovat souvislost mezi stupněm inklinace okluzní roviny a poruchami temporomandibulárního kloubu.

6.2.2. Frontální telorentgenografie

Vyhodnocení inklinace okluzní roviny ve frontální projekci ukázalo, že významná většina probandů má asymetrickou inklinaci okluzní roviny – inklinaci doprava nebo doleva. Jen jeden proband v kontrolní skupině a 2 probandi v základní skupině měli okluzní rovinu úplně symetrickou z hlediska inklinace na frontálním telorentgenogramu (0°). Vzhledem k počtu osob (41 v kontrolním souboru a 46 v experimentálním) lze říct, že výskyt probandů se symetrickou okluzní rovinou byl zhruba stejný v obou skupinách.

Při měření inklinace okluzní roviny ve frontální projekci bylo zjištěno, že průměrná asymetrie okluzní roviny v kontrolním souboru byla $0,99^\circ$, v experimentálním - $1,2^\circ$. Přestože jsme neprokázali statisticky významné korelace mezi frontální asymetrií a vznikem patologie temporomandibulárního kloubu, výsledek lze považovat za přínosný. Nedostatek informací o této problematice v nám dostupné odborné literatuře ukazuje na význam našeho výzkumu. Jak se ukázalo, jen velmi málo osob má nulový (0°) sklon okluzní roviny vůči rovině Porion. Tento nálezn odpovídá údajům z literatury o asymetrii těla člověka, která se tyká nejen nepárových orgánů (Ferrario a kol. 2000). Ve většině případů je okluzní rovina nesymetrická a inklinace se pohybuje od 0° do $4,6^\circ$. Skutečnost, že i v případě značné asymetrie okluzní roviny nemusí negativně ovlivnit čelistní kloub, lze vysvětlit individuální adaptační schopností maxillofaciálního systému.

Naše výsledky se neshodují s výzkumy Uesugi (Uesugi a kol. 2016) a Yáñez-Vico (Yáñez-Vico 2012). Uesugi ve své publikaci považuje asymetrii okluzní roviny za predispozici ke vzniku onemocnění temporomandibulárního kloubu. Autor poukazuje na větší zatížení temporomandibulárního kloubu na straně s vyšší polohou okluzní roviny a spojuje to s častějším výskytem symptomů onemocnění na zatěžované straně. Rozdíl ve výsledcích může být vysvětlen dvěma důvody. Zaprvé, podstatně větším počtem pacientů ve výzkumu Uesugi (405 probandů). Zadruhé, jinými kritérii zařazení, jelikož výzkum probíhal na ortodontickém oddělení a zúčastnili se ho jen pacienti s ortodontickou patologií (mandibulární protruze).

Yáñez-Vico (Yáñez-Vico 2012) po vyšetření dospěl k podobnému závěru, jako Uesugi (Uesugi a kol. 2016). Na rozdíl od Uesugi a našeho výzkumu zmíněný autor měřil asymetrií *processus condylaris* a *ramus mandibulae*.

Naše výsledky se nejvíce shodují s názorem Mendoza-García (Mendoza-García a kol. 2018), který porovnával skupinu pacientů s onemocněním TMK a kontrolní skupinu dobrovolníků. Zmíněný autor nenachází korelaci mezi asymetrií a dysfunkcí TMK.

Výsledek podobný našemu také uvádí ve své publikaci Ciancaglini (Ciancaglini a kol. 2003), který neprokázal rozdíl mezi skupinou zdravých dobrovolníků a skupinou pacientů s onemocněním TMK z hlediska asymetrie okluzní roviny. Otázkou je použitelnost bipupilární linie pro posouzení asymetrie sklonu okluzní roviny vzhledem k její rozdílnosti mezi různými osobami. Kostní referenční body jsou z našeho hlediska spolehlivější než body na měkkých tkáních a lépe použitelné při vyhodnocení inklinace okluzní roviny na telorentgenech. Námi provedený výzkum se dá považovat za prokazatelnější i z toho důvodu, že se ho zúčastnilo 87 lidí (u Ciancaglini pouze 28).

6.3. Kineziografické vyšetření

Analýza výsledků kineziografického vyšetření ukázala řadu pozoruhodných souvislostí. Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.3., sklon okluzní roviny u probandů obou skupin (ve frontální a sagitální projekci) byl v našem výzkumu propojen s rychlostí otevírání a zavírání úst. Zmíněné rychlostní parametry odrážejí stav kloubů a svalů a podle zdrojů z odborné literatury u zdravého člověka jsou jejich hodnoty vždy vyšší než u lidí s onemocněním temporomandibulárního kloubu. To se v případě našich probandů potvrdilo jen částečně, hlavně v případě větší inklinace okluzní roviny.

Bohužel na toto téma existuje poměrně málo publikací a údaje o konkrétních číslech se v dostupné literatuře značně liší. Jednou z takových publikací je článek Hansdottir (Island) a Bakke (Dánsko) z roku 2004 (39). Tento dvoučlenný tým ve svém výzkumu používal kineziografické vybavení od stejného výrobce jako v našem experimentu (Jaw Tracking 3D, Biopak Research). Přesto pacienti a zdraví dobrovolníci v našem výzkumu vykazovali podstatně vyšší rychlost pohybu dolní čelisti, než je uvedeno ve zmíněném článku. V publikaci, týkající se mimo jiného také porovnání kineziografických parametrů mezi skupinou zdravých dobrovolníků (kontrolní soubor) a pacientů s onemocněním temporomandibulárního kloubu (experimentální soubor), Hansdottir udává podstatně menší rychlosti pohybů dolní čelisti u probandů obou skupin. U probandů našeho experimentálního souboru rychlost otevírání byla v průměru 332 mm/s, rychlost zavírání 374 mm/s na rozdíl od pacientů, kteří se zúčastnili výzkumů Hansdottira a měli rychlost 134 mm/s při otevírání a 142 mm/s při zavírání. Ve skupině

zdravých probandů v našem experimentu průměrná rychlost otevírání byla 377 mm/s, zavírání - 424 mm/s, přičemž v citovaném článku tyto parametry činily 151 a 173 mm/s. Příčinou tak odlišných výsledků může být především technika vyšetření: Hansdotter a Bakke měřili rychlost při žvýkání a pacienti neměli za úkol otevírat a zavírat ústa s maximální rychlostí. Uvedený rozdíl může být částečně vysvětlen také použitím starší verze kineziografického zařízení a softwaru, provedením vyšetření po zátěžových žvýkacích nebo myografických zkouškách nebo odlišným souborem pacientů (věk, diagnóza). Zajímavé je, že ve výzkumu Hansdotter nebyl zaznamenán statistický rozdíl v rychlosti otevírání úst mezi probandy experimentálního a kontrolního souboru.

Ve vztahu k tématu současného výzkumu jsme hledali možnou spojitost sklonu okluzní roviny u probandů s rychlostí otevírání a zavírání úst. Bylo zjištěno, že největší rozdíly z hlediska rychlosti pohybu mandibuly byly nalezeny při porovnání experimentálního a kontrolního souboru v podskupině NAD (sagitální inklinace okluzní roviny převyšovala 15,75°). Projevilo se to značně vyšší rychlostí otevírání a zavírání úst u zdravých dobrovolníků v porovnání s probandy, kteří měli onemocnění temporomandibulárního kloubu. Dalo se očekávat, že zdraví lidé budou mít rychlost pohybu mandibuly vyšší vzhledem k lepšímu stavu temporomandibulárního kloubu a žvýkacích svalů. Překvapivým výsledkem se stala skutečnost, že tento rozdíl byl zaznamenán jen při strmějším sklonu okluzní roviny v sagitální projekci. Tato korelace může mít příčinu v tom, že vyšší inklinace okluzní roviny má nepříznivý vliv na průběh onemocnění temporomandibulárního kloubu a na kompenzatorní mechanismy. Strmější sklon okluzní roviny rovněž znamená, že trajektorie pohybu dolní čelisti bude vodorovnější než v případě roviny s mírnější inklinací (Ogawa a kol. 1996, 1997, 1998; Sato 2007).

6.4. Vibrometrické vyšetření.

Vibrometrii lze považovat za nejinformativnější a sofistikovaný způsob vyšetření temporomandibulárního kloubu (Devi a kol. 2017; Mazzetto a kol. 2009; Zhang a kol. 2014). Registrace a následná počítačová analýza vibrací poskytuje celou řadu důležitých údajů, umožňujících stanovení správné diagnózy a následnou kontrolu výsledků léčby (Mazzetto 2014). Při zpracování dat, získaných provedením vibrometrie temporomandibulárního kloubu, byl kladen důraz na jejich korelaci s inklinací okluzní roviny.

6.4.1. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny v sagitální projekci

Analýza vibrací ve vztahu ke sklonu okluzní roviny na sagitálních telereöntogenech (Tab. 14) ukázala, že u osob z experimentálního souboru amplituda vibrací byla podstatně vyšší než v kontrolním souboru. Takový výsledek jsme očekávali, jelikož u pacientů s dislokací kloubního disku (s repozicí) jsou

zvukové fenomény a vibrace typickým příznakem onemocnění. Statistické vyhodnocení ukázalo, že amplituda vibrací se podstatně nelišila mezi pravým a levým kloubem a také při otevírání a zavírání úst. Ve vztahu ke stupni inklinace okluzní roviny v sagitální projekci statistické testy neprokázaly rozdíl z hlediska vibrací mezi podskupinami POD a NAD napříč a uvnitř skupin (základní a kontrolní).

Na druhou stranu, pozoruhodným faktem je častý výskyt vibrací u zdravých dobrovolníků, u nichž nebyly diagnostikovány žádné problémy s kloubem. Podobný nález odpovídá zjištění Deregibus (Deregibus a kol. 2013), který uvádí, že přibližně 1/3 osob bez diagnostikovaných poruch temporomandibulárního kloubu může mít takové onemocnění. Tento nález odpovídá i údajům Iwasaki ohledně vyšší náchylnosti tohoto kloubu ke vzniku degenerativních onemocnění (Iwasaki 2015). U probandů kontrolní skupiny v našem souboru amplituda vibrací dosahovala v některých případech 25.

6.4.2. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci

Analýza vibrací v návaznosti na asymetrii okluzní roviny ve většině případů potvrdila naše předpoklady. Stejně jako v předchozím porovnání (podkapitola 6.4.1.) osoby s onemocněním temporomandibulárního kloubu měli větší amplitudu vibrací než probandi z kontrolního souboru.

Překvapivý výsledek však ukázalo porovnání vibrací probandů základní a kontrolní skupiny při otevírání úst v případech, kdy asymetrie okluzní roviny nepřesahovala 1⁰. V tomto případě nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Příčinou může být na jednu stranu vyšší adaptabilní kapacita organismu při menší asymetrii okluzní roviny, na druhou poměrně vysoký výskyt onemocnění kloubu v počátečním asymptomatickém stadiu, což ovlivnilo výsledky vibrometrického vyšetření v kontrolní skupině.

6.4.3. Vibrometrie ve vztahu k inklinaci okluzní roviny ve frontální projekci z hlediska směru asymetrie

Výsledky vyšetření z hlediska směru inklinace okluzní roviny (kapitola 5.4.3.) nepotvrzují vliv směru asymetrie na vznik dislokace disku v určitém kloubu. Neproklázali jsme souvislost, že sklon okluzní roviny doprava nebo doleva ovlivňuje především pravý nebo levý temporomandibulární kloub. Z výsledků myografického vyšetření (kapitola 5.5.) vyplývá, že asymetrická okluzní rovina může být příčinou svalové dysfunkce. Lze předpokládat, že změna svalového tonu může být součástí kompenzačního mechanismu, který brání vzniku patologie v temporomandibulárním kloubu při asymetrii okluzní roviny.

6.5. Myografické vyšetření

Standardní hodnoty myografie, které by se daly považovat za fyziologické, byly předmětem mnoha výzkumů (Acosta-Ortiz a kol. 2004; Cecílio a kol. 2010; De Felício a kol. 2009; Kamyszek a kol. 2001). V odborné literatuře lze najít rozmanité údaje, týkající se elektromyografických parametrů žvýkacích svalů. Například, Cecílio uvádí standardní hodnoty napětí žvýkacích svalů u zdravého člověka v klidu od 5,8 do 7,2 mV (Cecílio a kol. 2010). Odlišné výsledky vyšetření byly publikovány Kamyszek – podle tohoto autora v klidovém stavu elektrický potenciál zdravého svalu fyziologicky nepřesahuje 2 mV, hodnoty od 1,5 do 2 mV jsou hraniční (Kamyszek a kol. 2001).

Úkolem bádání bylo sledovat možné souvislosti mezi stavem jednotlivých žvýkacích svalů a temporomandibulárního kloubu. Posuzoval se také vliv sklonu okluzní roviny na stav každého ze 4 párů svalů – m. masseter, m. temporalis, m. digasticus anterior a m. sternocleidomastoideus.

V podkapitole 3A je uvedeno porovnání klidového napětí každého z 8 posuzovaných svalů mezi probandy ze základní skupiny a ze skupiny zdravých dobrovolníků ve vztahu k frontálnímu sklonu okluzní roviny. Bylo zjištěno, že za statisticky významný lze považovat jen rozdíl v napětí m. masseter sinister – u pacientů s onemocněním temporomandibulárního kloubu tonus m. masseter v klidu byl prokazatelně vyšší. Výsledek byl podobný i při provedení statistického testu porovnávání m. masseter mezi skupinami bez rozdílu strany. Skutečnost, že se neprojevil významný rozdíl mezi tonem m. masseter v klidu na pravé straně, lze vysvětlit buď malým počtem probandů, nebo vlivem pravorukosti (Wieczorek a kol. 2015). Stejnými příčinami může být objasněno prokazatelné vyšší napětí m. digastricus anterior na pravé straně (v obou skupinách). Podobná asymetrie tonu žvýkacích svalů byla ve svých publikacích zmiňována řadou autorů (Manfredini a kol. 2011; Wieczorek a kol. 2015). Neprokázali jsme vliv směru asymetrie okluzní roviny na klidový tonus žvýkacích svalů. Každopádně, získané výsledky naznačují směr dalšího výzkumu a vyžadují ověření řady hypotéz.

Výsledky našeho měření byly blízké k hodnotám, uvedeným v publikacích Acosta-Ortiz a Kamyszek (Acosta-Ortiz a kol. 2004; Kamyszek a kol. 2001). Kamyszek ve svých publikacích který považuje klidový tonus vyšší než 2 mV za příznak patologického stavu. Tuto shodu lze vysvětlit použitím stejné metodiky vyšetření a stejného vybavení jako u Kamyszek. Překvapivým výsledkem naší práce se stalo zjištění, že průměrný tonus vyšetřovaných svalů ve skupině pacientů se zdaleka nepřiblížil ke hranici normy (2,0 mV), a to i při asymetrii okluzní roviny větší než 1°. Tento zásadní rozdíl může být vysvětlen tím, že patologický stav žvýkacích svalů může být vyvolán jen při závažnějším onemocnění temporomandibulárního kloubu nebo při mnohem výraznější asymetrii okluzní roviny. Takové případy ovšem v našem výzkumu byly zaregistrovány jen ojediněle: frontální inklinace okluzní roviny větší, než

3° byla nalezena jen u 2 probandů experimentálního souboru. U jednotlivých probandů klidové napětí dosahovalo 4,5 mV, ale jejich počet nestačil na stanovení jakékoliv statisticky významné souvislosti.

Zmíněné výsledky měření klinového tonu m. masseter a m. temporalis anterior v experimentálním souboru se podstatně liší od svalového napětí pacientů s onemocněním temporomandibulárního kloubu, kteří se zúčastnili výzkumu Landulpho (Landulpho a kol. 2004). Tento autor uvádí průměrné napětí m. masseter v podobné skupině nemocných 2,05 – 2,38 mV, u m. temporalis anterior 2,98 – 3,44 mV. Tento značný rozdíl může být vysvětlen menším počtem probandů ve výzkumu Landulpha a použitím zařízení na nepřímou myografii žvýkacích svalů od jiného výrobce (K7, Myotronics Inc.)

Výsledky našeho výzkumu se naopak shodují s analýzou diagnostické hodnoty myografického vyšetření, která byla provedena Suvinen (Suvinen 2007). V jeho publikaci se uvádí, že hodnota klidové myografie u pacientů s onemocněním temporomandibulárního kloubu je poměrně nízká, jelikož u této skupiny pacientů není skoro žádný statistický rozdíl v napětí žvýkacích svalů v porovnání s kontrolním souborem (probandi bez onemocnění temporomandibulárního kloubu). Čísla získaná při zátěžové myografii žvýkacích svalů (Clench) představují z hlediska autora publikace mnohem větší diagnostickou hodnotu a podstatně se liší mezi zmíněnými skupinami, což také odpovídá výsledkům našeho výzkumu.

Výsledky podobné naším měl i Manfredini, který zjistil, že pacienti s chronickými bolestmi žvýkacích svalů měli skoro stejný jejich klidový tonus jako zdraví dobrovolníci (Manfredini a kol. 2011).

Problematicke souvislosti onemocnění temporomandibulárního kloubu, obličejové morfologie a svalového tonu byla věnována publikace Matsumoto, v níž autor poukazuje na asymetrii maxilofaciálních struktur a napětí žvýkacích svalů při degenerativních změnách v kloubu (Matsumoto a kol. 2010). Na rozdíl od našich pacientů probandi tohoto autora měli výrazné deformace kloubu v důsledku jednostranné osteoartrózy.

Zátěžová myografie žvýkacích svalů byla provedena i ve vztahu k výsledkům měření frontální asymetrie okluzní roviny. V dostupné literatuře (Adhikari a kol. 2011; Cecílio a kol. 2010; De Felício a kol. 2009) neexistuje jediný názor ohledně toho, jaké hodnoty zátěžové myografie lze považovat za normální. Například ve výzkumu Adhikariho u zdravých dobrovolníků bylo registrováno svalové napětí při maximálním zatížení (Clench) cca 45-50 mV (2). Cecílio uvádí maximální zátěžové napětí m. temporalis a m. masseter od 70 do 120 mV (2). Stanovení standardních hodnot elektromyografie žvýkacích svalů při zatížení byl věnován také výzkum Tartaglia et al. (Tartaglia a kol. 2008). Výsledky tohoto autora nicméně lze jen těžko porovnat s našimi, jelikož bylo použito jiné vybavení (obsahující výkonný amplifikátor signálu) a počet probandů byl podstatně nižší (jen 8 zdravých probandů v kontrolním souboru). Výsledky našeho měření byly blízké standardním myografickým parametrům

podle Cecílio. Jak již bylo uvedeno při popisování získaných údajů (tab. 9), napětí m. temporalis anterior bylo značně vyšší v kontrolní skupině (130,85 mV) než v základní (106,59 mV). Týkalo se to ovšem jen levé strany. Celkově bez rozdílu směru asymetrie okluzní roviny podstatně vyšší hodnoty myografie byly naměřeny u zdravých dobrovolníků i v případě m. masseter a m. sternocleidomastoideus. V případě m. digastricus anterior průměrné napětí svalů při zatížení bylo v kontrolní skupině vždy vyšší, ale rozdíl nebyl statisticky významný ze statistického hlediska. Uvedené výsledky odpovídají údajům z literatury o vyšším tonu zdravých svalů při zatížení (Adhikari a kol. 2011).

Při vyhodnocení tonu žvýkacích svalů v zátěžovém testu (Clench) ve vztahu ke směru asymetrie okluzní roviny největší rozdíl mezi základní a kontrolní skupinou byl nalezen v případě sklonu okluzní roviny doleva. Ukázalo se, že v takovém případě tonus m. masseter a m. digastricus anterior vykazuje významný statistický rozdíl mezi skupinami. U m. temporalis anterior a m. sternocleidomastoideus se podobná souvislost neprojevila. Jak bylo uvedeno výše, tento rozdíl může být vyvolán nedostatečným počtem probandů nebo značnou převahou praváků v našem výzkumu (91% v experimentálním a 93% v kontrolním souboru).

Mírná asymetrie napětí žvýkacích svalů a získané údaje o asymetrii žvýkací roviny skoro u každého z probandů, kteří se zúčastnili našeho výzkumu, odpovídá zdrojům z literatury (Carlson 2007; De Felício a kol. 2009). Carlsson uvádí, že asymetrický tonus žvýkacích a krčních svalů lze považovat za výsledek kompenzatorní reakce na různé odchylky okluzní roviny od optimální polohy. Podle zmíněného autora, podobné anatomické odchylky má většina lidí.

V literatuře uvedené údaje o větším vlivu okluze na celkové zdraví u lidí staršího věku (Moon a kol. 2011) lze vysvětlit sníženou kompenzatorní kapacitou různých systémů organismu.

7. Závěr

Za cíle této disertační práce byly stanoveny:

- Zjištění vlivu sklonu okluzní roviny na čelistní klouby a žvýkací svaly.
- Zjištění hodnot sagitálního a frontálního sklonu okluzní roviny, které lze považovat za rizikové z hlediska negativního vlivu na stav čelistních kloubů a žvýkacích svalů.

Podle výsledků provedeného výzkumu se inklinace okluzní roviny mezi experimentálním a kontrolním souborem výrazně nelišila. Provedené statistické testy neprokázaly souvislost mezi sklonem okluzní roviny vůči rovině Sella-Nasion, palatinální rovině, mandibulární rovině a Franfurtské horizontále a vznikem onemocnění temporomandibulárního kloubu. Také se neprokázalo, že větší

nebo menší inklinace okluzní roviny (strmější nebo plošší okluzní rovina) má vliv na vznik onemocnění temporomandibulárního kloubu.

Podobný závěr lze udělat i po vyhodnocení výsledků analýzy, týkající se frontální asymetrie okluzní roviny. Hodnoty asymetrie okluzní roviny ve frontální projekci se podstatně nelišily mezi probandy kontrolního a experimentálního souboru (v průměru $0,99^\circ$ a $1,2^\circ$). Z toho vyplývá, že podobná mírná asymetrie okluzní roviny může být kompenzována adaptací a nevyvolává onemocnění temporomandibulárního kloubu.

Kineziografické vyšetření prokázalo značný vliv onemocnění temporomandibulárního kloubu na pohyby dolní čelisti, především rychlost otevírání a zavírání úst. Nejvíce se to projevuje v případech větší inklinace okluzní roviny (více než $15,75^\circ$).

Dle našich výsledků existuje prokazatelná souvislost mezi onemocněním temporomandibulárního kloubu a klidovým tonem m. masseter (u pacientů je tonus m. masseter vyšší). Zátěžové testy prokázaly podstatně vyšší tonus všech vyšetřovaných žvýkacích svalů u zdravých lidí (kontrolní skupina).

Asymetrie okluzní roviny ve frontální projekci může být důležitým článkem v patogenetickém řetězci onemocnění temporomandibulárního kloubu, jelikož byla prokázána spojitost svalového tonu m. masseter a m. digastricus s frontální inklinací okluzní roviny u probandů experimentálního souboru.

Inklinace okluzní roviny v rozpětí od $6,4$ do $29,4$ stupně neovlivňuje stav temporomandibulárního kloubu a může být považována za fyziologickou. Asymetrii okluzní roviny do $4,6$ stupňů také nemůžeme považovat za faktor predispozice ke vzniku onemocnění temporomandibulárního kloubu.

Prezentovaný výzkum, jeho metodika a zpracování mohou zefektivnit diagnostiku poruch stomatognátního systému i stomatologickou rehabilitaci. Dále mohou přispět ke zlepšení prevence vzniku onemocnění temporomandibulárního kloubu a kvality života pacientů.

8. Souhrn

Fungování maxillofaciálního komplexu jako jednotného celku je důležitou podmínkou plnění celé řady funkcí, spojených s touto oblastí lidského organismu. Klíčem k propojení maxilofaciální oblasti a mnoha dalších částí těla je okluze, jednou z jejíž základních charakteristik je okluzní rovina. Třídídimenzionální poloha okluzní roviny, forma a případné deformace dle řady autorů mohou mít vliv na jiné anatomické struktury prostřednictvím systému složitých neuromuskulárních reakcí. Dle této teorie, změny inklinace okluzní roviny vyvolávají přerozdělení a přesměrování žvýkacích sil v okolních anatomických strukturách, což se následně projevuje ve změně napětí jednotlivých svalů.

Cíl práce

Cílem experimentální části práce bylo zjistit vliv sklonu okluzní roviny na stav maxilofaciální oblasti se zaměřením na čelistní klouby a žvýkací svaly. Dalším cílem bylo zjištění hodnot sagitálního a frontálního sklonu okluzní roviny, který lze považovat za fyziologické.

Pacienti a metody

Studie se zúčastnilo celkem 87 osob s uplatněním následujících kritérií obou pohlaví, různých věkových kategorií s kompletním chrupem a bez závažných celkových onemocnění. Účastníci výzkumu byli rozděleni do dvou skupin – 46 osob v experimentálním souboru a 41 osob v kontrolním souboru. Do experimentální skupiny byli zařazeni pacienti s onemocněním temporomandibulárního kloubu (dislokace kloubního disku s repozicí). Kontrolní soubor byl sestaven z dobrovolníků různých věkových kategorií. Byl proveden sběr anamnézy, klinické vyšetření, počítačová analýza frontálního a sagitálního telorentgenového snímku, kineziografie dolní čelisti, vibrometrie temporomandibulárního kloubu, nepřímá myografie.

Výsledky

Osoby s onemocněním čelistního kloubu nejčastěji uváděli bolest temporomandibulárního kloubu, zvukové fenomény, potíže při otevírání nebo zavírání úst, tinnitus, potíže při žvýkání, chrápání, deprese, bolesti krční páteře a bruxismus. Náš výzkum prokázal značnou variabilitu stupně asymetrie okluzní roviny a její inklinace vůči Frankfurtské horizontále, rovině Sella-Nasion, palatinální a mandibulární rovině.

Kineziografické vyšetření prokázalo značný vliv onemocnění temporomandibulárního kloubu na pohyby dolní čelisti, zejména v případě větší inklinace okluzní roviny (více než 15,75 stupňů).

Analýza vibrací ve vztahu ke sklonu okluzní roviny na sagitálních telorentgenech ukázala, že u osob z experimentálního souboru amplituda vibrací byla podstatně vyšší než v kontrolním souboru. Ve vztahu ke stupni inklinace okluzní roviny v sagitální projekci statistické testy neprokázaly rozdíl z hlediska vibrací napříč a uvnitř skupin.

Podle výsledků myografického vyšetření, osoby s onemocněním čelistního kloubu měli skoro stejný jejich klidový tonus jako zdraví dobrovolníci, kromě m. masseter. Při zátěžové myografii žvýkacích svalů napětí m. temporalis anterior, m. masseter, m. digasticus a m. sternocleidomastoideus bylo značně vyšší v kontrolní skupině než v základní.

Závěr

Sagitální inklinace okluzní roviny v rozpětí od 6,4 do 29,4 stupně neovlivňuje stav temporomandibulárního kloubu a může být považována za fyziologickou. Asymetrii okluzní roviny do 4,6 stupňů také nelze považovat za faktor predispozice ke vzniku onemocnění temporomandibulárního kloubu. Mírná asymetrie okluzní roviny může být kompenzována adaptací žvýkacích svalů a nevyvolává patologické změny temporomandibulárního kloubu.

Klíčová slova

okluzní rovina, temporomandibulární kloub, žvýkací svaly, telorentgenografie, kineziografie, vibrometrie, nepřímá myografie

Summary

The functioning of maxillofacial complex as a one unit is an important condition of fulfilling several functions connected with this area of human body. A maxillofacial region and other parts of the body are connected through occlusion, one of the basic characteristics of which is occlusal plane. According to the number of researchers, 3D orientation of occlusal plane, its shape and possible deformation can have an influence on other anatomic structures via a system of a complex neuromuscular reactions. This theory assumes that the adjustment of occlusal plane inclination causes redistribution and redirection of the chewing forces in the adjacent structures which will subsequently manifest itself in the adjustment of the tension of different muscles.

Aim

The aim of an experimental part of the research was to define the influence of occlusal plane inclination on the function of maxillofacial region with the focus of jaw joints and chewing muscles. The next goal was to determine the figures of sagittal and frontal inclination of occlusal plane which can be considered as physiological.

Patients and Methods

The research was based on the examination of 87 people of both genders, different age groups with a complete set of teeth and without chronic diseases. The participants were divided in two groups with 46 people in an experimental group and 41 people in a control group. The experimental group consisted of patients with temporomandibular joint disorders (disc displacement with reduction). The control group consisted of volunteers of different age groups. The collection of anamnesis, clinical examination, computer analysis of cephalometric x-rays, jaw kinesiography, joint vibration analysis, surface electromyography were conducted.

Results

The patients with jaw joint disorders typically suffer from pain originating in temporomandibular joint, sound phenomena, difficulties with mouth opening and closing, tinnitus, chewing problems, snoring, depression, neck pain and bruxism. Our research showed a significant variability of the degree of occlusal plane asymmetry and its inclination in relation of Frankfurt, Sella-Nasion, palatal and mandibular planes.

Kinesiography showed a significant influence of the temporomandibular disorders on the movement of lower jaw, especially in case of higher occlusal plain inclination (more than 15.75 degrees).

The joint vibration analysis in relation to the occlusal plane inclination on the sagittal X-rays demonstrated that the amplitude of the vibration of the participants of the experimental group was markedly higher than in the control group. In relation to the degree of sagittal occlusal plane inclination in the statistic tests did not show the difference in vibration inside and between the groups.

People with the temporomandibular joint disorders had almost the same resting tonus of the chewing muscles as people from control group (apart from m. masseter). In clench myography of chewing muscles, the tonus m. temporalis anterior, m. masseter, m. digasticus a m. sternocleidomastoideus was significantly higher in the experimental group than in the control group.

Conclusion

Sagittal occlusal plane inclination between 6.4 and 29.4 degrees does not influence the function of temporomandibular joint and can be considered physiological. Asymmetry of occlusal plane less than 4.6 degrees also cannot be taken as a predisposition to the temporomandibular joint disorders. Moderate asymmetry of the occlusal plane can be compensated by the adaptation of chewing muscles and does not lead to the pathologic changes in temporomandibular joint.

Key words

occlusal plain, temporomandibular joint, chewing muscles, cephalometry, kinesiography, joint vibration analysis, electromyography

9. Seznam literatury

1. Acosta-Ortiz R, Schulte JK, Sparks B, Marsh W. Prediction of different mandibular activities by EMG signal levels. *J Oral Rehabil.* 2004 May;31(5):399-405.
2. Adhikari H, Kapoor A, Prakash U, Srivastava A. Electromyographic pattern of masticatory muscles in altered dentition. Part II. *J Conserv Dent.* 2011 Apr;14(2):120-7.
3. Al Quran FA, Hazza'a A, Al Nahass N. The position of the occlusal plane in natural and artificial dentitions as related to other craniofacial planes. *J Prosthodont.* 2010 Dec;19(8):601-5.
4. Antonarakis GS, Kiliaridis S, Scolozzi P. Orientation of the occlusal plane in a Class I adult population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013 Jul;116(1):35-40.
5. Avci S, Ergun T, Aydin E, Kansu L. Sex differences in adult craniofacial parameters. *Surg Radiol Anat.* 2015 Nov;37(9):1069-78.
6. Ballenberger N, von Piekartz H, Danzeisen M, Hall T. Patterns of cervical and masticatory impairment in subgroups of people with temporomandibular disorders-an explorative approach based on factor analysis. *Cranio.* 2018 Mar;36(2):74-84.
7. Becker R. Biometrics Role in Occlusion. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, Vol. 29, Special Issue 1: 1-7.
8. Bernhardt O, Mundt T, Welk A, Köppl N, Kocher T, Meyer G, Schwahn C. Signs and symptoms of temporomandibular disorders and the incidence of tinnitus. *J Oral Rehabil.* 2011 Dec; 38(12):891-901.
9. Brand JW, Nielson KJ, Tallents RH, Nanda RS, Currier GF, Owen WL. Lateral cephalometric analysis of skeletal patterns in patients with and without internal derangement of the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Feb;107(2):121-8.
10. Braun S, Legan HL. Changes in occlusion related to the cant of the occlusal plane. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Feb;111(2):184-8.
11. Byun ES, Ahn SJ, Kim TW. Relationship between internal derangement of the temporomandibular joint and dentofacial morphology in women with anterior open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128(1):87-95.
12. Carlson JE. *Physiologic Occlusion.* Midwest Press: Alexandria, MN; 2007.
13. Castroflorio T, Bracco P, Farina D. Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. *J Oral Rehabil.* 2008 Aug;35(8):638-45.
14. Cecílio FA, Regalo SC, Palinkas M, Issa JP, Siéssere S, Hallak JE, Machado-de-Sousa JP, Semprini M. Aging and surface EMG activity patterns of masticatory muscles. *J Oral Rehabil.* 2010 Apr;37(4):248-55.

15. Celar AG, Freudenthaler JW, Celar RM, Jonke E, Schneider B. The Denture Frame Analysis: an additional diagnostic tool. *Eur J Orthod.* 1998 Oct;20(5):579-87.
16. Ceneviz C, Mehta NR, Forgione A, Sands MJ, Abdallah EF, Lobo Lobo S, Mavroudi S. The immediate effect of changing mandibular position on the EMG activity of the masseter, temporalis, sternocleidomastoid, and trapezius muscles. *Cranio.* 2006 Oct;24(4):237-44.
17. Ciancaglini R, Colombo-Bolla G, Gherlone EF, Radaelli G. Orientation of craniofacial planes and temporomandibular disorder in young adults with normal occlusion. *J Oral Rehabil.* 2003 Sep;30(9):878-86.
18. Clark RKF. Neurology of the temporomandibular joints: an experimental study. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* 1976; 58: 43–51.
19. Contreras EFR, Fernandes G, Ongaro PCJ, Campi LB, Gonçalves DAG. Systemic diseases and other painful conditions in patients with temporomandibular disorders and migraine. *Braz Oral Res.* 2018 Jul 23;32:77.
20. Cooper BC. The role of bioelectronic instruments in the management of TMD. *N Y State Dent J.* 1995 Nov;61(9):48-53.
21. D'Attilio M, Filippi MR, Femminella B, Festa F, Tecco S. The influence of an experimentally-induced malocclusion on vertebral alignment in rats: a controlled pilot study. *Cranio.* 2005 Apr;23(2):119-29.
22. Davies PL. Electromyographic study of superficial neck muscles in mandibular function. *J Dent Res* 1979;58:537–538.
23. Dawson PE. *Functional occlusion: from TMJ to smile design.* St. Louis, MO: Mosby, Inc; 2007:18-26,46.
24. De Felício CM, Sidequersky FV, Tartaglia GM, Sforza C. Electromyographic standardized indices in healthy Brazilian young adults and data reproducibility. *J Oral Rehabil.* 2009 Aug;36(8):577-83.
25. Deregibus A, Castroflorio T, De Giorgi I, Burzio C and Debernardi C. Diagnostic concordance between MRI and electrovibratography of the temporomandibular joint of subjects with disc displacement disorders. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2013 (42).
26. Devi J, Verma M, Gupta R. Assessment of treatment response to splint therapy and evaluation of TMJ function using joint vibration analysis in patients exhibiting TMJ disc displacement with reduction: A clinical study. *Indian J Dent Res.* 2017 Jan-Feb;28(1):33-43.
27. Eberhard L, Braun S, Wirth A, Schindler HJ, Hellmann D, Giannakopoulos NN. The effect of experimental balancing interferences on masticatory performance. *J Oral Rehabil.* 2014 May;41(5):346-52.

28. Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Taroni A. Occlusion and center of foot pressure variation: is there a relationship? *J Prosthet Dent.* 1996 Sep;76(3):302-8.
29. Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *J Oral Rehabil.* 2000 Jan;27(1):33-40.
30. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Ciusa V. A direct in vivo measurement of the three-dimensional orientation of the occlusal plane and of the sagittal discrepancy of the jaws. *Clin Orthod Res.* 2000 Feb;3(1):15-22.
31. Ferrario VF, Sforza C, Zanotti G, Tartaglia GM. Maximal bite forces in healthy young adults as predicted by surface electromyography. *J Dent.* 2004 Aug;32(6):451-7.
32. Ferreira CL, Machado BC, Borges CG, Rodrigues Da Silva MA, Sforza C, De Felício CM. Impaired orofacial motor functions on chronic temporomandibular disorders. *J Electromyogr Kinesiol.* 2014 Aug;24(4):565-71.
33. Funakoshi M, Fujita N, Takehana S. Relations between occlusal interference and jaw muscle activities in response to changes in head position. *J Dent Res.* 1976 Jul-Aug;55(4):684-90.
34. Gangloff P., Louis J.P., Perrin P.P. Dental occlusion modifies gaze and posture stabilization in human subjects, *Neurosci. Lett.* 293 (2000) 203–206.
35. Gaszynska E, Kopacz K, Fronczek-Wojciechowska M, Padula G, Szatko F. Electromyographic activity of masticatory muscles in elderly women - a pilot study. *Clin Interv Aging.* 2017 Jan 11;12:111-116.
36. Gonzalez Y, Iwasaki LR, McCall WD Jr, Ohrbach R, Lozier E, Nickel JC. Reliability of electromyographic activity vs. bite-force from human masticatory muscles. *Eur J Oral Sci.* 2011 Jun;119(3):219-24.
37. Greiner P, Müller B, Dibbets J. The angle between the Frankfort horizontal and the sella-nasion line. Changes in porion and orbitale position during growth. *J Orofac Orthop.* 2004 May;65(3):217-22.
38. Hanke BA, Motschall E, Turp JC. Association between orthopedic and dental findings: What level of evidence is available? *J Orofac Orthop* 2007;68:91–107.
39. Hansdottir R, Bakke M. Joint tenderness, jaw opening, chewing velocity, and bite force in patients with temporomandibular joint pain and matched healthy control subjects. *Journal of Orofacial Pain.* 2004;18:108-113.
40. Huh YJ, Huh KH, Kim HK, Nam SE, Song HY, Lee JH, Park YS. Constancy of the angle between the Frankfort horizontal plane and the sella-nasion line: a nine-year longitudinal study. *Angle Orthod.* 2014 Mar;84(2):286-91.
41. Hwang IT, Jung DU, Lee JH, Kang DW. Evaluation of TMJ sound on the subject with TMJ disorder by Joint Vibration Analysis. *J Adv Prosthodont.* 2009 Mar;1(1):26-30.

42. Chan CA. A review of the clinical significance of the occlusal plane: its variation and effect on head posture. ICCMO Anthology 2007; Vol. VIII.
43. Chan CA. Applying the neuromuscular principles in TMD and orthodontics. J. Am. Orthodontic Soc., pp. 20-29, Spring, 2004.
44. Chan CA. Architecting the occlusal plane. Aurum Ceramic Continuum 2006; Volume 19, Issue 2.
45. Chan CA. Bite-management considerations the restorative dentist. Dent Today. 2008 Jan;27(1):108, 110-3.
46. Ioi H, Matsumoto R, Nishioka M, et al. Relationship of TMJ osteoarthritis/osteoarthritis to head posture and dentofacial morphology. Orthod Craniofac Res 2008;11:8–16.
47. Ishigaki S, Bessette RW, Maruyama T. Vibration of the temporomandibular joints with normal radiographic imagings: comparison between asymptomatic volunteers and symptomatic patients. Cranio. 1993 Apr;11(2):88-94.
48. Ishigaki S, Bessette RW, Maruyama T. Vibration of the temporomandibular joints with normal radiographic imagings: comparison between asymptomatic volunteers and symptomatic patients. Cranio. 1993 Apr;11(2):88-94.
49. Iwasaki LR, Gonzalez YM, Liu H, Marx DB, Gallo LM, Nickel JC. A pilot study of ambulatory masticatory muscle activities in temporomandibular joint disorders diagnostic groups. Orthod Craniofac Res. 2015 Apr;18 Suppl 1:146-55.
50. Iwasaki LR, Liu H, Gonzalez YM, Marx DB, Nickel JC. Modeling of muscle forces in humans with and without temporomandibular joint disorders. Orthod Craniofac Res. 2015 Apr;18 Suppl 1:170-9.
51. Jankelson RR: Neuromuscular Dental Diagnosis and Treatment, St Louis: Ishiyaku EuroAmerica, Inc., 1990.
52. Jayachandran S, Ramachandran CR, Varghese R. Occlusal plane orientation: a statistical and clinical analysis in different clinical situations. J Prosthodont. 2008 Oct;17(7):572-5
53. Kamyszek G, Ketcham R, Garcia R Jr, Radke J. Electromyographic evidence of reduced muscle activity when ULF-TENS is applied to the Vth and VIth cranial nerves. Cranio. 2001 Jul;19(3):162-8.
54. Kamyszek GJ, Radke JC, Kull RS, Velasco GR. TMJ symptoms reduce chewing amplitude and velocity, and increase variability. Cranio. 2019 Jan;37(1):12-19.
55. Karkazis HC, Polyzois GL. A study of the occlusal plane orientation in complete denture construction. J Oral Rehabil. 1987 Jul;14(4):399-404.
56. Karkazis HC, Polyzois GL. Cephalometrically predicted occlusal plane: implications in removable prosthodontics. J Prosthet Dent. 1991 Feb;65(2):258-64.

57. Karlsen AT. Craniofacial growth differences between low and high MP-SN angle males: a longitudinal study. *Angle Orthod.* 1995;65(5):341-50.
58. Karppinen K, Eklund S, Suoninen E, et al. Adjustment of dental occlusion in treatment of chronic cervicobrachial pain and headache. *J Oral Rehabil* 1999;26:715–721.
59. Kibana Y, Ishijima Y, Hirai T. Occlusal support and head posture. *J Oral Rehabil* 2002;29:58–63.
60. Landulpho AB, E Silva WA, E Silva FA, Vitti M. Electromyographic evaluation of masseter and anterior temporalis muscles in patients with temporomandibular disorders following interocclusal appliance treatment. *J Oral Rehabil.* 2004 Feb;31(2):95-8.
61. Li J, Jiang T, Feng H, Wang K, Zhang Z, Ishikawa T. The electromyographic activity of masseter and anterior temporalis during orofacial symptoms induced by experimental occlusal highspot. *J Oral Rehabil.* 2008 Feb;35(2):79-87.
62. Lodetti G, Mapelli A, Musto F, Rosati R, Sforza C. EMG spectral characteristics of masticatory muscles and upper trapezius during maximum voluntary teeth clenching. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012 Feb;22(1):103-9.
63. Lodetti G, Marano G, Fontana P, Tartaglia GM, Maria de Felício C, Biganzoli E, Sforza C. Surface electromyography and magnetic resonance imaging of the masticatory muscles in patients with arthrogenous temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2014 Aug;118(2):248-56.
64. Lotzmann U, Vadokas V, Steinberg JM, Kobes L. Dental aspect of the differential diagnosis of trigeminal neuralgia. *J Gnathol.* 1994; 13(1):15-22.
65. Madsen DP, Sampson WJ, Townsend GC. Craniofacial reference plane variation and natural head position. *Eur J Orthod.* 2008 Oct;30(5):532-40.
66. Magoun H.I. *Osteopathy in the Cranial Field.* The Cranial Academy, 1966, 1976, 2011.
67. Machoň V. *Léčba onemocnění čelistního kloubu.* Grada Publishing, 2008.
68. Manfredini D, Cocilovo F, Favero L, Ferronato G, Tonello S, Guarda-Nardini L. Surface electromyography of jaw muscles and kinesiographic recordings: diagnostic accuracy for myofascial pain. *J Oral Rehabil.* 2011 Nov;38(11):791-9.
69. Matsumoto R, Ioi H, Goto TK, Hara A, Nakata S, Nakasima A, Counts AL. Relationship between the unilateral TMJ osteoarthritis/osteoarthrosis, mandibular asymmetry and the EMG activity of the masticatory muscles: a retrospective study. *J Oral Rehabil.* 2010 Feb;37(2):85-92.
70. Mazzetto MO, Hotta TH, Mazzetto RG. Analysis of TMJ vibration sounds before and after use of two types of occlusal splints. *Braz Dent J.* 2009;20(4):325-30.
71. Mazzetto MO, Rodrigues CA, Magri LV, Melchior MO, Paiva G. Severity of TMD related to age, sex and electromyographic analysis. *Braz Dent J.* 2014 Jan-Feb;25(1):54-8.

72. McLean LF, Brenman HS, Friedman MG. Effects of changing body position on dental occlusion. *J Dent Res.* 1973 Sep-Oct;52(5):1041-5.
73. Mendoza-García LV, Espinosa de Santillana IA, Hernández Vidal V. Temporomandibular disorders and mandibular vertical asymmetry. *Cranio.* 2018 Mar 13:1-6.
74. Meyer GB, Bernhardt Q, Küppers A. Headache - an interdisciplinary problem. Aspects of dental functional diagnostics and therapy. *Stoma Edu J.* 2014; 1(1):33-40.
75. Miles TS, Flavel SC, Nordstrom MA. Control of human mandibular posture during locomotion. *J Physiol.* 2004 Jan 1;554(Pt 1):216-26.
76. Miles TS. Postural control of the human mandible. *Arch Oral Biol* 2007;52:347–352.
77. Moon HJ, Lee YK. The relationship between dental occlusion/temporomandibular joint status and general body health: part 1. Dental occlusion and TMJ status exert an influence on general body health. *J Altern Complement Med.* 2011;17(11):995-1000.
78. Motoyoshi M, Shimazaki T, Hosoi K, et al. Stresses on the cervical column associated with vertical occlusal alteration. *Eur J Orthod* 2003;25:135–138.
79. Motoyoshi M, Shimazaki T, Sugai T, Namura S. Biomechanical influences of head posture on occlusion: an experimental study using finite element analysis. *Eur J Orthod.* 2002 Aug;24(4):319-26.
80. Nebbe B, Major PW, Prasad NG, Grace M, Kamelchuk LS. TMJ internal derangement and adolescent craniofacial morphology: a pilot study. *Angle Orthod* 1997;67:407-14.
81. Nebbe B, Major PW, Prasad NG. Adolescent female craniofacial morphology associated with advanced bilateral TMJ disc displacement. *Eur J Orthod.* 1998 Dec;20(6):701-12.
82. Nebbe B, Major PW, Prasad NG. Male adolescent facial pattern associated with TMJ disk displacement and reduction in disk length: Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Sep;116(3):301-7.
83. Nelson KE, Sergueef N, Glonek T. Recording the rate of the cranial rhythmic impulse. *J Am Osteopath Assoc.* 2006 Jun;106(6):337-41.
84. Nishi SE, Basri R, Alam MK. Uses of electromyography in dentistry: An overview with meta-analysis. *Eur J Dent.* 2016;10:419–425.
85. Nissan J, Barnea E, Zeltzer C, Cardash HS. Relationship between occlusal plane determinants and craniofacial structures. *J Oral Rehabil.* 2003 Jun;30(6):587-91.
86. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Characteristics of masticatory movement in relation to inclination of occlusal plane. *J Oral Rehabil.* 1997 Sep;24(9):652-7.
87. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. The relationship between inclination of the occlusal plane and jaw closing path. *J Prosthet Dent.* 1996 Dec;76(6):576-80.

88. Ogawa T, Koyano K, Umemoto G. Inclination of the occlusal plane and occlusal guidance as contributing factors in mastication. *Journal of Dentistry* 1998;26:641-647.
89. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Correlation between inclination of occlusal plane and masticatory movement. *J Dent.* 1998 Mar;26(2):105-12.
90. Radke JC, Kull RS, Sethi MS. Chewing movements altered in the presence of temporomandibular joint internal derangements. *Cranio.* 2014 Jul;32(3):187-92.
91. Radke JC, Kull RS. Distribution of temporomandibular joint vibration transfer to the opposite side. *Cranio.* 2012 Jul;30(3):194-200.
92. Radke JC, Kull RS. Distribution of temporomandibular joint vibration transfer to the opposite side. *Cranio.* 2012 Jul;30(3):194-200.
93. Rakosi T. *An Atlas and Manual of Cephalometric Radiography.* Karl Hanser Verlag, Munich, 1982.
94. Rakosi T., Jonas I., Graber T. M. *Color Atlas of Dental Medicine. Orthodontic-Diagnosis.* Thieme, 1993.
95. Rehm DD, Progiante PS, Pattussi MP, Pellizzer EP, Grossi PK, Grossi ML. Sleep Disorders in Patients with Temporomandibular Disorders (TMD) in an Adult Population-Based Cross-Sectional Survey in Southern Brazil. *Int J Prosthodont.* 2020 Jan/Feb;33(1):9-13.
96. Rilo B, Fernandez J, Da Silva L, Martinez Insua A, Santana U. Frontal-plane lateral border movements and chewing cycle characteristics. *J Oral Rehabil.* 2001 Oct;28(10):930-6.
97. Roark AL, Glaros AG, O'Mahony AM. Effects of interocclusal appliances on EMG activity during parafunctional tooth contact. *J Oral Rehabil.* 2003 Jun;30(6):573-7.
98. Rodrigues CA, Melchior Mde O, Magri LV, Mestriner W Jr, Mazzetto MO. Is the masticatory function changed in patients with temporomandibular disorder? *Braz Dent J.* 2015 Mar-Apr;26(2):181-5.
99. Sağlam AM. The condylar asymmetry measurements in different skeletal patterns. *J Oral Rehabil.* 2003 Jul;30(7):738-42.
100. Sano T, Widmalm SE, Westesson PL, Takahashi K, Yoshida H, Michi K, Okano T. Amplitude and frequency spectrum of temporomandibular joint sounds from subjects with and without other signs/symptoms of temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil.* 1999 Feb;26(2):145-50.
101. Santana-Mora U a, Cudeiro J, Mora-Bermúdez MJ, Rilo-Pousa B, Ferreira-Pinho JC, Otero-Cepeda JL, Santana-Penín U. Changes in EMG activity during clenching in chronic pain patients with unilateral temporomandibular disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 19 (2009): 543–549.

102. Santana-Mora U, López-Ratón M, Mora MJ, Cadarso-Suárez C, López-Cedrún J, Santana-Penín U. Surface raw electromyography has a moderate discriminatory capacity for differentiating between healthy individuals and those with TMD: a diagnostic study. *J Electromyogr Kinesiol.* 2014 Jun;24(3):332-40.
103. Sarhan OA. Rotational effects of S-N on the dentoskeletal pattern within the range of normal. *Angle Orthod.* 1989 Spring;59(1):43-9.
104. Sato M, Motoyoshi M, Hirabayashi M, Hosoi K, Mitsui N, Shimizu N. Inclination of the occlusal plane is associated with the direction of the masticatory movement path. *Eur J Orthod.* 2007 Feb;29(1):21-5.
105. Savastano F. Applying neuromuscular techniques in the orthodontic setting. *South Eur J Orthod Dentofac Res.* 2017;4(2):31-42.
106. Schellhas KP, Piper MA, Omile MR. Facial skeleton remodeling due to temporomandibular joint degeneration: an imaging study of 100 patients. *Am J Neuroradiol* 1990;11:541-51.
107. Sforza C, Rosati R, De Menezes M, Musto F, Toma M. EMG analysis of trapezius and masticatory muscles: experimental protocol and data reproducibility. *J Oral Rehabil.* 2011 Sep;38(9):648-54.
108. Shigeta Y, Ogawa T, Nakamura Y, Ando E, Hirabayashi R, Ikawa T. Structural equation modeling for alteration of occlusal plane inclination. *J Prosthodont Res.* 2015 Jul;59(3):185-93.
109. Shimazaki T, Motoyoshi M, Hosoi K and Namura S. The effect of occlusal alteration and masticatory imbalance on the cervical spine. *European Journal of Orthodontics* 2003; 25: 457–463.
110. Showfety KJ, Vig PS, Matteson S, Phillips C. Associations between the postural orientation of sella-nasion and skeletodental morphology. *Angle Orthod.* 1987 Apr;57(2):99-112.
111. Schindler HJ, Rues S, Türp JC, Schweizerhof K, Lenz J. Jaw clenching: muscle and joint forces, optimization strategies. *J Dent Res.* 2007 Sep;86(9):843-7.
112. Sills Franklyn. *Craniosacral Biodynamics. Volume two.* North Atlantic Books, 1947.
113. Smith GH. Occlusal cranial balancing technique. *Int J Orthod.* 2007 Spring;18(1):27-33.
114. Sondang P, Kumagai H, Tanaka E, Ozaki H, Nikawa H, Tanne K, Hamada T. Correlation between maximum bite force and craniofacial morphology of young adults in Indonesia. *J Oral Rehabil.* 2003 Nov;30(11):1109-17.
115. Sonnesen L, Pedersen CE, Kjaer I. Cervical column morphology related to head posture, cranial base angle, and condylar malformation. *European Journal of Orthodontics* 2007;29:398-403.

116. Suvinen TI, Kempainen P. Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil.* 2007 Sep;34(9):631-44.
117. Suvinen TI, Malmberg J, Forster C, Kempainen P. Postural and dynamic masseter and anterior temporalis muscle EMG repeatability in serial assessments. *J Oral Rehabil.* 2009 Nov; 36(11):814-20.
118. Tardieu C, Dumitrescu M, Giraudeau A, Blanc JL, Cheynet F, Borel L. Dental occlusion and postural control in adults. *Neurosci Lett.* 2009 Jan 30;450(2):221-4.
119. Tartaglia GM, Testori T, Pallavera A, Marelli B, Sforza C. Electromyographic analysis of masticatory and neck muscles in subjects with natural dentition, teeth-supported and implant-supported prostheses. *Clin Oral Implants Res.* 2008 Oct;19(10):1081-8.
120. Tecco S, Tetè S, D'Attilio M, Perillo L, Festa F. Surface electromyographic patterns of masticatory, neck, and trunk muscles in temporomandibular joint dysfunction patients undergoing anterior repositioning splint therapy. *Eur J Orthod.* 2008 Dec;30(6):592-7.
121. Ueno T. Study on relationship between teeth clenching in intercuspal position and isometric movement of upper limbs. *Kokubyo Gakkai Zasshi* 1995;62(2):212-53.
122. Uesugi S, Yonemitsu I, Kokai S, Takei M, Omura S, Ono T. Features in subjects with the frontal occlusal plane inclined toward the contralateral side of the mandibular deviation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Jan;149(1):46-54.
123. Valášek J, Yurchenko M, Florian Z. Comparative study of two different types of human mandible boundary conditions used in finite element calculations. *Applied Mechanics and Materials* 2013; Vol. 436.
124. Watanabe Y, Hirano H, Arai H, Morishita S, Ohara Y, Edahiro A, Murakami M, Shimada H, Kikutani T, Suzuki T. Relationship Between Frailty and Oral Function in Community-Dwelling Elderly Adults. *J Am Geriatr Soc.* 2017 Jan;65(1):66-76.
125. Wellens H. Improving the concordance between various anteroposterior cephalometric measurements using Procrustes Analysis. *European Journal of Orthodontics.* 2009 (31): 503–515.
126. Widmalm SE, Lee YS, McKay DC. Clinical use of qualitative electromyography in the evaluation of jaw muscle function: a practitioner's guide. *Cranio* 2007; 25(1): 63-73.
127. Widmalm SE, Williams WJ, Ang BK and McKay DC. Localization of TMJ sounds to side. *J Oral Rehabil.* 2002 Oct;29(10):911-7.
128. Wieczorek A, Loster JE. Activity of the masticatory muscles and occlusal contacts in young adults with and without orthodontic treatment. *BMC Oral Health.* 2015;15: 116.
129. Woda A, Pionchon P, Palla S. Regulation of mandibular postures: mechanisms and clinical implications. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2001;12:166.

130. Yamabe Y, Yamashita R, Fujii H. Head, neck and trunk movements accompanying jaw tapping. *J Oral Rehabil* 1999;26:900–905.
131. Yamada, R, Ogawa, T and Koyano, K. The effect of head posture on direction and stability of mandibular closing movement. *Journal of Oral Rehabilitation*. 26 (6)1999; 511.
132. Yáñez-Vico RM, Iglesias-Linares A, Torres-Lagares D, Gutiérrez-Pérez JL, Solano-Reina E. Association between condylar asymmetry and temporomandibular disorders using 3D-CT. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 Sep 1;17(5):852-8.
133. Yurchenko M, Hubáľková H, Klepáček I, Machoň V, Mazánek J. The neuromuscular approach towards interdisciplinary cooperation in medicine. *Int Dent J*. 2014 Feb;64(1):12-9.
134. Zebeib AM, Naini FB. Variability of the inclination of anatomic horizontal reference planes of the craniofacial complex in relation to the true horizontal line in orthognathic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Dec;146(6):740-7.
135. Zemen, J.: Konzervativní léčba temporomandibulárních poruch. Praha: Galén 1999, 215 s., ISBN 80-7262-005-3.
136. Zepa I, Hurmerinta K, Kovero O, Nissinen M, Könönen M, Huggare J. Trunk asymmetry and facial symmetry in young adults. *Acta Odontol Scand*. 2003 Jun;61(3):149-53.
137. Zhang J, Whittle T, Wang L, Murray GM. The reproducibility of temporomandibular joint vibrations over time in the human. *J Oral Rehabil*. 2014 Mar;41(3):206-17.
138. Web Národní knihovny Spojených Států Pubmed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

10. Seznam publikací doktoranda

- **Yurchenko M**, Hubálková H, Machoň V, Mazánek J. **Moderní metody diagnostiky v neuromuskulární stomatologii**. Progresdent, 11 (2011)
- **Yurchenko M**, Hubálková H, Klepáček I, Machoň V, Mazánek J. **Neuromuskulární přístup ve stomatologii**. Abstrakty: Mezinárodní kongres Pražské dentální dny, Praha, 2012
- Valášek J, **Jurčenko M**, Florian Z. **Comparative Study of Two Different Types of Human Mandible Boundary Conditions Used in Finite Element Calculations**. Applied Mechanics and Materials 2013;436:255–64
- **Yurchenko M**, Klepáček I, Machoň V, Hubálková H. **Sklon okluzní roviny vs. neuromuskulární napětí ve žvýkacích svalech**. Abstrakty: Mezinárodní kongres Pražské dentální dny. Praha, 2013
- **Yurchenko M**, Hubálková H, Klepáček I, Machoň V, Mazánek J. **The Neuromuscular Approach towards Interdisciplinary Cooperation in Medicine**. Int Dent J. 2014 Feb; 64(1): 12-19 [**IF= 1.628**]
- Zakharov S, Pelcova D, Diblík P, Urban P, Kuthan P, Nurieva O, Kotikova K, Navratil T, Komarc M, Belacek J, Seidl Z, Vaneckova M, Hubacek J, Bezdicek O, Klempir J, **Yurchenko M**, Ruzicka E, Miovsky M, Janikova B, Hovda K. **Long-term visual damage after acute methanol poisonings: Longitudinal cross-sectional study in 50 patients**. Clinical Toxicology 2015 Nov;53(9):884-92 [**IF= 4.398**]

11. Prezentace na kongresech a sympoziích

- Přednáška: **Neuromuskulární přístup ve stomatologii.** Mezinárodní kongres Pražské dentální dny. Praha, 2012.
- Přednáška: **Počítačová kineziografie v neuromuskulární stomatologii.** Den výzkumných prací. Praha, 2013.
- Přednáška: **Sklon okluzní roviny vs. neuromuskulární napětí ve žvýkacích svalech.** Mezinárodní kongres Pražské dentální dny. Praha, 2013.
- Přednáška: **Korelace kineziografického a myografického vyšetření u mladých jedinců.** Den výzkumných prací. Praha, 2013.
- Přednáška: **Vyhodnocení kraniometrických parametrů vzorku populace v České republice.** Den výzkumných prací. Praha, 2014.
- Přednáška: **Temporomandibular Joint Disorders from Perspective of Craniometric and Myographic Parameters.** 39th Annual Conference of the European Prosthodontic Association. Praha, 2015.

12. Seznam obrázků

- Obr. 1. Asymetrické rozložení žvýkacího tlaku v lebce (Ivo Klepáček, upraveno dle James E. Carlsson) – str. 11
- Obr. 2. Žvýkací a krční svaly (upraveno dle Pearson Benjamin Cummings) – str. 13
- Obr. 3. Vzájemné propojení polohy hlavy, páteře a nohou. Postava zdravého člověka (A) a její patologické změny (B) (Ivo Klepáček, upraveno dle James E. Carlsson) – str. 14
- Obr. 4. Zatížení krčních obratlí v závislosti na stupni sagitálního sklonu okluzní roviny. A – normální sagitální inklinace okluzní roviny, B – vyšší inklinace, C – nízká inklinace. (M. Motoyoshi et al.) – str. 15
- Obr. 5. Paralelita a disparelita základních rovin v těle člověka. Postava zdravého člověka (A) a její patologické změny (B) (Ivo Klepáček, upraveno dle James E. Carlsson) – str. 17
- Obr. 6. Temporomandibulární kloub (upraveno dle F. Netter) – str. 18
- Obr. 7. Vybrané kranio-metrické body a roviny (upraveno dle T. Rakosi, 1982) – str. 20
- Obr. 8. Lebka ve třech projekcích a směry rotace (upraveno dle T. Schouman) – str. 21
- Obr. 9. Sklon okluzní roviny u pacientů s onemocněním temporomandibulárního kloubu (A) a u zdravých dobrovolníků (B) (upraveno dle L. S. Esteves) – str. 23
- Obr. 10. Rozdíly v obličejové morfologii mezi třemi skupinami probandů – klinicky zdravé z hlediska stavu čelistního kloubu, pacienti s dislokací s repozicí a dislokací bez repozice (upraveno dle Byun) – str. 25
- Obr. 11. Rozdíly v obličejové morfologii mezi dvěma skupinami probandů – klinicky zdravé z hlediska stavu čelistního kloubu a pacienti s dislokací kloubního disku bez repozice (upraveno dle Nebbe) – str. 26
- Obr. 12. Okluzní rovina, m. masseter a conus dentalis u zdravého člověka (A) a okluzní disbalance při patologických změnách (B) (Ivo Klepáček, upraveno dle James E. Carlsson) – str. 32
- Obr. 13. Analýza sagitálního (A) a frontálního (B) dálkového snímku. Ve stupních je vyznačen sklon uvedených linií k okluzní rovině – str. 35
- Obr. 14. Rentgenové snímky temporomandibulárního kloubu – str. 35
- Obr. 15. Kineziografické vyšetření pomocí přístroje Jaw Tracking 3D – str. 37
- Obr. 16. Umístění magnetu na zubech dolní čelisti – str. 37
- Obr. 17. Průběh kineziografického vyšetření na obrazovce počítače – str. 38
- Obr. 18. Vznik vibrací. Vzájemná frikce hladkých a drsných povrchů – str. 39
- Obr. 19. Schéma fungování sonografického a vibrometrického diagnostického přístroje – str. 40

- Obr. 20. Vibrometrické vyšetření pomocí přístroje BioJVA – str. 40
- Obr. 21. Výsledky vibrometrického vyšetření – str. 41
- Obr. 22. Výsledky hledání přímé a nepřímé myografie v databázi Pubmed – str. 42
- Obr. 23. Myografické vyšetření pomocí přístroje BioEMG II – str. 43
- Obr. 24. Výsledky myografického vyšetření – str. 44
- Obr. 25. Inklinace sklonu okluzní roviny vůči dalším rovinám na telerentgenových snímcích v sagitální projekci po rozdělení pacientů a dobrovolníků do skupin NAD a POD, UVNITŘ a VNĚ, L a P (ve stupních) – str. 55
- Obr. 26. Inklinace sklonu okluzní roviny vůči dalším rovinám na telerentgenových snímcích ve frontální projekci po rozdělení pacientů a dobrovolníků do skupin NAD a POD, UVNITŘ a VNĚ, L a P (ve stupních) – str. 56
- Obr. 27. Přehled skupin a podskupin z hlediska výsledků kineziografického vyšetření – str. 60
- Obr. 28. Výsledky vibrometrického vyšetření probandů experimentálního a kontrolního souboru podle strany vzniku vibrace – str. 67
- Obr. 29. Výsledky vibrometrického vyšetření probandů experimentálního a kontrolního souboru bez rozdělení na strany vzniku vibrace – str. 67
- Obr. 30. Přehled skupin a podskupin z hlediska výsledků myografického vyšetření v klidu – str. 81
- Obr. 31. Přehled skupin a podskupin z hlediska výsledků myografického vyšetření při zatížení – str. 81

13. Seznam tabulek

- Tab. 1. Základní cefalometrické parametry podle různých autorů – str. 28
- Tab. 2. Výskyt jednotlivých symptomů v obou skupinách podle anamnestických dotazníků – str. 46
- Tab. 3. Výskyt jednotlivých symptomů v obou skupinách podle klinického vyšetření – str. 47
- Tab. 4. Porovnání inklinace sklonu okluzní roviny vůči dalším rovinám na telorentgenových snímcích v sagitální projekci mezi pacienty a dobrovolníky – str. 49
- Tab. 5. Porovnání inklinace sklonu okluzní roviny mezi pacienty a dobrovolníky na telorentgenových snímcích ve frontální projekci – str. 50
- Tab. 6. Rozdělení a statistické vyhodnocení skupin podle stupně inklinace okluzní roviny vůči rovině Sella-Nasion (POD a NAD) – str. 52
- Tab. 7. Rozdělení a statistické vyhodnocení skupin podle stupně inklinace okluzní roviny vůči rovině Porion (UVNITŘ a VNĚ) – str. 53
- Tab. 8. Rozdělení a statistické vyhodnocení skupin podle směru inklinace okluzní roviny vůči rovině Porion (L a P) – str. 54
- Tab. 9. Rychlost otevírání a zavírání úst (mm/s) ve skupině pacientů a dobrovolníků bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny v sagitální projekci – str. 57
- Tab. 10. Rychlost otevírání a zavírání úst (mm/s) u probandů experimentálního a kontrolního souboru s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny v sagitální projekci – str. 58
- Tab. 11. Rychlost otevírání a zavírání úst (mm/s) u probandů experimentálního a kontrolního souboru bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny ve frontální projekci – str. 58
- Tab. 12. Výsledky vibrometrického vyšetření ve vztahu k sagitální inklinaci okluzní roviny – str. 62
- Tab. 13. Výsledky vibrometrického vyšetření ve vztahu k frontální inklinaci okluzní roviny – str. 64
- Tab. 14. Výsledky vibrometrického vyšetření ve vztahu ke směru frontální inklinace okluzní roviny – str. 65

Tab. 15. Klidové myografické parametry (tonus v mV) ve skupině pacientů a dobrovolníků bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny ve frontální projekci (L a P) – str. 70

Tab. 16. Myografické parametry (tonus v mV) při maximálním svalovém napětí ve skupině pacientů a dobrovolníků bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny ve frontální projekci (L a P) – str. 73

Tab. 17. Klidové myografické parametry (tonus v mV) ve skupině pacientů a dobrovolníků bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle stupně inklinace okluzní roviny v sagitální projekci – str. 76

Tab. 18. Myografické parametry (tonus v mV) při maximálním svalovém napětí ve skupině pacientů a dobrovolníků bez rozdělení na podskupiny a s rozdělením podle směru sklonu okluzní roviny v sagitální projekci – str. 79

14. Seznam zkratek

CSF – cerebrospinální fluid

TMK – temporomandibulární kloub

MRT – vyšetření metodou magnetické rezonance

N – Nasion, přední bod sutura nasofrontalis

S – Sella, střední bod sella turcica

Se – střední bod vchodu do sella turcica

Or - Orbitale, nejnižší bod kostěného okraje orbity (punctum medioorbitalea)

ANS – přední okraj spina nasalis anterior

PNS – zadní okraj spina nasalis posterior

Go – Gonion, bod na zevním dolním okraji úhlu mandibuly

S-N - linie, spojující body Sella a Nasion. Reprezentuje lební bázi.

FH - Frankfurtská horizontála

CP – Camperova rovina

PP - palatinální rovina, spojení bodů ANS a PNS

Occ - okluzní rovina

MP - mandibulární rovina

H – absolutní horizontála

JVA – Joint Vibration analysis, analýza vibrací TMK

EMG - elektomyografie

TA – m. temporalis, pars anterior

MM – m. masseter

DA – m. digastricus anterior

SCM – m. sternocleidomastoideus