

**Univerzita Karlova v Praze**

**2. lékařská fakulta**

Studijní program: Antropologie



**MUDr. Hliňáková Petra**

**2D a 3D modely u pacientů s onemocněním temporo-  
mandibulárního kloubu**

2D and 3D models based on patients temporomandibular joint diseases

Disertační práce

Vedoucí závěrečné práce/Školitel: Prof. MUDr. Taťjana Dostálová, CSc., MBA

Praha, 2015

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem řádně uvedl/a a citoval/a 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.

V Praze, 10. 08. 2015

Petra Hliňáková

Identifikační záznam

HLIŇÁKOVÁ, Petra. *2D a 3D modely u pacientů s onemocněním temporomandibulárního kloubu.*  
*[2D and 3D models based on patients temporomandibular joint diseases].*

Praha, 2015. 82 stran. Disertační práce (Ph.D.). Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta, Stomatologická klinika dětí a dospělých 2LF UK a FN Motol. Školitel Dostálová, Taťjana.

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala své školitelce prof. MUDr. Taťjaně Dostálové, DrSc., MBA za odborné vedení a nepostradatelné rady během celé doby doktorského studia.

Dále bych chtěla poděkovat prof. MUDr. Leoši Navrátilovi, CSc. za vedení rehabilitace a hodnocení rehabilitační léčby, doc. Ing. Josefu Daňkovi, PhD., a doc. Ing. Jiřímu Nedomovi, CSc. za nezastupitelnou pomoc při tvorbě matematických modelů a dále RNDr. Alexi Vinšů za statistické zpracování dat.

Mé velké díky patří i Prof. MUDr. Jiřímu Mazánkovi, DrCs. za cenné rady a umožnění přístupu k obrazové dokumentaci.

V neposlední řadě děkuji také celé své rodině a blízkým za podporu v mé profesní i akademické práci.

## OBSAH

### Abstrakt

|   |    |
|---|----|
| 1. Úvod.....  | 9  |
| 1.1. Anatomie.....                                    | 9  |
| 1.2. Epidemiologie onemocnění TMK.....                | 12 |
| 1.3. Etiologie a rizikové faktory onemocnění TMK..... | 16 |
| 1.4. Klasifikace onemocnění TMK.....                  | 17 |
| 1.5. Diagnostika patologií TMK.....                   | 22 |
| 1.5.1. Anamnéza.....                                  | 22 |
| 1.5.2. Pomocné vyšetřovací metody.....                | 25 |
| 1.5.3. Kazuistická sdělení.....                       | 28 |
| 1.6. Terapie onemocnění TMK.....                      | 35 |
| 1.6.1. Konzervativní léčba.....                       | 36 |
| 1.6.1.1. Domácí šetřící režim.....                    | 36 |
| 1.6.1.2. Rehabilitace TMK .....                       | 37 |
| 1.6.1.3. Farmakologická terapie.....                  | 37 |
| 1.6.1.4. Okluzní a stabilizační nákusná dlahy.....    | 38 |
| 1.6.2. Chirurgická léčba.....                         | 40 |
| 1.6.2.1. Chirurgická léčba miniinvazivní.....         | 40 |
| 1.6.2.2. Chirurgická léčba invazivní.....             | 43 |
| 2. Cíle práce a pracovní hypotéza.....                | 47 |
| 3. Materiál a metody.....                             | 48 |
| 3.1. Rozdělení pacientů do skupin.....                | 50 |
| 3.2. Rehabilitace TMK.....                            | 53 |
| 3.2.1. Fyzikální terapie.....                         | 54 |
| 3.2.2. Magnetoterapie.....                            | 55 |
| 3.2.3. Fototerapie, laser.....                        | 56 |
| 3.2.4. Pozitivní termoterapie.....                    | 56 |
| 3.2.5. Fyzikální terapie použitá při studii.....      | 57 |
| 4. Matematické modely.....                            | 60 |
| 4.1. Matematické modely obecně.....                   | 60 |
| 4.2. 2D modely.....                                   | 62 |
| 4.3. 3D modely.....                                   | 68 |
| 5. Diskuze.....                                       | 72 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 6. Závěr.....                       | 74 |
| 7. Význam pro praxi.....            | 75 |
| 8. Seznam použité literatury.....   | 76 |
| 9. Seznam publikací disertanta..... | 81 |

## Abstrakt

Temporomandibulární kloub (TMK) je jedním z nejsložitějších kloubů v těle. Jeho funkce je řízena koordinací pohybů a postavení zubních oblouků, svalů a kloubů. Změna životního stylu snižuje tělesnou aktivitu, která vede k stále většímu počtu degenerativních onemocnění kloubů s různou etiologií. Proto se zvyšuje i počet pacientů, kteří si stěžují na bolest a další obtíže v oblasti TMK. Odhadem 42 % populace má alespoň jeden z příznaků a 2 – 5,5 % vyhledá léčbu.

Poruchy čelistního kloubu (TMD) mají klinické příznaky, které postihují žvýkací svaly, čelistní klouby i další související anatomické struktury. Typické jsou bolesti, zvukové fenomény, omezené otvírání úst a různé parafunkce dolní čelisti. Základem úspěšné léčby je stanovení příčiny obtíží pacienta. Terapie vychází z modelu ideální biomechaniky TMK. Rehabilitace čelistního kloubu vyžaduje komplexní dlouhodobou léčbu založenou především na fyzikální, chirurgické a protetické terapii.

Podrobné znalosti o funkci a morfologii čelistního kloubu jsou nezbytné pro léčbu jeho onemocnění. Pohyby čelistního kloubu jsou biomechanicky sofistikované, ale jejich průběh není zcela objasněn. Cílem PhD práce bylo vytvořit matematický model založený na analýze čelistního kloubu, z hlediska vznikajících sil při tahu a tlaku. Získané výsledky, založené na dvou a trojrozměrných matematických modelech, představují podklad pro další studium biomechanických aspektů čelistního kloubu a jeho náhrady. Tyto modely byly založeny na teorii kontaktních úloh z lineární pružnosti.

Klíčová slova: temporomandibulární kloub, matematické modely, léčba TMK

## **Abstrakt**

The temporomandibular joint (TMJ) is one of the most complex joints in the body. Its harmony is established by coordinating the movements and position of the dental arches, muscles and joints. Changing lifestyles reduced physical activity, which leads to an increased number of degenerative joint diseases with different etiology. Therefore increases the number of patients who complain of pain and other problems in the TMJ. An estimated 42 % of the population has at least one of the symptoms, and 2 - 5.5 % seek treatment.

Temporomandibular joint disorders (TMD) have clinical signs that affect the masticatory muscles, the temporomandibular joints and relevant anatomical structures. Typical signs and symptoms of TMD are facial pain, clicking or crepitation of the TMJs, limited jaw opening capacity and deviation in the movement patterns of the mandible. The basis of successful treatment is a determination of the patient's causal problems. The analysis is based on the model of the ideal biomechanics of TMJ. Rehabilitation of temporomandibular joint disorders requires a comprehensive long-term therapy based mainly on physical, surgical, and prosthetic treatment.

Detailed knowledge about the function and morphology of temporomandibular joint are essential for clinical evaluation and treatment of temporomandibular joint disorders. The movements of temporomandibular joint are biomechanically sophisticated and are up-to-date not fully understood. Therefore the theoretical aim of the PhD thesis gives the suitable mathematical approach for analyses of temporomandibular joint based on traction and compression forces. The obtained results, based on two- and three-dimensional mathematical models, represent an introductory work for further studies of biomechanical aspects of temporomandibular joint and of its prosthesis. These models were based on the theory of contact problems in linear elasticity.

Key words: temporomandibular joint, mathematical models, treatment of temporomandibular joint disorders

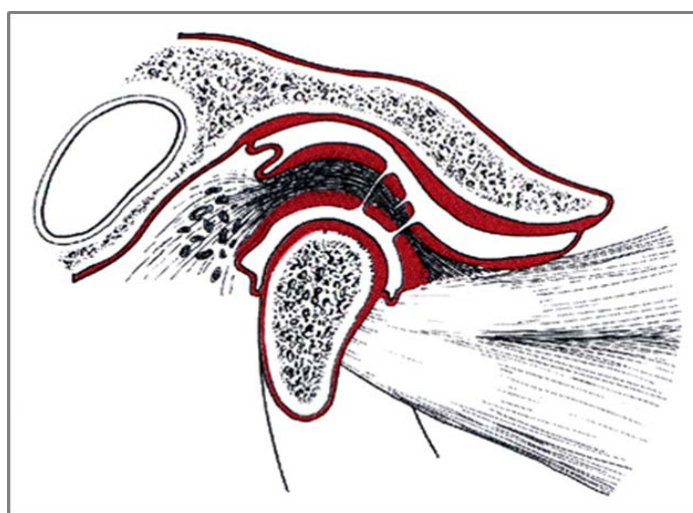


## 1. Úvod

V případě onemocnění temporomandibulárního kloubu je obecně známo, že na vzniku onemocnění se podílí celá řada faktorů, proto by léčba měla být komplexní a zabývat se nejen důsledky onemocnění, ale i příčinami. Vzhledem k tomu, že jednou z nejčastějších příčin vzniku poruch čelistního kloubu je stres, mohli bychom poruchy TMK označit za civilizační onemocnění. Důvodem, proč pacienti vyhledávají lékaře a chtějí se léčit, je bolest, která je pro tyto poruchy charakteristická. Vytvořením standardů a komplexním přístupem k tomuto onemocnění lze výrazně zlepšit kvalitu života pacientů s tímto onemocněním vzhledem k jejich denním potřebám, které mohou být při tomto onemocnění omezeny. Nezanedbatelná je i psychická stránka, která je mnohdy dlouhodobou a intenzivní bolestí výrazně alterována.

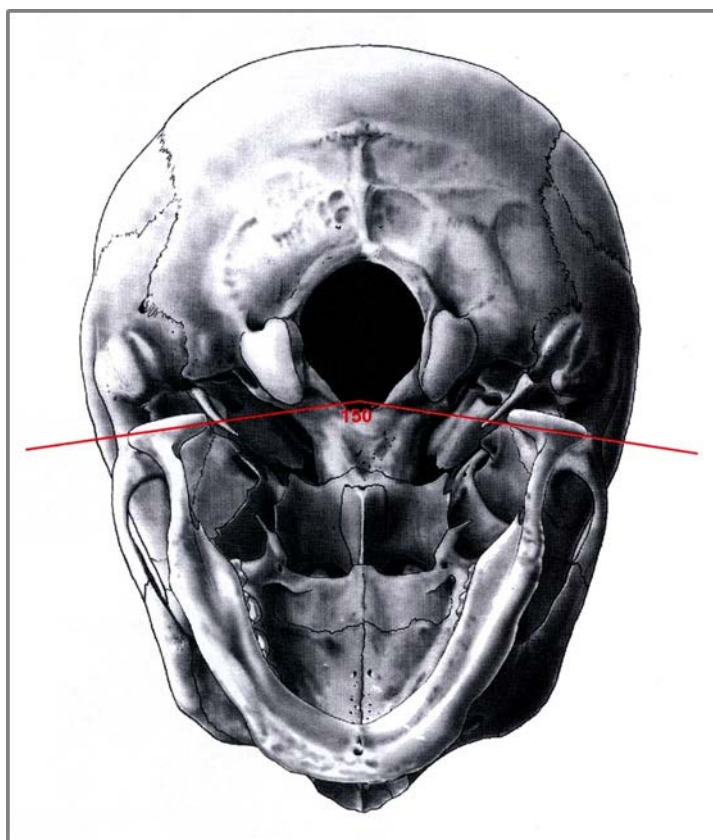
### 1.1. Anatomie

Temporomandibulární kloub (TMK) je kloubem s největší zátěží v lidském těle a jedním z nejsložitějších kloubů vůbec. Skeletální úsek tvoří část kosti spánkové a dolní čelist, z dalších konstrukčních prvků se na TMK podílí specializované vazivové struktury, kloubní disky, vazy a svaly (obr. 1). Tento kloub je cévně a nervově bohatě zásoben. Temporomandibulární kloub má, jako jediný kloub lidského těla, schopnost vykonávat dva druhy pohybů, a to pohyb rotační a translační. Je kloubem párovým, to znamená, že oba čelistní klouby jsou spojeny tělem dolní čelisti a vykonávají tak pohyb současně. Případná dysfunkce na jedné straně se projevuje i na druhostranném kloubu.



Obr. 1: Anatomie TMK. (Zdroj: Klepáček I., Mazánek J., 2001).

TMK je složen z **kloubní jamky** tvořené konkávním prohloubením temporální kosti na spodně lební (pars squamosa ossis temporalis) a **kloubní hlavicí**. **Kloubní hlavice** je konvexní kloubní prominence (tuberculum articulare) nacházející se na konci kloubního výběžku dolní čelisti. Má tvar protáhlého elipsoidu postaveného horizontálně a zešíkmeného vůči frontální rovině, takže podélné osy obou hlavic svírají za mandibulou úhel 150 - 60° (obr. 2). Horní hrana je kulovitá nebo konvexní, jiné tvary jsou méně časté. Kondyl měří cca 2 cm mediolaterálně a asi 1 cm anteroposteriorně. Zadní okraj hlavice plynule přechází na krček dolní čelisti (collum mandibulae). Na přední straně je pod hlavicí prohloubena plocha, na kterou se upíná m. pterygoideus lateralis.



Obr. 2: Úhel svírající osy hlavic. (Zdroj: Klepáček I., Mazánek J., 2001).

**Kloubní povrchy** tvoří vazivová chrupavka (což je odlišné od ostatních kloubů, jejichž povrchy jsou tvořeny chrupavkou hyalinní). Chrupavčitá tkáň je avaskulární, nemá žádnou inervaci a výživa je zajišťována synoviální tekutinou.

**Synoviální membrána**, která se skládá ze dvou vrstev - intimy a subintimy, tvoří všechny vnitřní plochy kloubního pouzdra. Jedná se o podpůrnou vrstvu, cévně a nervově bohatě zásobenou. Touto vrstvou jsou synoviální buňky odděleny od vazivových buněk. Produktem synoviální tkáně je synoviální tekutina, která slouží nejen jako lubrikant, ale dále zabezpečuje metabolické a nutriční nároky avaskulárních úseků kloubu. Má stejné složení jako krevní plazma jen s tím rozdílem, že se v ní nachází menší obsah proteinů.

Jak již bylo uvedeno výše TMK je kloubem složeným. Mezi kloubní hlavicí a kloubní jamkou se nachází **kloubní disk**. Kloubním diskem nazýváme poddajnou vazivovou tkáň, která je schopná se do jisté míry přizpůsobit funkčním požadavkům kloubních povrchů. Tato struktura má specifický tvar i funkci a je tvořená fibrózní pojivovou tkání. Nemá žádnou cévní zásobu a je bez inervace, což jí umožňuje odolat velkým tlakům. Tvar kloubního disku je sedlovitě prohnutý, uprostřed je tenčí než na svém obvodu. Při sagitálním pohledu jej lze rozdělit na 3 části a to: přední zesílenou část (2 mm), intermediální zónu (1 mm) a zadní zesílenou část (3 mm). Disk se v zadní části upíná do oblasti, kterou nazýváme retrodiskální tkáň (tzv. Zenkerův polštář), což je pojivová tkáň se značnou cévní zásobou a inervací, která slouží k výživě a stabilizaci disku. Kloubní pouzdro a fascie m. pterygoideus lateralis je místem úponu přední části disku. Kloubní disk rozděluje kloubní prostor na dva vzájemně nekomunikující oddíly. Horní kloubní štěrbina je o objemu cca 1 - 1,2 ml a dolní kloubní štěrbina má objem cca 0,9 ml. Zadní fixace disku překonává svým pasivním napětím ventrální tah m. pterygoideus lateralis a tím je disk udržován ve správné poloze. (Okeson J.P., 2008, Machoň V., 2008)

Pohyb čelistního kloubu je kombinací dvou pohybových složek, translace a rotace. Pohyb rotační se odehrává v dolním kloubním prostoru, hlavice se pohybuje ve vztahu k disku. Pohyb translační pak v horním kloubním prostoru, kloubní disk se posouvá společně s kloubní hlavicí. Anatomické uspořádání TMK dovoluje dolní čelisti se pohybovat ve všech třech rovinách. Rozeznáváme tak protruzi – jedná se o oboustranný translační pohyb kloubních hlavic vpřed a dolů. Opačným pohybem je retruze, kdy hlavice směřuje vzad. Při lateropulsi dochází ke kombinaci pohybů a čelist se pohybuje do stran. Depresí čelisti označujeme pohyb, kdy kloubní hlavice vykoná rotační pohyb a to do postavení, kdy se hrany řezáků od sebe vzdálí cca na 1 cm. V další fázi pohybu provádí hlavice pohyb translační a posouvá se na vrchol kloubního výběžku. Rozsah pohybů je kontrolován a limitován pomocí ligament, jinak za všechny pohyby dolní čelisti odpovídají žvýkací svaly.

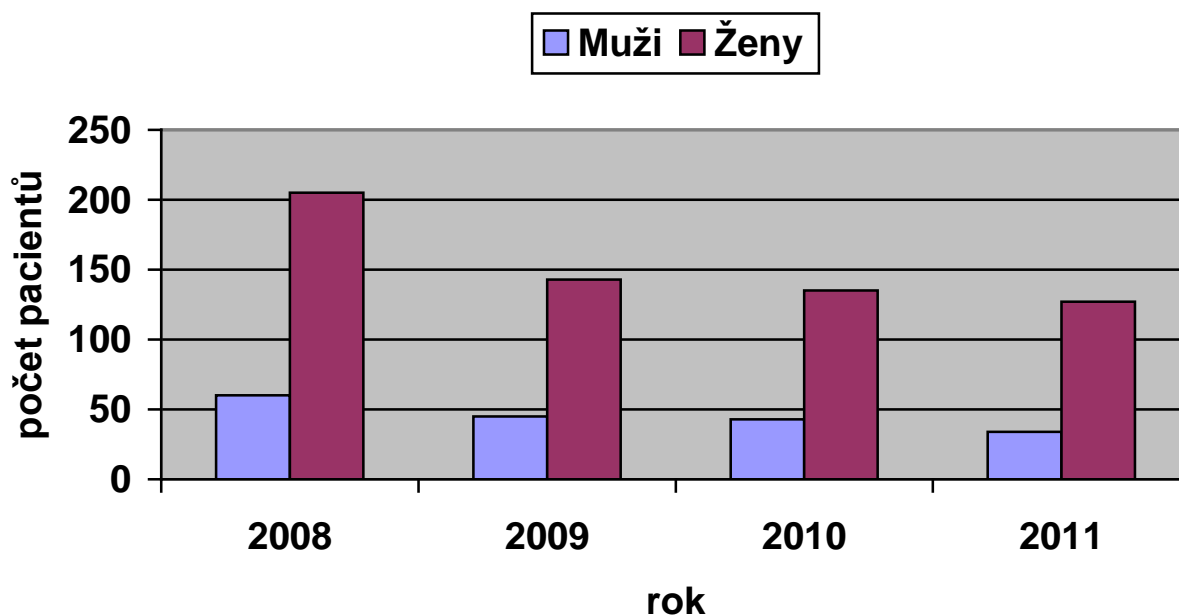
**Svaly**, které umožňují pohyby mandibuly, jsou konkrétně m. masseter, m. pterygoideus medialis a lateralis, m. temporalis a svaly suprahyoidní. Svaly suprahyoidní a m. pterygoideus lateralis odpovídají za abdukcii, na addukci se podílí m. masseter, m. pterygoideus medialis a m. temporalis. Dalším pohybem je protruze, kterou vykonává m. pterygoideus lateralis a m. pterygoideus medialis. Posledním typem pohybu je retruze, při které pracuje m. temporalis. Svaly m. pterygoideus lateralis a m. pterygoideus medialis jsou odpovědné za lateropulze.

**Cévní zásobení TMK** přichází cestou konečných větví a. carotis externa a to: a. temporalis superficialis, a. masseterica anteriorně a z a. maxillaris posteriorně. Venózní plexus spojený s retrodiskální tkání se nachází v dorzální části TMK. Jeho plnění a vyprazdňování se řídí podle protruzních a retruzních pohybů kloubní hlavice spolu s diskem. Tento plexus se rovněž podílí na tvorbě synoviální tekutiny.

**Nervové zásobení TMK** je zajištěno z větve n. mandibularis - n. auriculotemporalis a částečně n. massetericus anteriorně a n. temporalis posteriorně. Bolest TMK se může promítat na různá místa obličeje a to vzhledem k faktu, že senzitivní inervaci zajišťuje auriculotemporální nerv a jeho větve. Není tedy lokalizovaná pouze před uchem, tedy v místě kloubu, ale může se šířit do oblasti ucha, čela, spánku do dolní i horní čelisti. (Machoň V., 2008, Quinn P.D., 1998, Miloto M et al., 2004, Wrihr E.F., 2010)

## **1.2. Epidemiologie onemocnění TMK**

Onemocnění temporomandibulárního kloubu (TMD - temporomandibular disorders) je termín pro objemnou skupinu klinických obtíží postihující nejen temporomandibulární kloub, ale i žvýkací svaly a okolní kostní struktury a měkké tkáně. (Wadhwa S., Kapila S., 2008) Jako základní příznaky poruch TMK zaznamenáváme nejčastěji bolest lokalizovanou přímo v TMK, ale díky senzitivní inervaci kloubu se může promítat i do dalších struktur, jak bylo uvedeno výše. Dále se jedná o v různé míře omezený rozsah pohybu dolní čelisti, patologické zvukové fenomény objevující se zejména při jídle a deviace dolní čelisti při otevírání. Nejčastějším důvodem, proč pacienti vyhledávají léčbu, je bolest. (De Leeuw R., 2008)



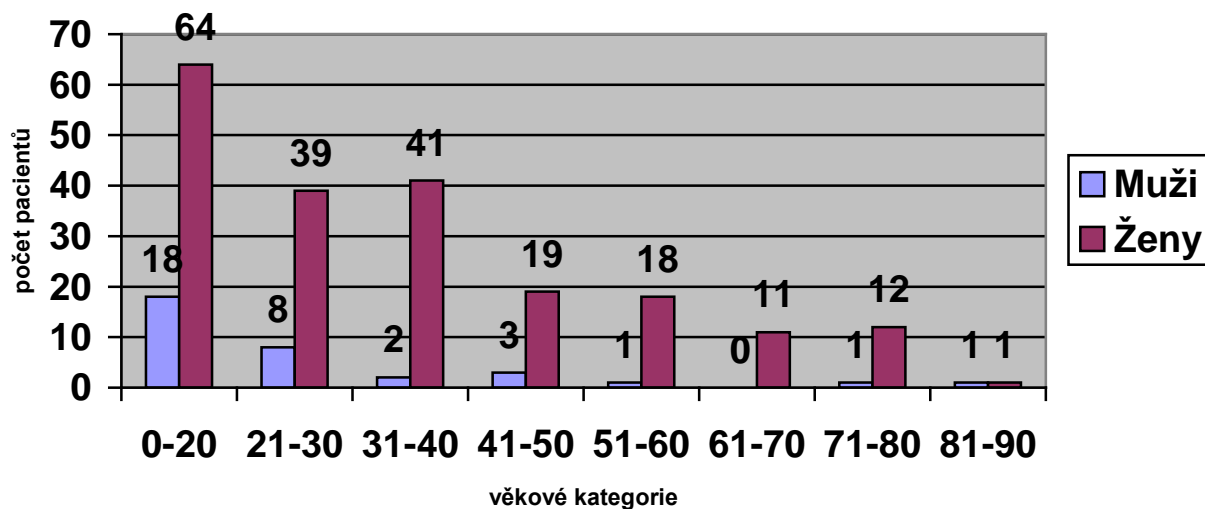
Graf 1: Počet pacientů léčených s poruchami TMK v jednotlivých letech 2008-2011. (Statistika Stomatologické kliniky dětí a dospělých 2. LF UK a FN Motol).

Onemocnění TMK se objevuje velmi často. Vzhledem k výraznému nárůstu počtu pacientů s tímto onemocněním a nejčastější příčině tohoto onemocnění, by se dalo charakterizovat jako civilizační. Věkové rozpětí, ve kterém se pohybuje většina pacientů, je mezi 20 až 50 rokem života, i když pacienti mimo tyto hranice nejsou výjimkou (grafy 2, 3, 4, 5). Nejčastěji se toto onemocnění projevuje bolestí, což je důvod, který pacienta k lékaři přivádí. Je známo, že cca u 42 % populace nalézáme minimálně jeden příznak tohoto onemocnění a 2 – 5,5 % populace vyhledá ošetření z důvodu značné intenzity či dlouhodobého trvání těchto obtíží. (Egermark I. et al., 2001, Wanman A., 1996)

Příznaky onemocnění TMK obecně neobtěžují pacienta trvale, ale jsou vázána zejména na zvýšené napětí ve žvýkacích svalech, zatínání zubů, bruxismus a další parafunkční zlovyky související s dutinou ústní. TMD symptomy jsou v 90 % případů spojeny se zhoršováním psychosociálních faktorů jako je podráždění, stres, úzkost, frustrace a deprese. (Wanman A., 1996, Magnusson T. et al., 2005, Fricton J., 2007)

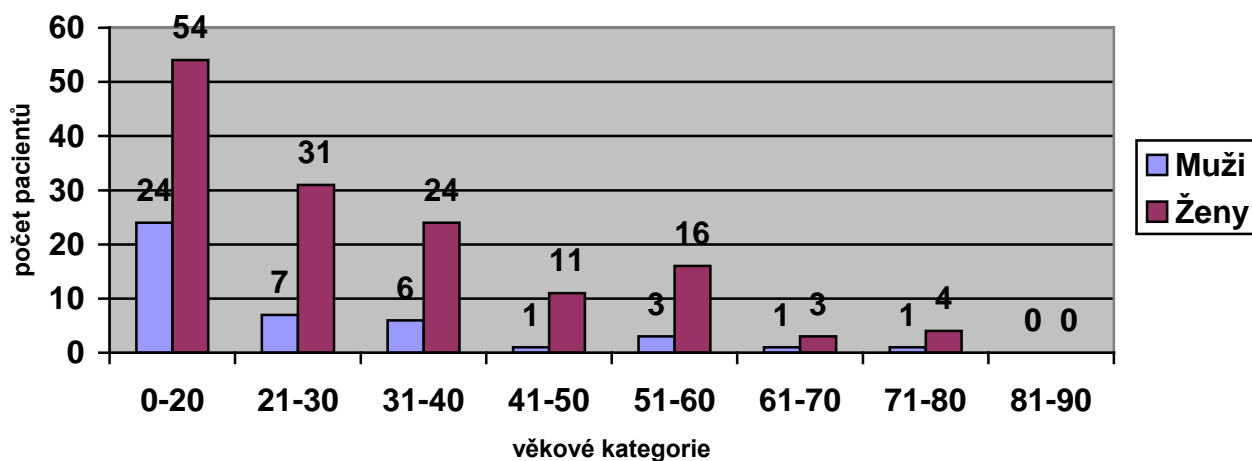
Symptomy, které mohou pomoci k diagnostice poruch temporomandibulárního kloubu se mohou nacházet i mimo TMK či žvýkací svalstvo, jsou to např. otalgie (bolest ucha, která nemá přímou souvislost s uchem), tinnitus, závratě, bolest v oblasti krční páteře nebo bolesti v oblasti m. sternocleidomastoideus nebo v oblasti chrupu. TMD se mohou podílet, jako jeden ze spouštěcích faktorů, na vzniku migrény, tenzních bolestí hlavy a celé řady dalších obtíží. (de Bont L.G. et al., 1997)

## Věkové zastoupení pacientů v roce 2008



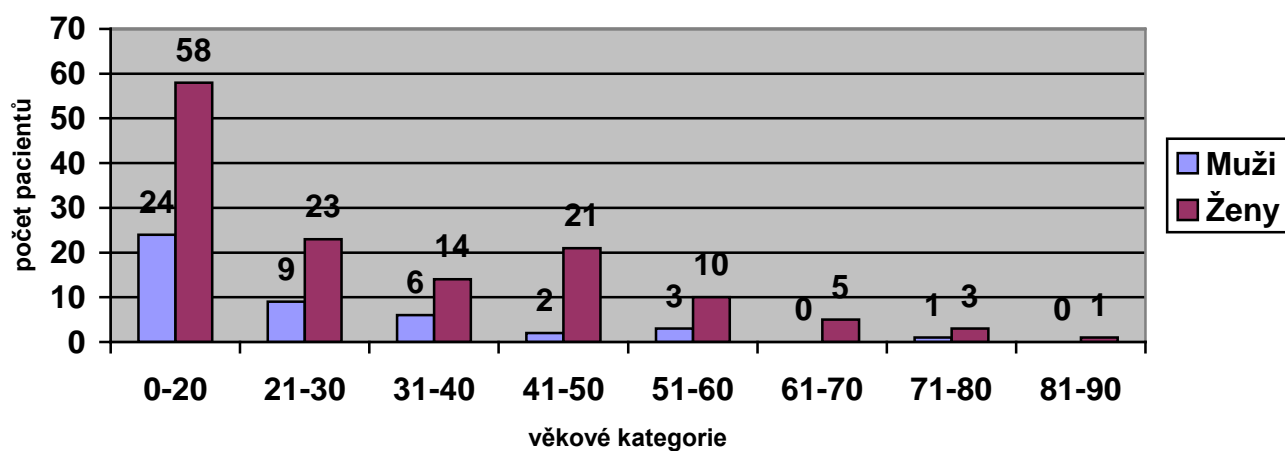
Graf 2: Věkové rozložení pacientů v roce 2008. (Statistika Stomatologické kliniky dětí a dospělých 2. LF UK a FN Motol).

## Věkové zastoupení pacientů v roce 2009



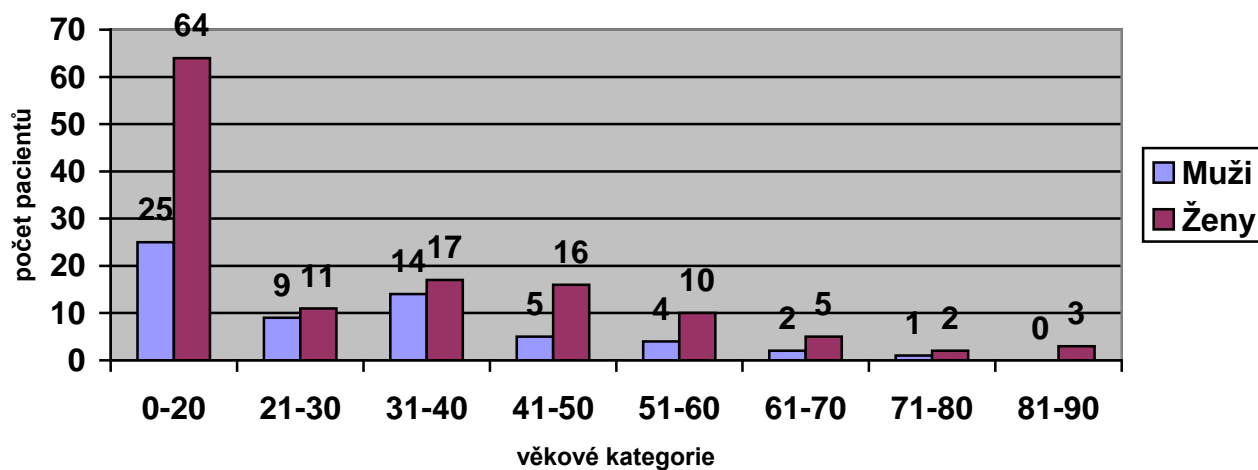
Graf 3: Věkové rozložení pacientů v roce 2009. (Statistika Stomatologické kliniky dětí a dospělých 2. LF UK a FN Motol).

## Věkové zastoupení pacientů v roce 2010



Graf 4: Věkové rozložení pacientů v roce 2010. (Statistika Stomatologické kliniky dětí a dospělých 2. LF UK a FN Motol).

## Věkové zastoupení pacientů v roce 2011



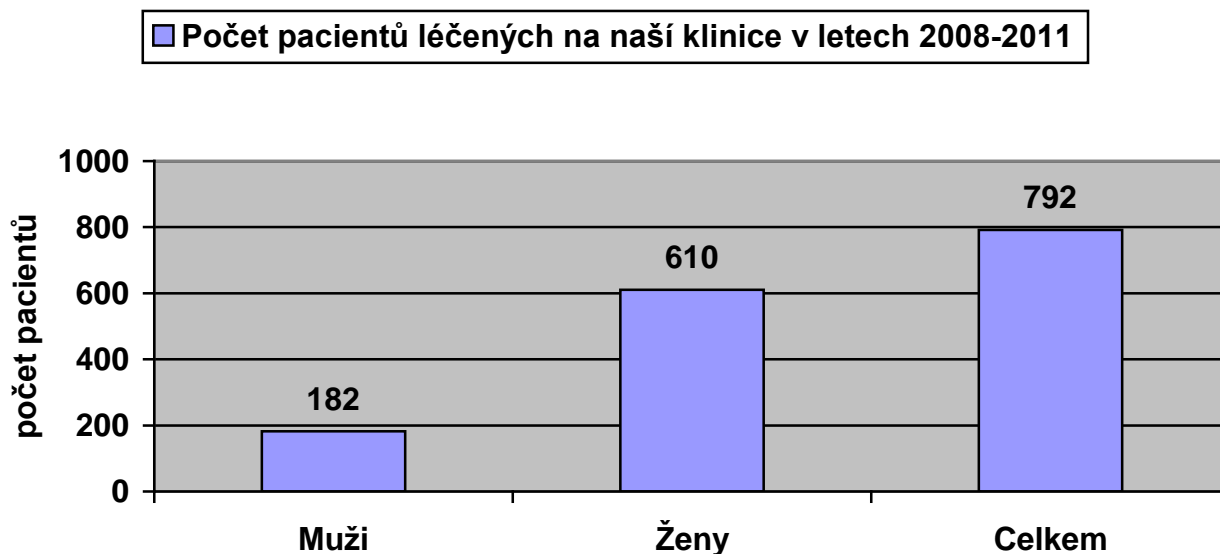
Graf 5: Věkové rozložení pacientů v roce 2010. (Statistika Stomatologické kliniky dětí a dospělých 2. LF UK a FN Motol).

### 1.3. Etiologie a rizikové faktory onemocnění TMK

Etiologie poruch TMK vychází z multifaktoriální teorie, což znamená, že na vzniku obtíží se podílí více než jeden faktor.

**Pohlaví** - signifikantně častěji a s těžším průběhem i příznaky onemocnění se poruchy TMK vyskytují u žen a obecně u starší populace. (Carlsson G.E., 1999, Shinal R.M., Fillingim R.B., 2007) Ženy vyhledají lékařskou pomoc mnohem častěji než muži. V literatuře nacházíme různé poměry od 3 - 9: 1 (graf 6). (De Leeuw R., 2008) Také úplné vyléčení je méně pravděpodobné u žen než u mužů. (Wanman A., 1996, Magnusson T. et al., 2005) Mnoho autorů se snažilo objasnit a vysvětlit rozdíly mezi oběma pohlavími, ale hlavní důvody nebyly zatím dostatečně vysvětleny. (Mohli B., Kopp S., 1978) Jako další etiologický a rizikový faktor považujeme trauma. **Mikrotrauma** popisované jako chronické přetěžování TMK a nefyziologické pohyby žvýkacích svalů, skřípání a zatínání zubů v souvislosti se stresem, parafunkční zlozvyky, nedostatečná protetická sanace chrupu při předčasných ztrátách zubů, nevyhovující snímací náhrady, nadměrné žvýkání žvýkaček apod. Vlivem mikrotraumat dochází ke zvýšení tlaku intraartikulárně, což může být příčinou poškození disku, dochází k adhezím kloubního disku nebo ke změnám kloubních struktur, nejčastěji degenerativního charakteru. A nelze zapomenout na fakt, že mikrotrauma může být důvodem zvýšení svalového napětí žvýkacích svalů, které je spojené s bolestí a se spasmy. **Makrotrauma** je popisováno jako jednorázové zřetelné přetížení TMK a žvýkacích svalů (náraz, úder, příliš tvrdá strava, nadměrné otevření úst např. při zívnutí event. stomatologickém ošetření). Trauma se nemusí v kloubu projevit hned, ale může dojít k jistému časovému prodlení, proto cílený dotaz na trauma v anamnéze by měl být nedílnou součástí vyšetření. **Malokluze** (předčasná ztráta většího počtu zubů, ztráta opěrné zóny, frontálně otevřený skus, jednostranně zkřížený skus) způsobuje svalové spasmy doprovázené bolestí nebo mikrotraumatizací TMK až vznikem degenerativních změn. (Perry H., 1977, Uptán L. et al., 1984, Williamson E., 1977, Green C.S., 1988) **Polyarthritida a vertebrogenní onemocnění** (zejména v oblasti krční páteře doprovázené zvýšeným svalovým napětím šíjových svalů) jsou často příčinou vzniku bolesti přenášené do oblasti obličeje a TMK. **Psychologické vlivy a emoční stres** charakteristicky doprovázený dlouhodobou, intenzivní svalovou aktivitou jsou příčinou vzniku faciální bolesti a dysfunkce. Ovlivnění psychologickými faktory se dá jen stěží dokladovat, ale nelze opomíjet fakt, že cca 10 – 20 % pacientů se léčí s psychiatrickým onemocněním. (Laskin D.M., 1969, Mc Namara J.A. Jr. Et al., 1995, Machoň V., 2008, Liberda O. at al., 2008)

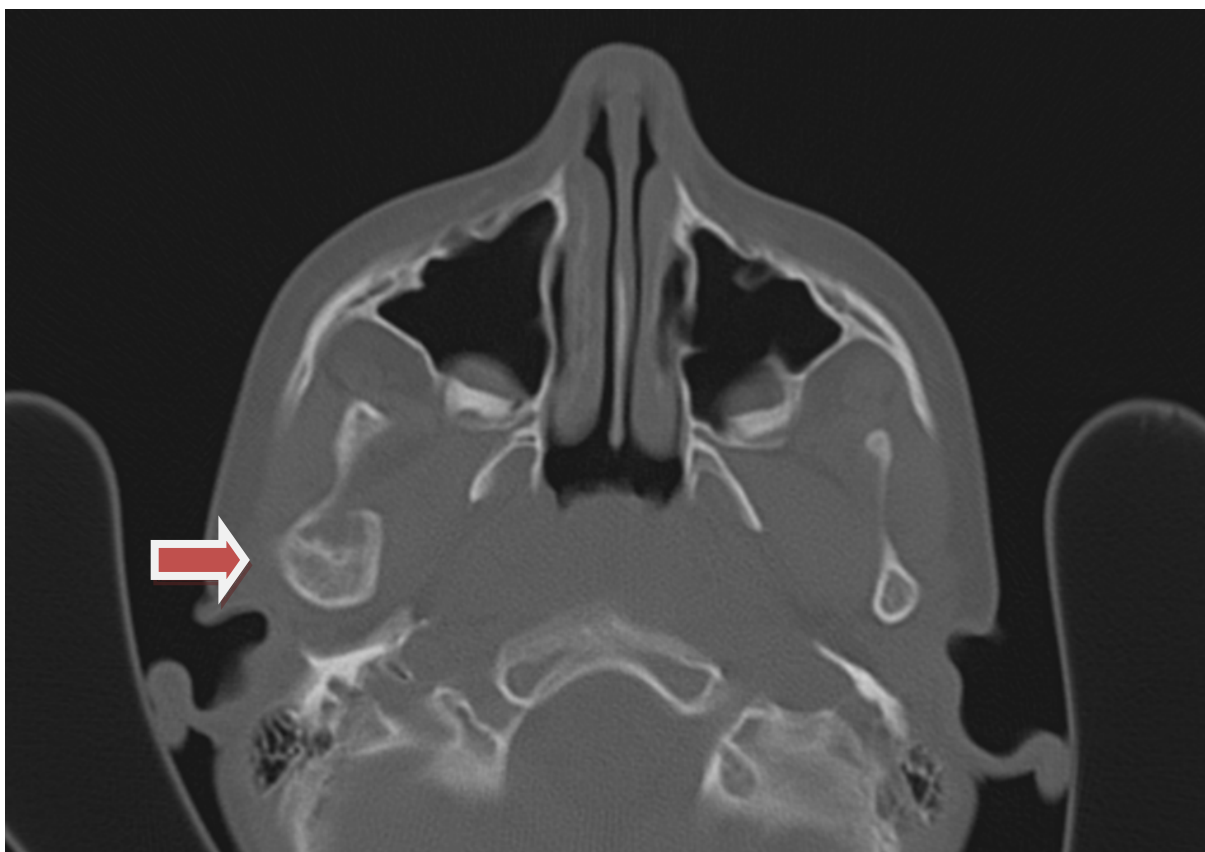




Graf 6: Celkem počet pacientů léčených s poruchami TMK v letech 2008-2011. (Statistika Stomatologické kliniky dětí a dospělých 2. LF UK a FN Motol).

#### 1.4. Klasifikace onemocnění TMK

Onemocnění TMK se dá dělit dle různých kritérií. My jsme použili dělení poruch TMK na dvě základní skupiny. **Neartrogenní** postižení – onemocnění mimo kloubní pouzdro, primárně svalové onemocnění, myofasciální bolestivý syndrom, svalový spasmus, a **artrogenní** postižení – tento typ se vyskytuje v kloubním pouzdře a jsou to např. nezářtlivé artropatie, zánětlivé artropatie, růstové poruchy (obr. 3) a nádorová onemocnění. (Ghali G.E. et al., 2004) Další možné dělení, které je obecně velmi často používané, je rozdělení poruch TMK na onemocnění extrakapsulární a intrakapsulární – odpovídá dělení uvedenému výše. Dále na poruchy hybnosti (hypermobilita – větší rozsah pohybu dolní čelisti, hypomobilita – omezené otvírání) a na onemocnění zánětlivá a degenerativní. (Machoň V., 2008) Méně často v TMK nacházíme onemocněními typu nádoru, jako jsou pseudotumory - synovialní chondromatosa, benigní tumory - osteom, chondrom nebo maligní tumory. Úrazy a vrozené vývojové vady v tomto textu nejsou uvedeny.



*Obr. 3: Vývojová anomálie TMK u pacienta s novorozeneckou sepsí (CT vyšetření).*

Jako nejčastější **extrakapsulární onemocnění** u pacientů nacházíme myofasciální bolest lokalizovanou ve žvýkacích svazech, nejčastěji v m. masseter. Je způsobena bruxismem, zatínáním zubů a parafunkčními zlozvyky. V důsledku toho dochází ke zvýšenému napětí žvýkacích svalů, spasmům a funkčnímu omezení. (Ghali G.E. at al., 2012) Dále k zatínání a skřípání zubů dochází při emocionálním stresu, což vznik myofasciální bolesti podporuje. (Rasmussen O., 1981) Mezi další extrakapsulární poruchy patří lokální svalová bolest, svalový spasmus, svalová kontraktura, myositida a fibromyalgie. Příznaky zahrnují zejména bolest promítající se mimo TMK a chronické bolesti žvýkacích svalů, proto pacienti nejdříve navštíví ORL lékaře či neurologa, odkud jsou posléze odesíláni do specializovaných ambulancí zabývajících se diagnostikou a léčbou onemocnění TMK.

**Artrogenní (intrakapsulární) onemocnění** – tímto názvem se označují onemocnění způsobená změnou polohy nebo tvaru kloubního disku. V celé řadě případů jsou tyto stavy komplikovány zánětlivými procesy, které se opět projevují výraznou bolestivostí.

Změny polohy kloubního disku mohou být dvojího druhu: disk je vysunut mimo svoji fyziologickou polohu v takovém případě se jedná o dislokaci disku, nebo je disk nepohyblivý a pevně adhezuje ke

kloubní jamce a potom hovoříme o adhezi disku. Studie, ve kterých byly použity pomocné zobrazovací techniky, popisují dislokaci disku u přibližně 30 % jedinců bez příznaků. (devony L.G. et al., 1997) Samotné vyšetření magnetickou rezonancí by nemělo dogmaticky určit léčbu právě proto, že se může jednat o dislokaci disku u pacienta bez zjevných obtíží. Dislokace disku TMK je hodnocena obecně uznávanou Wilkesovou klasifikací posuzující a hodnotící závažnost a chronicitu dislokace disku. (Frederick L., Steinkeler A., 2013, Wilkes C.H., 1989)

### **Patogeneze poruch diskokondylárního komplexu**

V klidové poloze není retrodiskální tkání vytvářen žádný tah na disk a je pouze vyvažováno napětí m. pterygoideus lateralis, které směřuje ventrálně a mediálně. Obdobně při otevírání úst retrodiskální tkáň pasivně vyrovnává tah m. pterygoideus lateralis. Pokud dojde ke změnám ve vazivovém aparátu disku a je překročen kompenzační mechanismus, může dojít ke změně polohy disku vůči hlavici. V takovém případě disk ztrácí svou funkci, ale současně může působit jako cizí těleso, které zpočátku pohyb zhoršuje a následně pohybu hlavice zcela brání. Nejčastěji se disk posouvá ventromediálně, výjimečně může být dislokován i laterálně nebo posteriorně. K tomu, aby mohlo dojít k dislokaci disku, se musí retrodiskální tkáň protáhnout, a tak umožnit posun disku dopředu. (De Leeuw R., 2008) Distální posun disku je extrémně vzácný. (deBont L.G. et al., 1997) Pokud dojde k dislokaci disku, část retrodiskální tkáně se posouvá na místo, kde by se za normálních okolností nacházel disk. Opakovaná zatěž na tuto část retrodiskální tkáně způsobuje adaptivní změny. (McNeill C., 1997) Takto změněná retrodiskální tkáň funguje stejně jako disk, odolává zatížení čelistního kloubu srovnatelně s diskem. (Wanman A., 1996, Magnusson T. et al., 2005) Není znám žádný mechanismus, který by ventrálně dislokovaný disk posouval zpět do fyziologického diskokondylárního vztahu. Pacienti velmi často udávají, že cvakání není přítomno trvale. Nejčastěji se objevuje při jídle, nebo pokud je pacient ve stresu a spontánně mizí, pokud je relaxovaný.

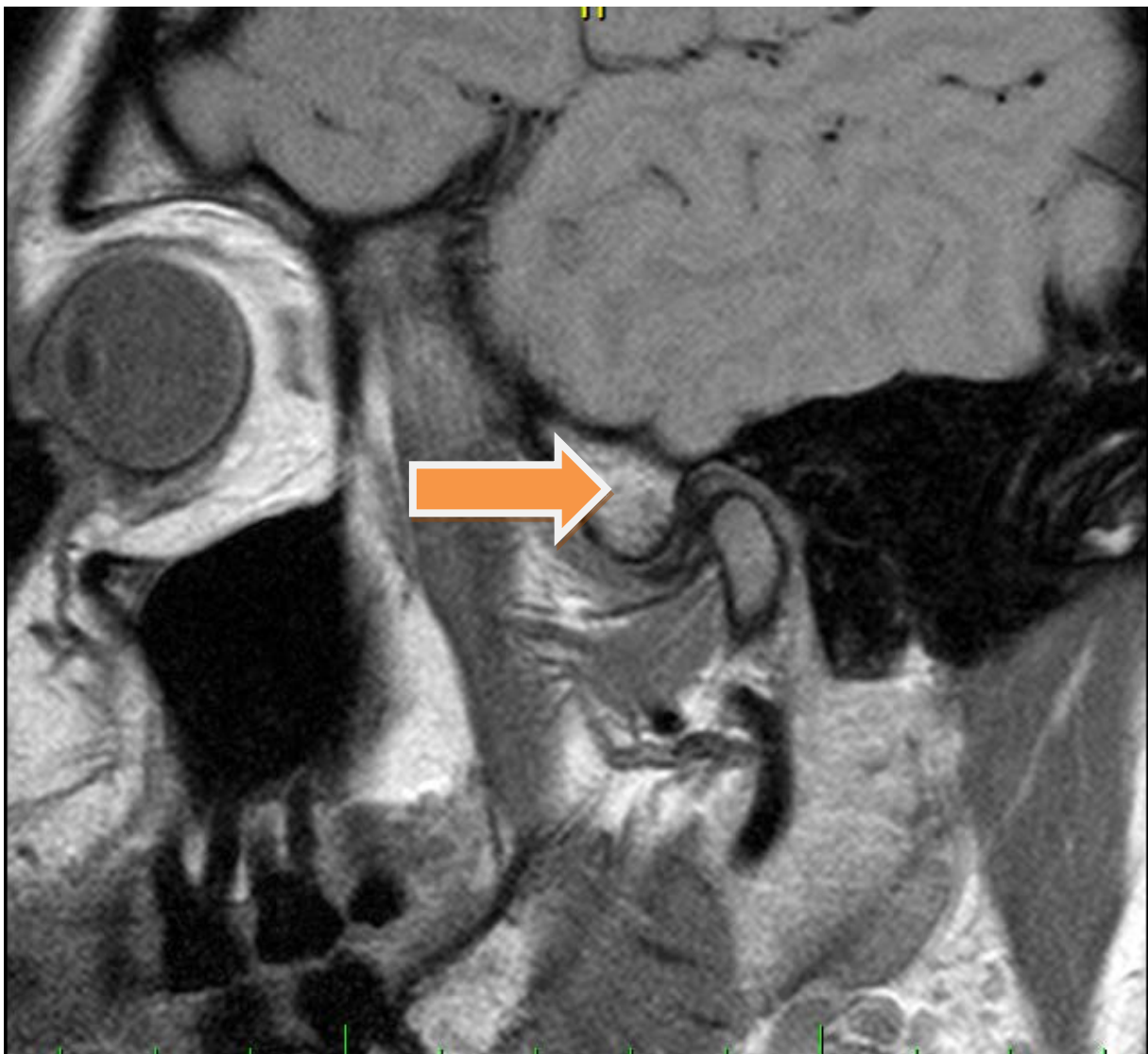
**Dislokace disku s repozicí** je nejčastějším kloubním onemocněním doprovázeným patologickým zvukovým fenoménem. (Magnusson T. et al., 2005, deBont L.G. et al., 1997) Při ventrální dislokaci disku dochází na začátku pohybu dolní čelisti k rotaci kondylu a následně k jeho pohybu dopředu. V této fázi dochází k přeskočení kondylu přes zadní zesílenou zónu do zóny intermediální. Tento pohyb způsobí cvaknutí či lupnutí. Při dalším pohybu již kondyl zůstává v intermediální zóně a posouvá se proti tuberculum articulare. Při opačném pohybu čelisti, kdy pacient ústa zavírá, se kondyl pohybuje a způsobuje další cvaknutí či lupnutí. Při zavřených ústech tak kondyl zůstává na retrodiskální tkáni. Není vždy nutné, aby byl současně přítomen zvukový fenomén jak při otvírání, tak při zavírání úst. U některých pacientů není v silách lékaře ani samotného pacienta určit, v kterém kloubu se patologický zvukový fenomén nachází, protože vibrace se mohou přenášet protřednictvím

mandibuly a pacient je může lokalizovat do kontralaterálního kloubu. U některých dislokací disku s repozicí není patologický zvukový fonem při vyšetření vůbec zaznamenán. Nejpřesnější diagnostickou metodou k určení typu dislokace disku s repozicí je vyšetření magnetickou rezonancí, ale ve většině případů jen potvrdí nález při klinickém vyšetření a velice zřídka je důvodem ke změně již nastaveného terapeutického postupu. Obecně nedochází k progresi dislokace disku s repozicí do dislokace bez repozice s výjimkou bolestivých variant dislokace. (De Leeuw R., 2008) Pokud si pacient stěžuje pouze na patologický zvukový fenomén typu lupání či cvakání, ale nijak výrazně ho nelimituje nebo mu nezpůsobuje žádnou psychickou újmu, pak není indikována žádná chirurgická terapie. Pacient je poučen o daném onemocnění, jeho příčině a prognóze a je indikován základní šetřící kloubní režim a izometrické cvičení. Jedná se o cvičení podporující aktivní svalové skupiny a jejich přínosem je posílení svalů a vazů kloubního pouzdra. Pokud je lupání v čelistním kloubu příležitostně spojeno s váznutím plynulého pohybu nebo s krátkodobou blokadí pohybu, poté v obavě z možného vzniku akutní dislokace disku bez repozice indikujeme terapii, která zabraňuje vzniku této akutní dislokace, a tedy i k eliminaci možného vzniku trvalého bloku. K zavedení šetřícímu kloubnímu režimu ještě zhotovíme stabilizační dlahu - splint. (Fricton J., 2007) Efekt konzervativní léčby dislokace disku s repozicí je variabilní. Obecně je popisováno vymizení obtíží po léčbě pomocí stabilizačního splintu cca u 1/3 pacientů. 1/3 pacientů udává zlepšení původního stavu a 1/3 je bez jakéhokoliv zlepšení. (Fricton J., 2007, deBont L.G. et al., 1997)

**Dislokace disku bez repozice (closed - lock)** je diagnostikována u pacientů, kteří udávají náhle vzniklé trvale výrazně omezené otvírání úst (méně než 35 mm). (Dolwick M.F., Sanders B., 1985) U tohoto typu onemocnění dochází k posunu disku před hlavici, kde tvoří mechanickou překážku k normálnímu, fyziologickému pohybu hlavičky. Kloubní hlavici se nedaří při otvírání úst tuto překážku překonat, a proto dochází k omezení pohybu dolní čelisti. U akutně vzniklé dislokace disku bez repozice je omezené otvírání úst spojené také s velice silnou bolestí. (McNeill C., 1993, Sanders B., 1995)

Na začátku pohybu dolní čelisti dochází k rotaci kondyly a následně k pokusu o posun kondyly anteriorním směrem, který ale v tomto případě není možný. Kondyl není schopen přejít pod zadním zesíleným okrajem disku do intermediální zóny. Posun vpřed je blokován dislokovaným diskem. Charakteristická je počáteční schopnost pacienta otevřít pouze mezi 20 - 30 mm. Při pokusu o větší otevření úst je pohyb na postižené straně omezen dislokovaným diskem. Naopak na zdravém druhostranném kloubu dochází k pohybu v plně fyziologické šíři, čímž dochází k deviaci dolní čelisti k postižené straně. Klinicky se tento efekt nemusí projevit, protože pacient se snaží eliminovat bolest a omezí tak pohyb i na kontralaterální zdravé straně. Při déle trvajících dislokacích dochází ke ztrátě

elasticity disku a jeho deformaci. Chronické stavy jsou tak spojeny s degenerativními změnami, s perforacemi disku či retrodiskální tkáně. Podobnými příznaky, jako jsou příznaky akutní dislokace disku bez repozice, se projevuje spasmus laterálního pterygoidního svalu. U pacientů s touto poruchou nalézáme omezené otevírání s deviací k postižené straně. V diferenciální diagnostice těchto poruch je rozhodující, že pacienti s akutní dislokací disku bez repozice při maximální interkuspidaci neudávají bolest, na rozdíl od pacientů s myospasmem laterálního pterygoidního svalu nemohou zavřít ústa nebo při zavření úst pociťují silnou bolest. (Wadhwa S., Kapila S., 2008) Magnetická rezonance je nejpřesnější pomocnou vyšetřovací metodou v diagnostice dislokace disku bez repozice. Avšak velmi často je anamnéza a klinické vyšetření ke stanovení diagnózy postačující.



*Obr. 4: Dislokace disku bez repozice bez omezení otevírání úst (vyšetření pomocí MRI).*

## 1.5. Diagnostika patologií temporomandibulárního kloubu

Základem ke stanovení pacientovi diagnózy je zejména podrobná anamnéza a klinické vyšetření. K doplnění výše uvedených postupů můžeme dále použít některou z pomocných vyšetřovacích metod jako je ortopantomogram (OPG), ortopantomogram se zaměřením na TMK při zavřených a maximálně otevřených ústech, ultrazvukové vyšetření (USG), počítačová tomografie (computed tomography - CT), cone - beam CT (CBCT), magnetická rezonance (MR), (obr. 4) a artroskopie.

### 1.5.1. Anamnéza

V **osobní anamnéze** se zaměřujeme především na úrazy v oblasti obličeje a TMK, revmatoidní a zánětlivá onemocnění, prodělané operace v této lokalitě a na eventuální předcházející léčbu onemocnění TMK. Zajímá nás také probíhající či v minulosti prodělaná léčba u psychologa či psychiatra. Na tento typ léčby je třeba se pacientů cíleně dotazovat, protože velmi často považují léčbu svých psychických obtíží, jako něco negativního a léčbu zatají. Někdy se o probíhající psychiatrické léčbě dozvídáme až z medikace pacienta. V **pracovní anamnéze** pátráme zejména po zaměstnání, které je spojeno s výraznou psychickou zátěží (zaměstnání spojená s vysokou mírou zodpovědnosti jako např. školství, zdravotnictví), ale i na fyzicky náročná zaměstnání spojená s dlouhodobou nucenou polohou těla a se zvýšenou zátěží konkrétních svalových skupin, např. šíjového svalstva.

Poté zjišťujeme informace o **nynějším onemocnění**. Ptáme se na obtíže, které pacienta do ordinace přivádějí, jako je bolest před tragem, kterou pacient nedokáže přesně lokalizovat, rostoucí bolest při otevírání úst a žvýkání (hlavně tuhé a tvrdé stravy, žvýkaček), omezené otevírání úst, pocit bloku při pokusu o otevření úst, patologické zvukové fenomény - klikání, lupání, cvakání či skřípání. Nezapomínáme ani na obtíže, které nejsou lokalizované přímo do oblasti kloubu, jako je bolest ucha, hlavy nebo krku. Pátráme po informacích, které pacientovi připadají nesouvisející s jeho obtížemi jako např. úraz dolní čelisti nebo obličeje v nedávné minulosti, novorozenecká sepse či jiné onemocnění z dětství. Toto vše doplníme o konkrétní dotazy na bruxismus – skřípání zubů v noci, na para-funkční zlovyky a návyky jako je kousání nehtů, dumlání palce, či zvýšené užívání žvýkaček. V neposlední řadě se tážeme na zatínání zubů, zvláště ve stresových situacích dlouhodobých i akutních, atd. (Wrught E.F., 2010, Friction J., 2007, De Leeuw R., 2008)

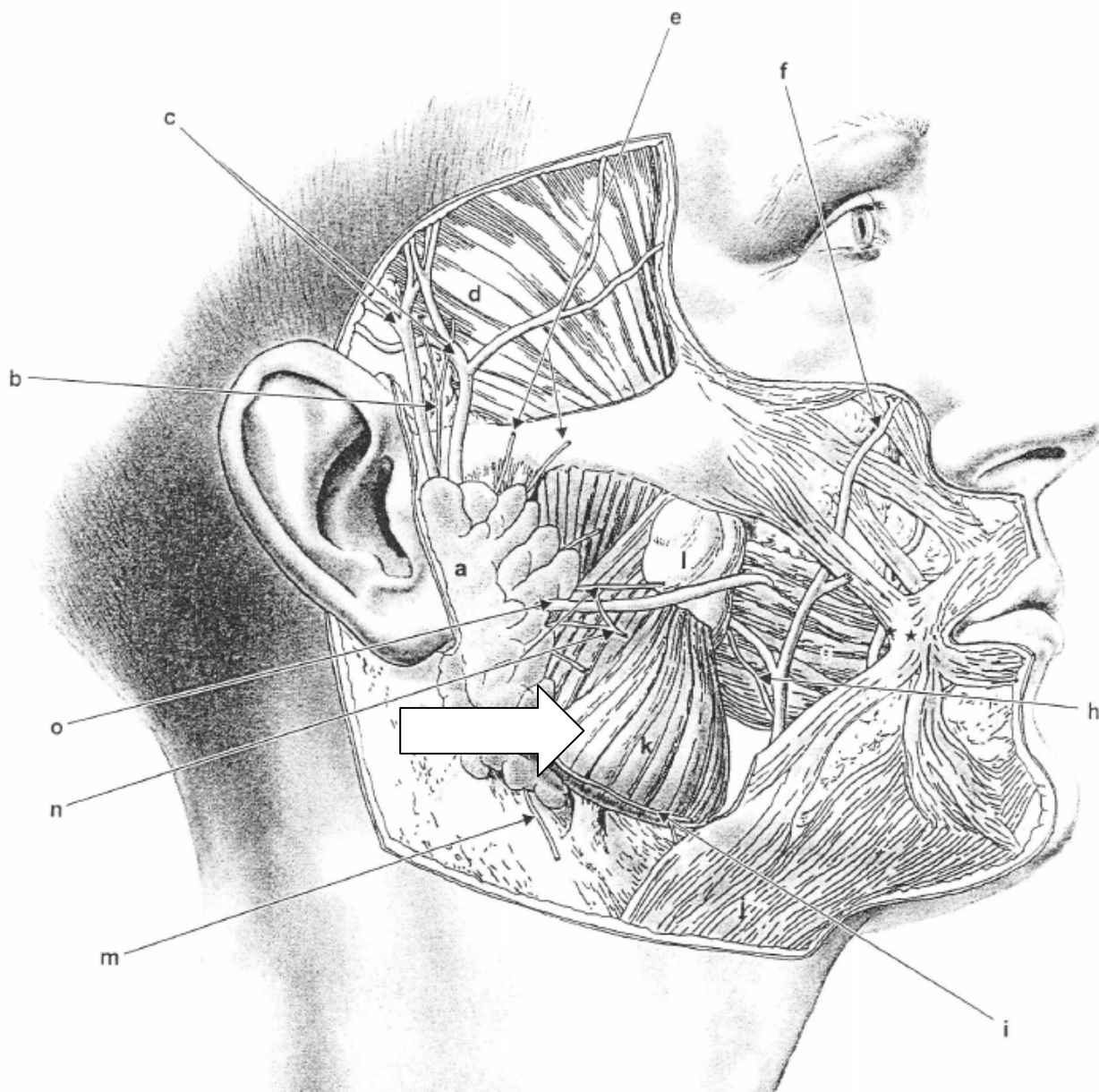
**Aspekci** (pohledem) se zaměřujeme na tkáň nad čelistním kloubem a v jeho okolí. Současně se zabýváme tkáněmi celého obličeje a krku. Obvykle hodnotíme barvu kůže, otok, zarudnutí či asymetrii obličeje. Speciální pozornost věnujeme pohybům dolní čelisti: otevření úst do maxima (obr. 5), protruzi, retruzi, pohyby do stran (lateropulze) a pohyb dolní čelisti při otevírání a zavírání úst. Hodnotíme rozsah pohybů a to zejména při otevírání úst, fyziologické rozmezí těchto pohybů se udává mezi 35 a 55 mm, jako minimum otevření úst a hodnocení úspěšnosti léčby se udává hranice

30 mm. Lateropulse 10 - 13 mm, protruze 9 - 11 mm, retuze 0 - 2 mm. (Machoň V., 2008) Jako hypomobilitu hodnotíme otvírání úst pod 30 mm. Tato hypomobilita může být způsobena některým z onemocnění žvýkacích svalů či TMK. Dalším kritériem, kterým se zabýváme při hodnocení pohybů dolní čelisti, je symetrie otvírání. V tomto případě posuzujeme vztah řezákových bodů při otvírání a zavírání úst. Pokud dolní řezákový bod při otvírání úst uchyluje do strany, hovoříme o deviaci otvírání.



*Obr. 5: Vyšetření maximálního otvírání úst pomocí měřítka.*

Pokračujeme extraorální **palpací** (pohmatem). Nejprve vyšetřujeme bimanuálně obě kloubní hlavice, hodnotíme, jsou-li hlavice hmatné, volně pohyblivé, zda jeví souhyb. Oblast TMK vyšetřujeme v klidu ve dvou polohách a to při zavřených a otevřených ústech, dále pak při pohybu dolní čelisti. Kloubní hlavici lze také vyšetřit palpací přes meatus acusticus externus při zavírání a otvírání úst. Pro zánětlivé onemocnění TMK hovoří přítomnost bolesti nad kondylem. Dále vyšetřujeme palpací postupně všechny žvýkací svaly (obr. 6). Palpací žvýkacích svalů můžeme u pacienta vyvolat mírné až velice silné bolesti. Dále zaznamenáváme jejich případné zvýšené napětí nebo lokalizované rezistence.



Obr. 6: *Musculus masseter*. (Zdroj: Klepáček I., Mazánek J., 2001).

Umístěním prstů nad úhly dolní čelisti můžeme prohmatat a vyšetřit masseterické svaly. Spánkový sval palpujeme podél spánku s dolní čelistí v klidové poloze a při maximální interkuspidaci. Současně vyšetřujeme také jeho úpon, který je přístupný intraorálně na processus muscularis mandibulae.

Intraorálně mezi vnitřní stranou větve mandibuly a patrovými oblouky můžeme palpatovat křídlové svaly. Nesmíme zapomínat na m. sternocleidomastoideus a šíjové svalstvo.

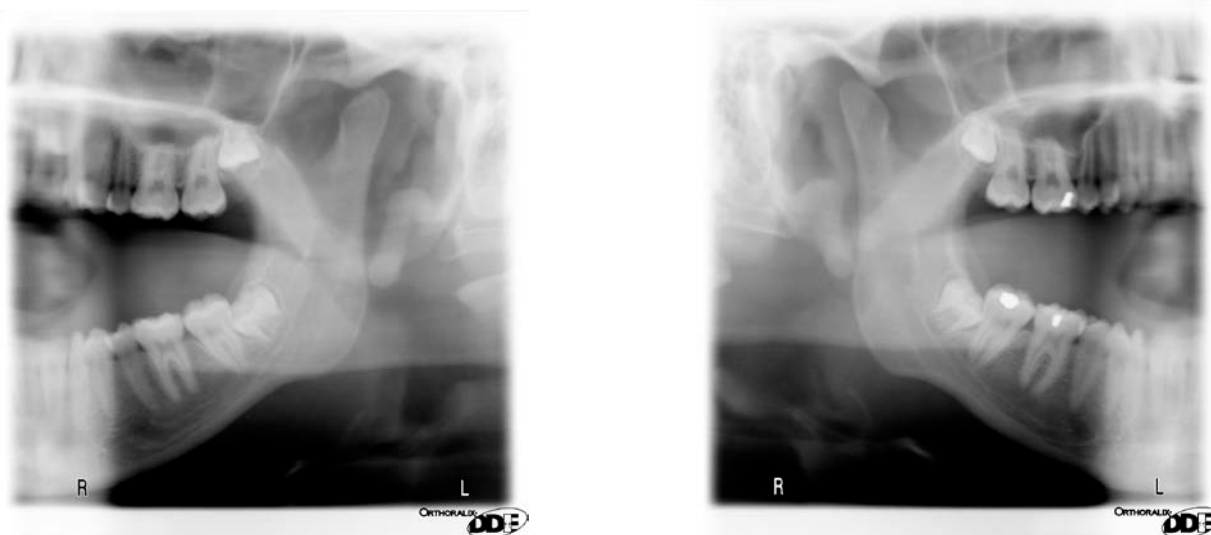


Následuje **vyšetření stavu chrupu** – patří sem jednak běžné stomatologické vyšetření. Zvláště ní pozornost věnujeme skusu, přítomnosti artikulačních překážek, ztrátě distálních opěrných zón, nevyhovujícím zubním náhradám, fixním i snímacím ortodontickým aparátům apod.

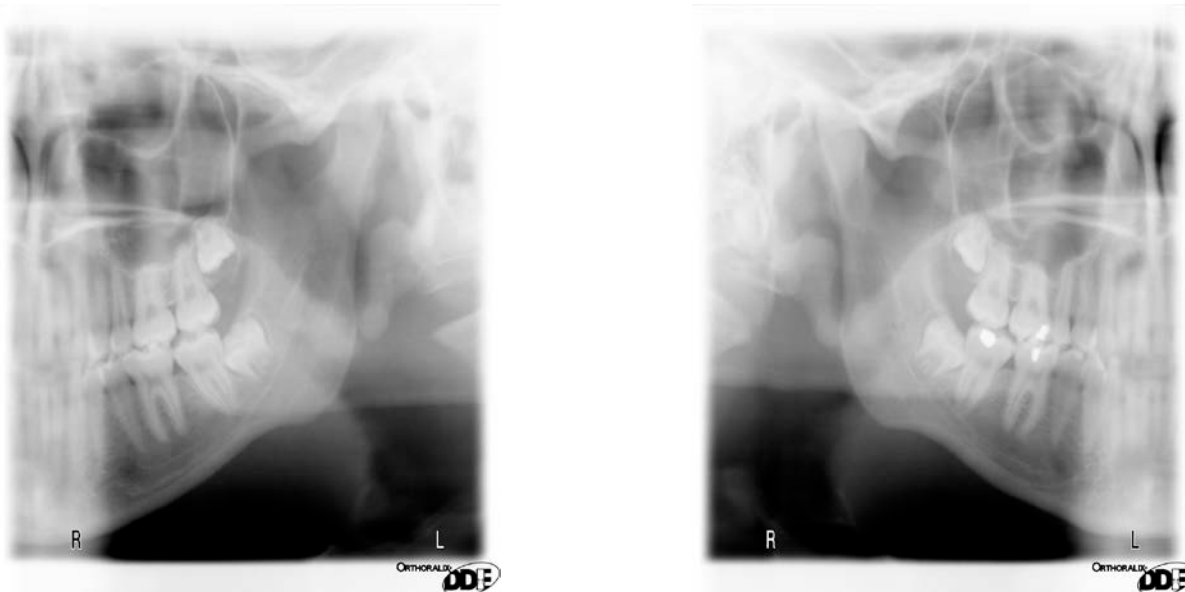
**Auskultací** (poslechem) zjišťujeme přítomnost patologických zvukových fenoménů během otvírání a zavírání úst - cvakání či lupání, je krátký, čistý zvuk na začátku otvírání nebo na jeho konci. Crepitus je zvuk popisovaný jako vrzot či skřípot. Můžeme jej zaznamenat v celém průběhu pohybu mandibuly, jak při otvírání tak při zavírání úst, a často se vyskytuje u degenerativních onemocnění.

### 1.5.2. Pomocné vyšetřovací metody

Při **rentgenové vyšetření (RTG) TMK**, nejčastěji provádíme panoramatický snímek (ortopantomogram - OPG) a speciální projekci na čelistní kloub se zavřenými a otevřenými ústy (obr. 7, 8). RTG vyšetření poskytuje detailní zobrazení kostních kloubních struktur - tvar kloubního výběžku, symetrii kloubních ploch, vzájemnou polohu kloubního výběžku vůči kloubní jamce. OPG můžeme současně využít v diferenciální diagnostice a to vyloučením odontogenní příčiny.

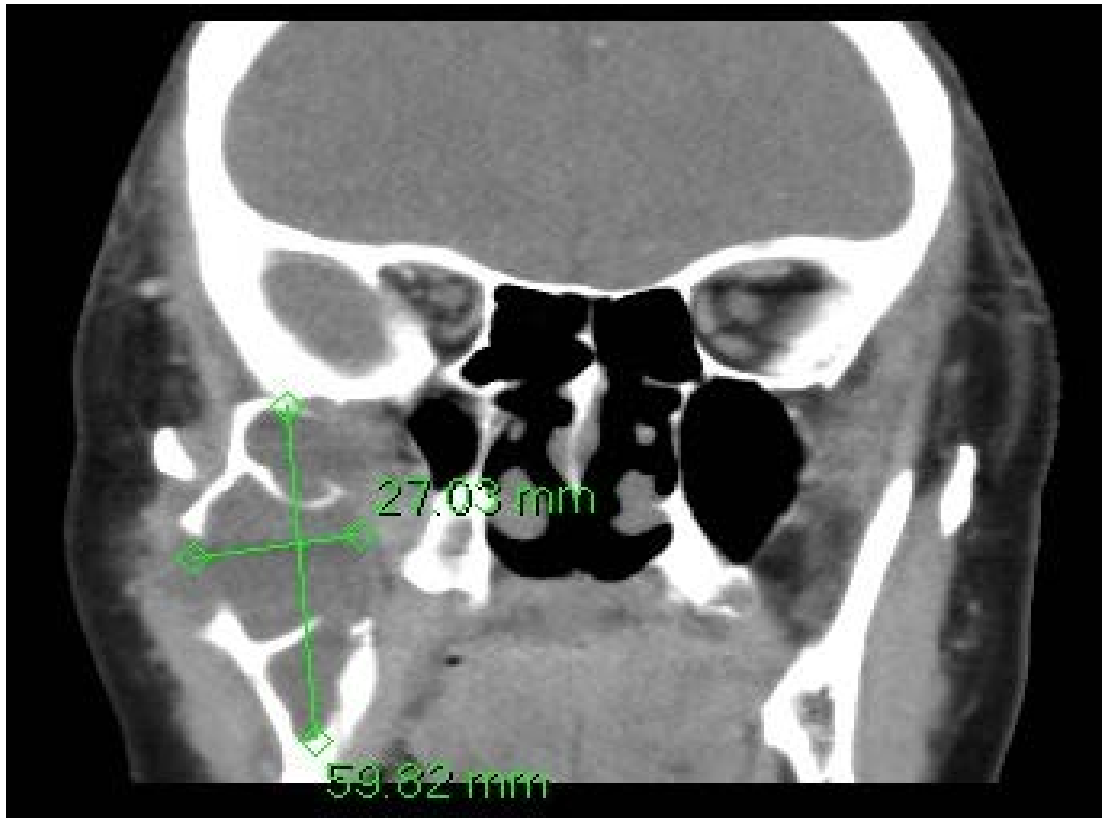


Obr. 7: RTG projekce zaměřená na TMK s otevřenými ústy.



*Obr. 8: RTG projekce zaměřená na TMK se zavřenými ústy.*

CT vyšetření (počítačová tomografie) umožňuje posoudit kostní struktury temporomandibulárního kloubu (obr. 9). Pomocí CT vyšetření můžeme provést i 3D rekonstrukci a případně 3D modelaci TMK. Tato vyšetření využíváme převážně u složitých chirurgických případů – stavy po úrazech, tumory TMK, ankylózy TMK či stavy po resekci a využíváme je k plánování případné rekonstrukce kloubu pomocí kloubních náhrad (obr. 10, 11). RTG a CT vyšetření ale neposkytují žádné informace o měkkotkáňových strukturách kloubu, tedy ani kloubního disku.



*Obr. 9: CT vyšetření TMK s rozsáhlou cystou v oblasti větve mandibuly.*



*Obr. 10: CT 3D rekonstrukce u pacienta s rekonstrukcí ankylotického TMK pomocí kostochondrálního štěpu z frontálního pohledu.*



*Obr. 11: CT 3D rekonstrukce u pacienta s rekonstrukcí ankylotického TMK pomocí kostochondrálního štěpu z bočné projekce.*

V diagnostice patologií souvisejících s diskokodylárním komplexem považujeme pro definitivní stanovení diagnózy jako nepostradatelnou **magnetickou rezonanci či ultrazvuk**.

I přes výborné výsledky, kterých je dosahováno při diagnostice těchto poruch za pomoci ultrazvuku, je metodou první volby pro vyšetření diskokondylárního komplexu magnetická rezonance (MRI). (Liberda O. et al., 2008, Emshoff R. et al., 2002) MRI může také navíc prokázat i degenerativní kostní změny TMK.

### **1.5.3. Kazuistická sdělení**

Etiologie onemocnění je poměrně složitá, protože se často projevuje převážně subjektivními příznaky, které vnímá pouze pacient, které ho obtěžují nebo omezují ve funkci TMK.

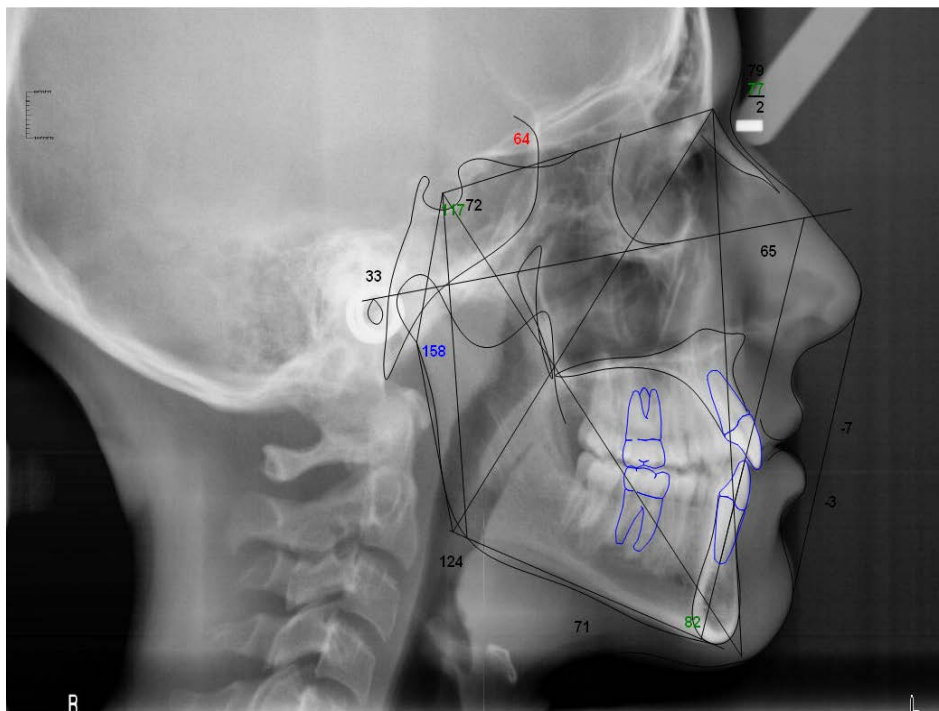
#### ***Kazuistika 1:***

Do kloubní poradny přišla 15letá pacientka s intaktním chrupem (obr. 12) a s bolestmi při otvírání úst s převahou vlevo, maximálního otevření bylo, měřeno mezi incizálními hranami frontálních zubů, 25 mm.



*Obr. 12: OPG pacientky – intaktní chrup.*

Z anamnézy vyplynulo, že v květnu roku 2009 prodělala postupně chirurgické extrakce zubů 38, 48 (zuby 18, 28 nebyly založeny). Výkony byly komplikované a trvaly vždy více než hodinu a způsobily bolesti při otvírání, které se ani po 3 měsících nezlepšily. Kefalometrická analýza (obr. 13) potvrdila, že pacientka nemá skeletální vadu.



*Obr. 13: Kefalometrická analýza.*

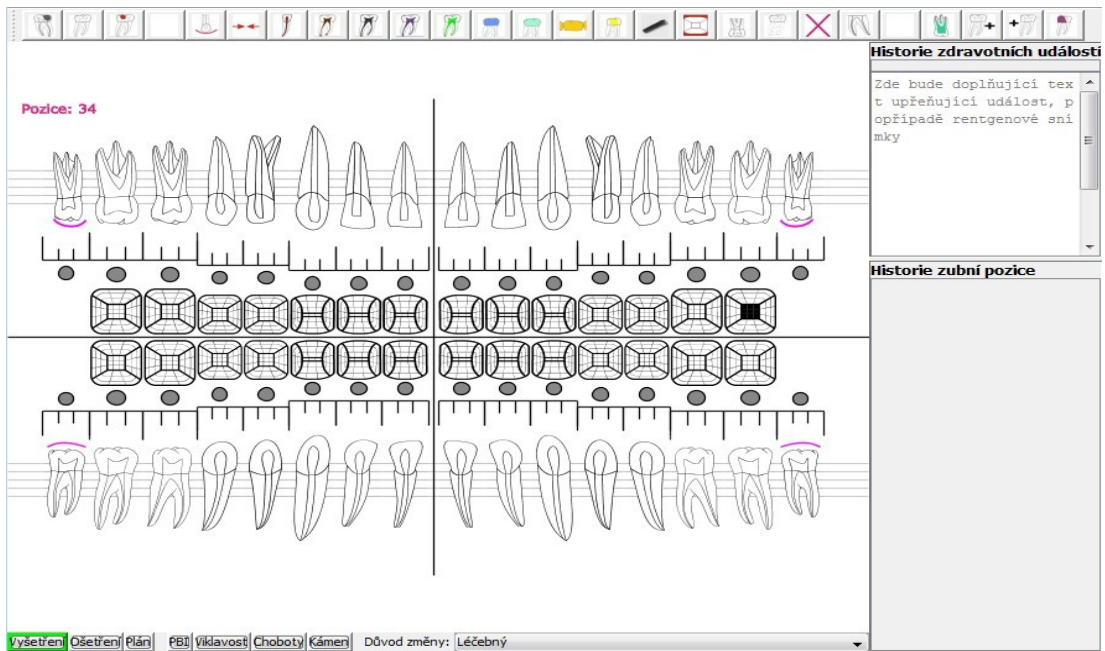
Po zhotovení tomogramu kloubu byly detekovány ploché kloubní jamky, které dovolovaly sublukační postavení mandibuly. Tato měření potvrzovala i analýza počítačovým zubním obloukem, kde podélné sklony (HCN/HCL) kloubních drah dosahovaly hodnot  $3,2^\circ$  vpravo a  $3,4^\circ$  vlevo. I Bennettův úhel byl výrazně oploštěn –  $4,0^\circ$  vpravo a  $5,5^\circ$  vlevo (obr. 14). Následovala konzervační terapie TMK – aplikace dlahy, fyzikální terapie. Po aplikaci tepla a biostimulačního laseru se stav upravil za 5 týdnů.



*Obr. 14: Analýzy počítačovým zubním obloukem.*

### ***Kazistika 2:***

Kliniku navštívila 18letá dívka s bolestmi v obou TMK. I zde byl téměř intaktní chrup (obr. 15). Pacientka vztahovala svoje obtíže k fixní ortodontické léčbě (obr. 16), po zhotovení ortopantomogramu i vyšetření klinických obtíží jsme konstatovali dentitio difficilis zubů 18, 28, 38, 48. Provedli jsme extrakce příčinných zubů v celkové anestézii a obtíže ustaly.



Obr. 15: Zázpis o stavu chrupu pacientky.



Obr. 16: Fixní ortodontický aparát v obou čelistech.

### ***Kaziusťka 3:***

S obtížemi v obou TMK se symetrickým otvíráním až na 42 mm se dostavila i další 21letá dívka se zdravou denticí po extrakcích třetích molárů. Klinický obraz a telarentgenogram (obr. 17) pomohl identifikovat výraznou skeletální vadu II. třídy kombinovanou s II. třídou podle Angela, protruzí horních řezáků a s oboustranně zkříženým skusem. Pacientka byla přijata do léčení na ortodontickém oddělení (obr. 18, 19) – v horní čelisti je nyní připevněn kroužkový Hyrax, nasazen byl dolní fixní aparát a je plánována ortognátní operace.



*Obr. 17: Telarentgen.*





*Obr. 18: Dolní fixní aparát.*



*Obr. 19: Hyrax.*

Do mnohem terapeuticky složitější situace se dostáváme u další skupiny pacientů, kde byly ztrátou zubů nebo jejich sanací porušeny **opěrné zóny podle Eichnera**.

#### ***Kazistika 4:***

Typickým případem pacienta se zborcenou opěrnou zónou je 58letá pacientka, která přišla do kloubní poradny po 9 měsících trvání obtíží s omezeným otvíráním úst s maximem 31 mm a se zvukovými fenomény (lupání v levém kloubu). V osobní anamnéze pacientka udávala asthma bronchiale a mnohočetné alergie. Při vyšetření jsme viděli sanovaný chrup (obr. 20, 21), se starými nevyhovujícími fixními náhradami s výraznou abrazí, horní čelist byla doplněna klasickou skeletovou náhradou, v dolní čelisti pacientka náhradu nepoužívala.



*Obr. 20: OPG pacientky – zborcené opěrné zóny.*

Výsledkem byl sekundárně vzniklý hluboký skus (obr. 21), oploštělé podélné sklony kloubních drah (HCN/HCL – vpravo 16,8° a vlevo 14,3°; i příčný sklon kloubní dráhy byl zmenšen oboustranně na 4°. Příčinou obtíží byla zjevně traumatizace discus articularis. Terapie by neměla být fyzikální, ale protetické zvýšení skusu, vzhledem k polyalergické anamnéze nejlépe nákusnou dlahou a nesponovými náhradami v kombinaci s fixními mosty.



Obr. 21: Zborcená opěrná zóna podle Eichnera.

#### ***Kazistika 6:***

Nejproblematictější situace vzniká při kombinaci několika příčin poškození kloubu. To vidíme u 28leté pacientky s morbus Recklinghausen (periferní neurofibromatóza) se ztrátou molárů vpravo. Obrácený a zkřížený skus nedovoluje zhotovit funkční snímatelnou náhradu, zborcená opěrná zóna vpravo, je příčinou deviačního otvírání úst vpravo. Jednostranné přetížení kloubu se projevilo občasnou bolestí a lupáním v kloubu. Terapie zahrnuje šetřící režim a aplikaci implantátů.

### **1.6. Terapie onemocnění TMK**

Nejčastěji dělíme terapii onemocnění TMK na léčbu konzervativní a chirurgickou. Chirurgická terapie se dále dělí na miniinvazivní (intraartikulární aplikace léčivé látky či autologní krve, arthrocentéza a artroskopie) a invazivní (operace na otevřeném čelistním kloubu). **Terapeutický plán** je vždy individuální a může vykazovat určité odlišnosti u jednotlivých pacientů dle diagnózy a závažnosti onemocnění, ovšem základní principy terapie zůstávají totožné:

- Pokud vycházíme z multifaktoriální teorie je nezbytně nutné, aby se na diagnostice a posléze i léčbě podílely mnohé specializace (všeobecná stomatologie, ortodoncie, dentoalveolární chirurgie, radiologie, fyzioterapie, psychologie a psychiatrie, centrum léčby bolesti, ORL a neurologie). Tento přístup je nezbytný k úplnému vyhodnocení daného problému.

- Léčbu vždy zahajujeme konzervativní terapií, až po selhání této léčby a progresi obtíží indikujeme u pacienta invazivní metody. Konzervativní léčba je pro pacienta méně zatěžující, proto jí považujeme jako metodu volby u velké skupiny onemocnění TMK. Teprve po selhání konzervativních postupů nebo v případě zhoršení stavu pacienta či progresi onemocnění volíme invazivní a často i ireverzibilní léčebné postupy.

Cíle léčby jsou zejména odstranění pacientových obtíží, nejčastěji bolesti a dyskomfortu. Obnova nebo alespoň zachování správné funkce TMK (minimální otvírání úst na 30mm, volný pohyb dolní čelisti bez deviace, symetrie otevírání), prevence dalšího možného poškození TMK a zlepšení kvality života. (Frederick L., Steinkeler A., 2013) Obecně lze terapii onemocnění TMK rozdělit na kauzální a symptomatickou.

V *kauzální léčbě* se snažíme odstranit příčinné faktory – indikujeme stomatologickou sanaci chrupu (protetická sanace chrupu s mezerami, zvláště pokud chybí více zubů v místě opěrných zón, odstranění artikulačních překážek, úprava nevyhovujících zubních náhrad apod.). Důležitá je psychologická a psychiatrická léčba, jejímž cílem je odstranění nadměrného stresu a příslušných parafunkčních zlovyků. Celková onemocnění je vhodné řešit ve spolupráci s příslušnými lékařskými obory.

*Léčba symptomatická* zahrnuje konzervativní a chirurgickou léčbu onemocnění TMK. Při této léčbě využíváme obecně přijímaný léčebný protokol. Terapii zahajujeme konzervativní terapií. Pokud nedochází k úplnému vymizení pacientových obtíží nebo aspoň k jejich zmírnění nebo dokonce dochází ke zhoršení stavu pacienta, indikujeme léčbu miniinvazivní a to nejčastěji výplach TMK či artroskopii. K indikaci invazivní, chirurgické terapie (chirurgické výkony na kloubním disku, výkony na tvrdých tkáních TMK, totální náhrada TMK) dochází až v případě neúspěchu konzervativní a miniinvazivní léčby.

### **1.6.1. Konzervativní léčba**

Do tohoto typu léčby zahrnujeme domácí šetřící režim, farmakoterapii, rehabilitaci TMK a použití nákusné dlahy tzv. stabilizačního splintu.

#### **1.6.1.1. Domácí šetřící režim**

Úkolem domácího šetřícího režimu je zklidnění TMK. Spočívá v minimálním zatěžování temporomandibulárního kloubu a tím i ke zmírnění bolestí. Pacientům je doporučeno snížit zátěž TMK na nezbytně nutné minimum. Doporučujeme měkkou stravu (vyvarovat se žvýkání tvrdého či tuhého jídla), dále kontrolovat otvírání úst do maximálních poloh (zívat se zavřenými ústy, připravit si stravu na malé kousky), eliminace pohybů do stran, úplně vynechat žvýkání žvýkaček pokud možno redukovat stres běžnými metodami (např. sport, relaxace atd.).

### **1.6.1.2. Rehabilitace TMK**

Rehabilitační léčbu lze rozdělit na léčebný tělocvik a fyzikální terapii. Úkolem rehabilitační péče je zmírnění bolesti, zmírnění otoku, zvýšené prokrvení tkáně, zvětšení rozsahu pohybu.

Léčebný tělocvik můžeme provádět buď v ordinaci pod vedením zkušeného terapeuta, kdy pacient provádí doporučené cviky na oblast temporomandibulárního kloubu a žvýkacích svalů. Opakované provádění cviků pod odborným vedením umožňuje pacientovi si cviky osvojit. Poté může pacient provádět cvičení i v domácím prostředí, což léčbu urychluje, zlepšuje a její účinky jsou potom dlouhodobé. Domácí péče může také zahrnovat rehabilitaci otvírání úst, při které dochází ke zvýšenému prokrvení žvýkacích svalů a tím ke zlepšení jejich funkce a ústupu bolestí. Rehabilitace otvírání úst může být pasivní za pomoci pomůcek (dřevěné špátle, pružinové rehabilitační aparáty konfekční nebo individuální, v laboratoři zhotovený pružinový aparát) nebo aktivní, kdy pacient cvičí otvírání úst před zrcadlem a zaměřuje se hlavně na symetrii otvírání. Do této skupiny řadíme i izometrické cvičení, které charakterizujeme jako procvičování žvýkacích svalů proti odporu. Nejčastěji jsou využívány dlaně, při loktech opřených o desku stolu, což vede k posílení vazů kloubního pouzdra a dále posílení aktivní svalové skupiny. Další možností domácí terapie je použití chladu a tepla neboli termoterapie. U akutních zánětlivých onemocnění (myositis) je doporučováno ledování, které způsobuje vazokonstrikci, jejímž důsledkem je snížení překrvení a tím zmírnění bolesti. U artritid nebo chronických onemocnění doporučujeme pacientům naopak působení tepla, které vede k vazodilataci a tím ke zlepšení prokrvení tkání a zvětšení rozsahu pohybu.

Fyzikální terapie podporuje léčebný tělocvik s cílem dosáhnout vyššího efektu léčby.

Cílem fyzikální terapie je dosažení analgetického efektu, aktivačního či relaxačního působení, ovlivnění tkáňového metabolismu, vazodilatačního účinku zpravidla s cílem navození tepelného efektu.

Při léčbě poruch temporomandibulárního kloubu je spektrum vhodných fyzikálních metod výrazně omezen z důvodu anatomického uspořádání i lokality. V úvahu přichází následující elektroterapie (využívá elektrickou energii různých forem, frekvencí a intenzit), magnetoterapie (metoda využívající magnetická pole k léčení některých postižení pohybového aparátu), terapie ultrazvukem, fototerapie (tedy světloléčba nebo léčba vybraným spektrem nejčastěji slunečního záření), termoterapie (aplikující teplo či chlad na organismus) a kryoterapie (metoda, při níž je organismus krátkodobě vystaven extrémně nízkým teplotám).

### **1.6.1.3. Farmakologická terapie**

Farmakologická terapie jako součást komplexní léčby může vhodně doplnit léčebné metody. V terapeutickém plánu onemocnění TMK hraje často velice důležitou roli. Hlavním úkolem farmakoterapie je jednak léčba základního onemocnění neboli léčba kauzální a jednak léčba vedoucí ke zmír-

nění příznaků onemocnění, jakými jsou zejména bolest a otok – léčba symptomatická (Dionne R.A., 1997) Máme k dispozici různé druhy léků, které můžeme použít v obou typech terapie, jak kauzální, tak symptomatické (tabulka 1). Není výjimkou, že používáme i kombinaci léčiv. Při farmakoterapii je nutné brát zřetel na charakteristiku léků, u některých při dlouhodobém užívání vzniká riziko vzniku lékové intolerance, u jiných zase možnost vzniku závislosti. Medikamentózní léčbu bychom měli podávat pouze po dobu nezbytně nutnou ke zlepšení stavu či trvalému vyléčení a u některých pod dohledem specializovaných center či odborného lékaře (psychiatr).

| Léčebná skupina                                  | Název léku   | Účinek                                      |
|--|--|---|
| Nesteroidní antiflogistika,<br><i>analgetika</i> | Ibalgín, Diclofenac, Indomethacin, <i>Algifen</i>          | Redukce zánětu a bolesti                    |
| Opioidy  | Codein, Morphin, Oxycodon, Fentanyl, Tramadol              | Redukce bolesti                             |
| Kortikosteroidy                                  | Hydrocortison, Prednison, Dexamethason                     | Redukce zánětu a bolesti                    |
| Myorelaxans                                      | Mydocalm, Dorsiflex, Sirdalud, Baclofen, Muscoril, Dimexol | Redukce svalových spasmů                    |
| Antidepresiva                                    | Amitryptilin, Fluoxetine, Sertralin                        | Redukce svalového napětí                    |
| Anxiolytika                                      | Diazepam, Alprazolam, Oxazepam                             | Redukce svalových spasmů a svalového napětí |

*Tabulka 1: Možnosti farmakologické léčby poruch TMK.*

#### **1.6.1.4. Oklusní a stabilizační nákusná dlaha (splint)**

Léčba za pomoci různých typů dlah byla používána již od 18. století. (Klasser G.D., Greene C.S., 2009) V dnešní době se využití nákusných dlah stalo metodou první volby při zahájení ambulantní léčby onemocnění temporomandibulárního kloubu spojených zejména s bolestí. Již v dávné minulosti se při užití dlah předpokládá odlehčující účinek a snížení intraartikulárního tlaku a také ochrana kloubních struktur. (Klasser G.D., Greene C.S., 2009) V současné době se nejčastěji používá stabilizační nákusná dlaha, která se vyrábí z pevného materiálu lisováním z formovatelné fólie. Její

tloušťka se pohybuje mezi 1 - 3 mm (obr. 22). Úkolem stabilizační dlahy je zvýšení skusu, artikulace a vyvážení okluse, přesun tlaků a sil a tím v odlehčení a stabilizace TMK, dále snížení svalového napětí, snížení intraartikulárního tlaku a odstranění svalových spasmů. Stabilizační nákusnou dlahu lze zhotovit na horní nebo dolní zubní oblouk (přednost dáváme dolnímu zubnímu oblouku, protože je méně esteticky rušivá a pacienti obecně náhrady v dolní čelisti lépe snášejí). Při zahájení léčby, a to zejména v akutních fázích doprovázených výraznou bolestí, se používá k celodennímu nošení, pacient ji odkládá pouze před jídlem a před orální hygienou. Jinak jí pacient používá zejména na noc. Dlahu pacient nosí nejčastěji po dobu 3-6 měsíců. Při dobré spolupráci pacienta a dobré snášenlivosti možno dlahu užívat i déle.

Další velmi často používanou skupinou dlah jsou dlahy repositionální. Nejčastěji pak indikujeme dlahu antero - repositionální. Jejím cílem je znovuoobnovení diskokondylárního vztahu. Nasazením repositionální dlahy dochází k posunu dolní čelisti dopředu a následně k pozvolné repozici dislokovaného disku. Opakovanou úpravou dlahy poté vrátíme dolní čelist do normální polohy. Zhotovení nákusných dlah indikujeme u diskopatií, svalových onemocnění a zánětlivých onemocnění TMK. (Frederick L., Steinkeler A., 2013, Machoň V., 2008)



*Obr. 22: Nákusné dlahy.*

## 1.6.2. Chirurgická léčba

### 1.6.2.1. Chirurgická léčba miniinvazivní

Chirurgická léčba miniinvazivní zahrnuje intraartikulární (nitrokloubní) aplikaci - léčivé látky či autologní krve, artrocentézu (laváž) a artroskopii TMK.

Přímou intraartikulární aplikací mohou být do kloubní štěrbině injekčně aplikovány různé účinné léčebné roztoky k cílené terapii artritid a degenerativního onemocnění TMK. Kloubní štěrbinu rozdělujeme na horní a dolní a mezníkem mezi oběma odděleními je kloubní disk. Léčivé látky jsou nejčastěji zaváděny do horní kloubní štěrbině. Nicméně nejnovější studie ukazují, že současná aplikace do obou kloubních štěrbin se jeví jako efektivnější, a to ve zlepšení otvírání a ve značném snížení bolesti TMK při zánětlivém a degenerativním onemocnění TMK. (Zhang L.C., et al., 2012)

Nejčastěji používanými léčivými látkami jsou kyselina hyaluronová a kortikosteroidy. Výhodou aplikace kyseliny hyaluronové je fakt, že je přirozenou součástí synoviální tekutiny TMK, působí jako lubrikant a udržuje normální vnitřní prostředí kloubu. (Shi Z. et al., 2003) Nežádoucími účinky po aplikaci může být mírná bolest a otok v místě vpichu, ale ve většině případů se jedná o přechodné obtíže. (Bertolami C.N., et al., 1993) Účinek intraartikulární aplikace této kyseliny je krátkodobé i dlouhodobé zlepšení příznaků, klinických projevů a celkového stavu. (Shi Z. et al., 2003) Kortikosteroidy redukují zánětlivé faktory a snižují aktivitu imunitního systému. Jejich nežádoucím účinkem je infekce a destrukce kloubní chrupavky. Proto je nezbytně nutné neaplikovat kortikoidy intraartikulárně dlouhodobě. (Tahala E. et al., 2008) Účinky aplikace kortikoidů jsou stejné krátkodobé i dlouhodobé zlepšení symptomů, klinických známek a celkového stavu ve srovnání s kyselinou hyaluronovou. (Shi Z. et al., 2003)

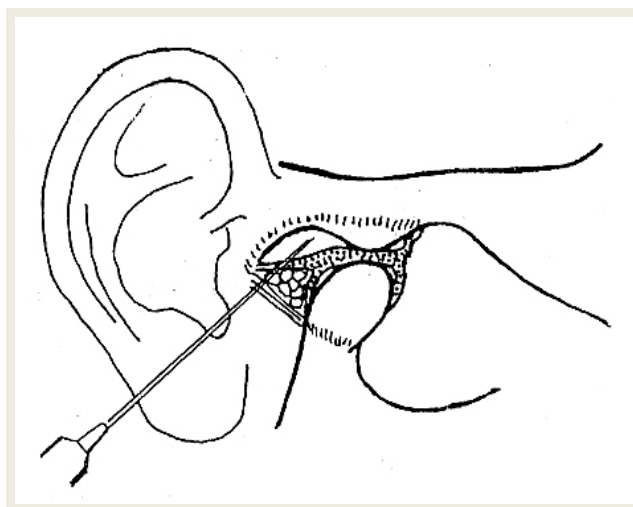
Dále je možné intraartikulárně a periartikulárně aplikovat autologní pacientovu žilní krev (3 ml). Smysl této metody spočívá ve vytvoření intraartikulárních srůstů při léčbě kloubní hypermobility. (Machoň V., 2008) Použití této metody vyžaduje následnou péči a cílenou rehabilitaci otvírání úst.

### Artrocentéza

Artrocentéza je léčebná metoda, při které je za pomoci jehly a stříkačky aspirována tekutina z kloubu a v indikovaných případech je poté do kloubu aplikována terapeutická látka (obr. 23). Procedura je ve většině případů prováděna ambulantně, v lokální anestezii, za přísného dodržování aseptických kautel. U výrazně anxiózních pacientů, zejména pacientek, a nutnosti použít artrocentézu oboustranně je možné jí provádět v celkové anestezii. V historii nalézáme první zmínky o provedení artrocentézy v 15. století, kdy aztéčtí indiáni aspirovali tekutinu při onemocnění kloubu a následně injikovali tekutinu získanou z kaktusu. V 60. letech 20. století proběhl v medicíně velký rozvoj pou-



žití artrocentézy. Bylo popsáno hned několik technik použitých u onemocnění různých kloubů (kyčel, koleno, zápěstí, rameno, loket a poprvé metakarpální, metatarsální a falangeální klouby).



Obr. 23: Umístění jehly při artrocentéze.

V roce 1991 byla poprvé popsána artrocentéza TMK jako léčebná metoda, kdy byly zavedeny 2 jehly do horní kloubní štěrbině. Autoři ji uvádějí jako návrh léčby pro dislokaci disku bez repozice s těžkým průběhem. (Nitzan D.W., et al., 1991) Tato metoda byla založena na kombinaci 2 léčebných postupů - kloubní distenze s manipulací kondylu (Murakami K. et al., 1987) a artroskopickém principu lýzy a laváže. (Nitzan D.W., et al., 1991, Murakami K. et al., 1987) Kolektiv autorů popsal techniku, při které jsou zavedeny 2 jehly do horní kloubní štěrbině, což umožňuje masivní laváž TMK. (Nitzan D.W. et al., 1990) Postup zavedení obou jehel do kloubní štěrbině byl popsán Mc Cainem (tzv. posterolaterální přístup do horní kloubní štěrbině). (McCain JP, 1996, McCain J.P. et al., 1991) Pro snazší zavedení jehel byla stanovena pomocná linie, která vede od laterálního kantu k centrálnímu a nejdorzálnějšímu bodu tragu (Holmlund - Hellsing Line). (Holmlund A., Hellsing G., 1985) Zadní vstup do horní kloubní štěrbině je lokalizován 10 mm před tragem a 2 mm pod kantotragální linií. Zde se nachází místo předpokládané maximální konkavity glenoidální fossy. Vzdálenost od povrchu kůže do středu kloubní štěrbině je cca 25 mm. (Nitzan D.W., 2006) Přední vstup je uložen 20 mm před tragem a 10 mm pod kantotragální linií (obr. 24). Při výplachu horní kloubní štěrbině bez přímé kontroly zrakem se vytvoří hydraulický tlak, který způsobí uvonění dislokovaného disku, čímž dojde k obnovení fyziologického vztahu mezi diskem, kondylem a fossou. Výsledkem tohoto procesu je obnova fyziologického otevření do maxima bez deviace. Dalším účinkem je výplach rozpadových produktů a zánětlivých mediátorů a snížení intraartikulárního tlaku u zánětlivých kloubů. Artrocentéza je indikována při adhezích disku, dislokaci disku s repozicí a bez repozice

a při zánětlivých onemocněních TMK. Ve srovnání s ostatními chirurgickými metodami se jedná o miniinvazivní zákrok, který je relativně bezpečný, je proveditelný v lokální anestézii a lze jej opakovaně použít. Což snižuje rizika na minimum. Jeho další výhodou je i materiálová nenáročnost.



*Obr. 24: Arthrocentéza.*

### **Artrioskopie**

V roce 1975 použil Onishi zmenšený ortopedický artroskop k artroskopii TMK. (McCain J.P. et al., 1991) O deset let později v roce 1985 bylo Sandersem (Sanders B., 1986) a McCainem (McCain J.P., 1988) publikováno terapeutické využití artroskopie TMK v léčbě dislokace disku bez repozice. Při této terapii bylo využito jednoduché techniky lýzy a laváže TMK. (Clarc G.T. et al., 1991, Dolwick M.F., Sanders B., 1985) V současné době patří artroskopie TMK ke standartním diagnostickým a terapeutickým metodám v péči o pacienty s onemocněním TMK. (Machoň V., 2008) Princip spočívá v transkutánním zavedení artroskopu do kloubní štěrby TMK a v její lýze a laváži a v instrumentované artroskopii s použitím speciálních artroskopických nástrojů a přístrojů. Artrioskopie TMK nám tedy umožňuje diagnostické vyšetření přímým pohledem, použití techniky lýzy a laváže TMK anebo provedení artroskopického chirurgického výkonu. Princip lýzy a laváže je totožný s arthrocentézou - uvolnění dislokovaného disku a upravení normálního vztahu disk - kondyl - fossa, dále má za následek výplach rozpadových produktů a zánětlivých mediátorů a snižuje intraartikulární tlak u zánětlivých kloubů. Instrumentovanou artroskopií lze provést celou řadu výkonů, jako např. suturu disku, uvolnění disku, repozici a fixaci disku, rozvolnění srůstů a odstranění poškozené tkáně. Při artroskopii můžeme dále využít přístroje jako je shaver anebo laser. Indikací k artroskopii jsou onemocnění diskokondylárního komplexu, degenerativní onemocnění, zánětlivá onemocnění TMK a hypermobilita.

### 1.6.2.2 Chirurgická léčba invazivní

Chirurgická léčba invazivní (operace na otevřeném čelistním kloubu) je absolutně poslední terapeutickou možností. Volíme jí až po vyčerpání a selhání všech možností konzervativní léčby a léčby miniinvazivní (obr. 25, 26). Rozeznáváme dva typy chirurgické terapie, a to výkony na měkkých tkáních TMK (diskoplastiky, reпозиční techniky disku, parciální a totální diskektomie s náhradou či bez náhrady disku), a výkony na tvrdých tkáních TMK (kondyloplastika, eminoplastika, kondylotomie, eminektomie, kondylektomie). (Quinn P., 1998) Nejvyšším stupněm otevřené chirurgické terapie je náhrada temporomandibulárního kloubu. Tato náhrada může být parciální, kdy je nahrazena pouze kloubní hlavice, poté hovoříme o parciální kloubní náhradě. Pokud dojde k výměně celého kloubu (obr. 29), tedy kloubní hlavice i jamky, hovoříme o totální kloubní náhradě (metoda užívaná od roku 1964). Nejčastěji se v případě kloubní hlavice jedná o náhradu kovovou vyrobenou z titanu (obr. 27) a kloubní jamka je rekonstruována pomocí polyethylenové náhrady (obr. 28). Kloubní protézy mohou být konfekční nebo individuálně vyrobené za pomoci 3D modelace. Zde využíváme data z CT vyšetření daného pacienta. Při operacích TMK můžeme použít preaurikulární přístup (řez veden před uchem, eventuálně extendován do spánkové krajiny za vlasovou linií). Endaurální přístup (řez veden nad pretrageální chrupavkou), subangulární přístup (řez veden pod úhlem dolní čelisti) a posledním typem je intraorální přístup (k vertikální kondylotomii či k resekci processus muscularis mandibulae). (Quinn P., 1998) Nahradit lze samozřejmě jeden nebo oba klouby (obr. 30).



*Obr. 25: Omezené otvírání úst u pacientky s oboustrannou ankylozou kloubu po novorozenecké sepsi (před léčbou).*



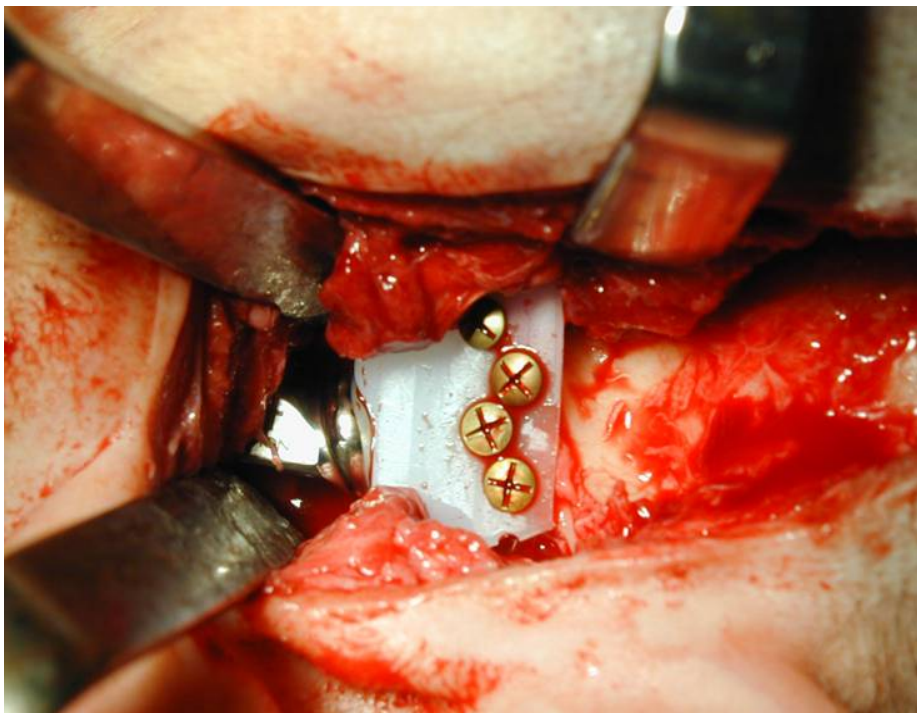
*Obr. 26: Výrazně zlepšené otvírání úst u pacientky s oboustrannou ankylózou kloubu po novorozenecké sepsi (po léčbě).*



*Obr. 27: Kloubní náhrada – hlavice.*



*Obr. 28: Kloubní náhrada – jamka.*



*Obr. 29: Umístění totální kloubní náhrady.*



*Obr. 30: RTG snímek (OPG) u pacientky s oboustrannou totální kloubní náhradou.*

## **2. Cíle práce a pracovní hypotéza**

1. Pomocí nejmodernějších vyšetřovacích metod objasnit patologické procesy vznikající v TMK při jednotlivých typech poruch temporomandibulárního kloubu.
2. Ověřit možnosti moderních léčebných postupů v terapii temporomandibulárních poruch a posoudit vliv multidisciplinární terapie na zlepšení stavu pacientka event. jeho plné vyléčení. Zjistit další možné terapeutické postupy při léčbě poruch TMK.
3. Porovnat matematické modely se znalostmi o rozložení napětí v TMK a s daty získanými při klinickém vyšetření pacientů.

### **Pracovní hypotéza**

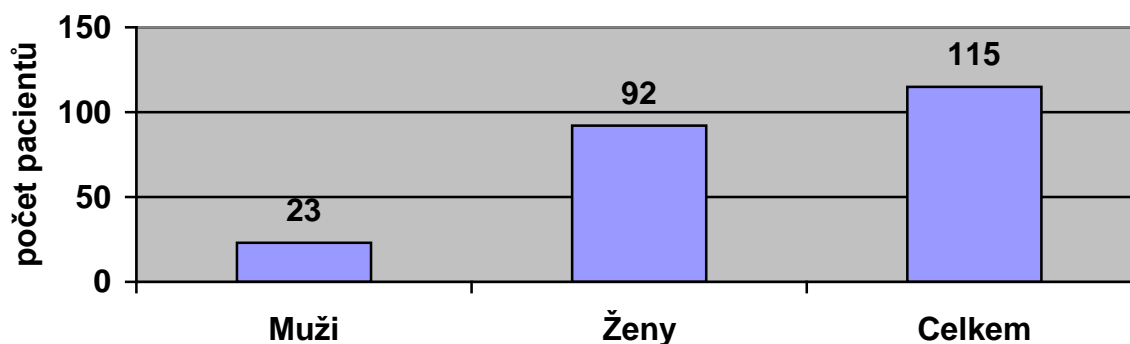
Projekt vychází z předpokladu, že použitý typ terapie u poruch TMK významně ovlivňuje nejen funkci kloubu, ale i dlouhodobou stabilitu léčby. U konzervativní, chirurgické i protetické terapie jsou popisovány nesporné výhody, ale i nevýhody daného léčení, ale nikdy nebyl komplexně zhodnocen výsledek léčby s ohledem jednak na anatomické struktury, fyziologii i patologii TMK.

Porovnáním výsledků terapie můžeme sice preferovat určitý typ léčby tak, aby byla přijatelná míra rizika, ale důležité je i objektivizovat v 2 D a 3 D matematickém modelu dlouhodobé změny biomechaniky TMK.

### 3. Materiál a metody

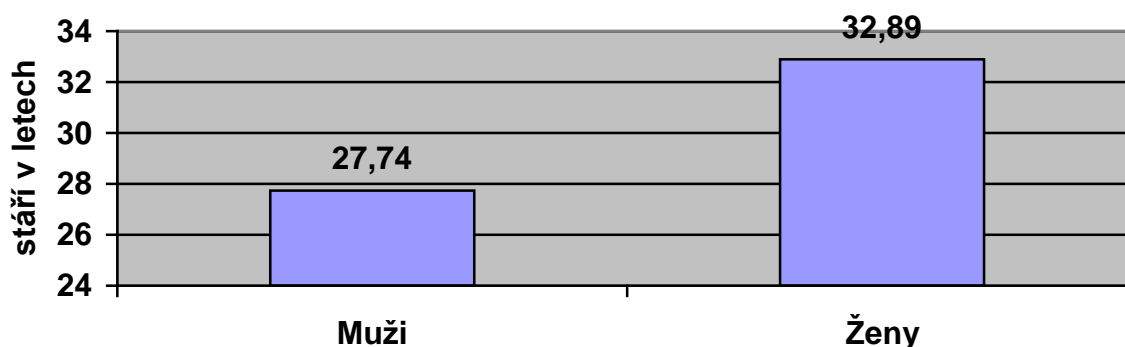
Studie probíhala v letech 2008 až 2011 a zúčastnilo se jí celkem 115 pacientů. Tuto skupinu tvořilo 92 žen a 23 mužů (graf. 7). Průměrný věk u žen činil 32,89 a u mužů 27,74 let (graf 8). Celková průměrná doba léčby byla 269,41 dnu (SD 239,30), z toho u žen 280,73 (SD 242,60) a u mužů 219,95 dne (SD 223,69).

#### Rozdělení pacientů účastnících se studie dle pohlaví



Graf 7: Počet pacientů účastnících se studie.

#### Průměrný věk pacientů účastnících se studie



Graf 8: Průměrný věk pacientů studie.



V rámci studie podstoupili všichni pacienti vstupní vyšetření. Základem vstupního vyšetření byla anamnéza, kdy se kladl největší důraz na délku trvání obtíží, jejich charakter, zda se obtíže u pacienta objevily poprvé a zda prodělal již nějakou předešlou léčbu atd. Tyto anamnestické údaje byly doplněny konkrétními dotazy na obtíže s krční pateří, přítomnost stresu v životě pacienta, případně prodělanou či právě probíhající ortodontickou léčbu, bruxismus a podobně. Po odběru anamnézy následovalo klinické vyšetření zahrnující aspekty při níž byla zkoumána barva kůže, symetrie obličeje či viditelné patologické nálezy. Dále palpce a to jednak žvýkacích svalů a poté obou kloubů v klidu a při pohybu, zaznamenána byla přítomnost bolesti, poruchy symetrie nebo přítomnost svalových spasmů. Následovala auskultace zejména patologických zvukových fenoménů jako lupání či vrzoty. Po tomto základním vyšetření jsme se zaměřili na rozsah pohybů dolní čelisti. Jednak do stran a poté maximální rozsah pohybu při otvírání úst. Maximální otvírání úst je měřeno mezi incizálními hranami horních a dolních středních řezáků (obr. 31). Všechny tyto údaje jsme ještě doplnili o kontrolu stavu chrupu (skusové poměry, abraze, artikulační překážky, defekty v zubních obloucích, stav pacientových zubních náhrad apod.) a manuální dynamický test – jako zkouška přítomnosti zánětu. Kritérium, které bylo při těchto testech nesmírně důležité, byl pocit bolesti při jednotlivých typech vyšetření a její intenzita. Intenzita bolesti byla měřena pomocí VAS (Visual Analog Scale), kdy pacient ohodnotí intenzitu bolesti na úsečce znázorňující kontinuum intenzity bolesti od „žádné“ což znázorňuje na úsečce číslo 0 až po „nesnesitelná bolest“, kterou tvoří 5. Všechny získané informace byly pečlivě zaznamenány. Ze zobrazovacích metod byl použit ortopantomogram, telerentgen a tomografické zobrazení obou kloubů při otevřených a zavřených ústech (Gendex, Oralix 9200, Milan, Italy). Ze zhotoveného telerentgenu byla provedena kefalometrická analýza (CephX Inc. Las Vegas, USA), která na základě anatomických či konstruovaných bodů a linií poskytuje diferenciálně diagnostické informace o stavu a vývoji sagitálních a vertikálních parametrů lebky a vzájemného postavení čelistí, ale také o stavbě obličejového skeletu a čelistních bází, které mají souvislost s postavením kloubní hlavice vůči kloubní jamce (Janega M. et al., 2009). Na závěr vstupního vyšetření byla provedena tzv. Arcus Digma analýza neboli měření kloubních drah (Arcus Digma, KAVO Dental, Biberach, Germany). Pomocí tohoto vyšetření můžeme sledovat a interpretovat pohyby čelisti a následně stanovit léčebný plán pro pacienty s TMK poruchou.

Všechny získané informace byly zaznamenány, proměřeny a z dosažených výsledných hodnot byli pacienti rozděleni do 7. skupin, dle použité léčby (graf 9). Každý z pacientů byl seznámen s diagnózou, návrhem léčby a podrobným popisem účinků jednotlivých druhů terapie.



*Obr. 31: Vyšetření maximálního otevření úst.*

### **3.1. Rozdělení pacientů do skupin (graf. 9):**

1. skupinu tvoří 13 pacientů z celkového počtu 115. Tato skupina je specifická v tom, že ji tvoří pacienti, kteří se dostavili pouze na první návštěvu. Usuzujeme, že u těchto pacientů došlo ke spontánní úpravě výchozího stavu jako je třeba stav po extrakcích třetích molárů, trauma, jednorázové přetížení kloubu apod. U zbývajících 102 pacientů došlo ke komplexní léčbě, jejímž základem byla konzervativní terapie. Pacienti byli poučeni o domácím klidovém režimu, o omezení otvírání úst do maximálních poloh, o vyvarování se žvýkání tvrdých a tuhých jídel a v neposlední řadě o vyřazení žvýkání žvýkaček. Podle daného typu stanovené diagnózy byla konzervativní terapie doplněna o níže uvedený typ léčby.

2. skupina tvořila pacienty léčené kombinací konzervativní terapie doplněné o izometrické cvičení. V tomto případě byl pacient edukován a byl s ním proveden nácvik souboru cviků, které poté doma v pravidelných intervalech prováděl.

3. skupina obsahovala pacienty, u kterých byla konzervativní terapie doplněna o zhotovení okluzní neboli nákusné dlahy (obr. 32, 33). Nákusná dlaha, byla v tomto případě tvrdá akrylátová dlaha, která byla vytvořena z teplemformovatelné folie. Její funkce spočívá v eliminaci předčasných kontaktů zubních oblouků a ve zvýšení skusu. Tím docházelo k vyvážení okluze a artikulace, ke snížení intraartikulárního tlaku v kloubech a eliminaci neuromuskulárního spazmu žvýkacích svalů. Okluzní dlaha byla zhotovena na horní nebo dolní zubní oblouk a pacient jí užíval na noc. (Machoň V., 2008)



*Obr. 32: Nákusná dlahu na modelu.*



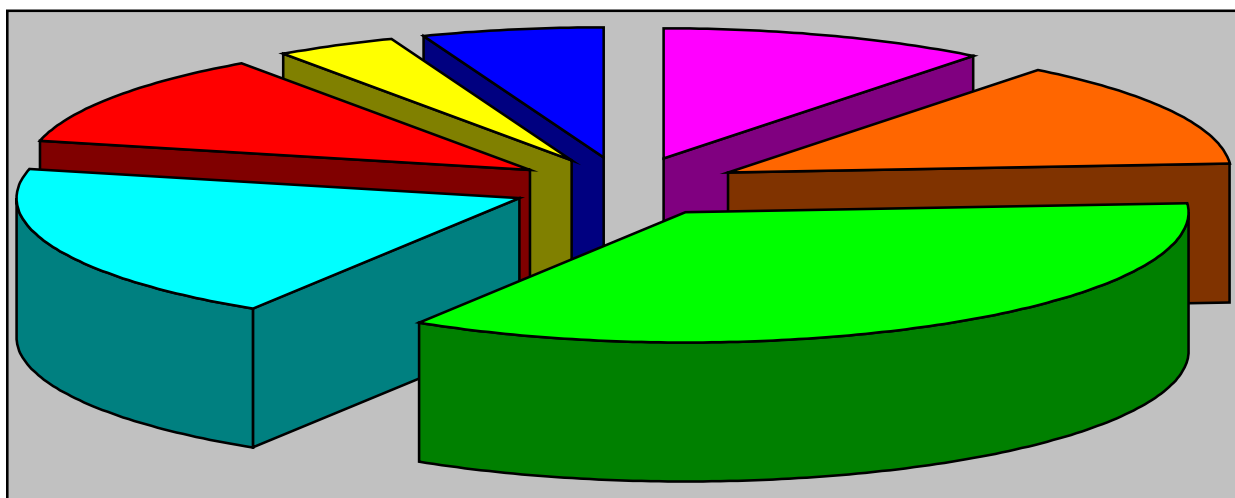
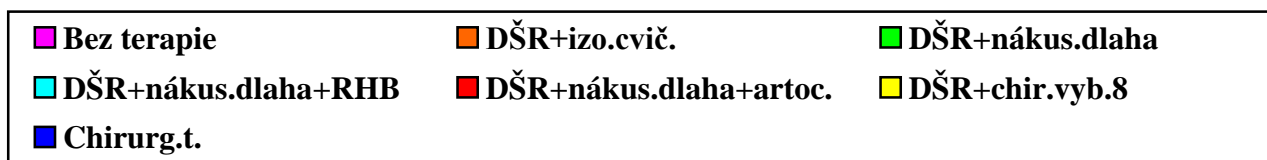
*Obr. 33: Nákusná dlahu v ústech pacienta.*

4. skupina pacientů byla léčena kombinací konzervativní terapie a rehabilitace TMK (bude popsáno v samostatném odstavci).
  
5. skupina shromažďovala pacienty, u kterých byla kromě konzervativní terapie doplněné o nákusnou dlahu použita ještě artrocentéza. Jak bylo uvedeno výše, artrocentéza je miniinvazivní léčba, při které je provedena laváž postiženého kloubu. Šlo o zákrok, při němž se do prostoru kloubu zavedly dvě injekční jehly a to zevně, přes kůži. Jehly se zavádějí do prostoru mezi kloubním diskem a jamkou. Následně se jednou jehlou vpravuje do kloubu irigační roztok (my jsme použili Ringerův

roztok) a druhou jehlou tato tekutina vytéká. Tímto výplachem dochází k vyplavení zánětlivých mediátorů, ke změně intraartikulárního tlaku a expanzi kloubního prostoru, čímž se snižuje bolest a zvyšuje pohyblivost kloubu. (Machoň V., 2008)

6. skupina zahrnuje pacienty, jejichž obtíže byly způsobeny prořezávajícími třetími moláry nebo-li tzv. zuby moudrosti. Proto léčba těchto pacientů byla nejen konzervativní, ale zahrnovala také chirurgické vybavení těchto zubů, ať už v lokální nebo celkové anestezii.

7. skupina obsahuje 7 pacientů, kteří byli léčeni čistě chirurgicky, to znamená, že byl použit některý z typů umělé kloubní náhrady. Výsledky léčby těchto pacientů nejsou součástí této studie.



Graf 9: Rozdělení pacientů do skupin dle použité terapie.

### 3.2. Rehalilitace TMK

Léčba v rámci rehabilitačního oddělení byla rozdělena na:

- léčebný tělocvik
- fyzikální terapii
- edukaci pohybových návyků.

Samotný léčebný tělocvik můžeme rozdělit z pohledu nemocného na pasivní a aktivní

Stěžejním cílem LTV je náprava svalové dysbalance v oblasti mandibulárního kloubu do rovnováhy. Toho dosáhneme obnovením rovnováhy mezi žvýkacími a mimickými svaly. Dále je potřeba uvolnit spastické úpony žvýkacích svalů, jako je sternocleidomastoidenus, styloglossus a stylothyroideus. Toho se snaží fyzioterapeut dosáhnout vhodně zvolenou manuální terapií vedoucí k uvolnění svalových spasmů, k protažení svalstva, ke zlepšení kognitivních a motorických dovedností nemocného (obr. 34 –37).

Cílem aktivní terapie je, pod vedením zkušeného fyzioterapeuta, naučit pacienta cviky zaměřené na oblast čelistního kloubu a na žvýkací svalstvo. Intenzita cvičení a jeho skladba je individuálně korigována a upravována podle aktuálního stavu. Opakované procvičování jednotlivých cviků vede k jejich zapamatování a při následném domácím cvičení k prodloužení trvání příznivých účinků a postupnému zlepšení či vymizení obtíží pacienta.

Dále je potřeba naučit pacienty více využívat mimické svaly, hlavně v oblasti úst a nezanedbatelnou složkou edukace je i otázka stravování, kdy vysvětlíme nemocnému nutnost pravidelné zátěže žvýkacího svalstva důkladným rozměňováním jídla.

Důležitá je rovněž spolupráce nemocného i v následném domácím léčení.



*Obr. 34, 35, 36, 37: Manuální terapie a nácvik správných pohybů.*

### **3.2.1. Fyzikální terapie**

Fyzikální terapie podporuje léčebný tělocvik s cílem dosáhnout vyššího efektu léčby. To ovšem předpokládá dobrou znalost jednotlivých metod, jejich biologickou podstatu, vhodné fyzikální parametry i možné kombinace. V zásadě platí, že fyzikální terapie by se neměla zbytečně protahovat a měla by být zahájena v co nejkratší době. Její opakování, rychlé střídání jednotlivých metod či zvolených parametrů nebo neúměrné prodlužování snižuje její efektivitu a mnohdy i důvěru nemocného. Je třeba si rovněž uvědomit, že některé formy fyzikální terapie mohou navodit v pacientovi pocit, že se mu lékař či fyzioterapeut nechce věnovat, protože přístroje působí neosobním dojmem.

Fyzikální terapií dosahujeme stejných účinků jako u jiných rehabilitačních forem léčby, tedy přímých i reflexních. Jejich vzájemný poměr je u jednotlivých typů léčby rozdílný. Při vlastní léčbě upřednostňujeme formu reflexní, protože aktivuje přirozené reakce nemocného.

Cílem fyzikální terapie je dosažení:

analgetického efektu;

aktivačního či relaxačního působení;

ovlivnění tkáňového metabolismu;

- vazodilatačního účinku zpravidla s cílem navození tepelného efektu.

Při léčbě poruch temporomandibulárního kloubu je spektrum možných fyzikálních metod výrazně omezen s ohledem na anatomické uspořádání i lokalitu. V úvahu přichází následující:

- elektroterapie;
- magnetoterapie;
- terapie ultrazvukem;
- fototerapie;
- termoterapie;
- kryoterapie.

V našem souboru jsme se rozhodli využít u fyzikální terapie z výše uvedených metod pulzní magnetoterapii, nízkovýkonový laser a termoterapii.

### **3.2.2. Magnetoterapie**

Magnetoterapie je metoda využívající magnetická pole k léčení některých postižení pohybového aparátu. Jde o metodu, kterou znali již naši předkové, kteří používali magnetickou rudu, zvanou magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Přikládáním destiček z této rudy na bolestivá poranění redukovali bolestivost a urychlovali hojení ran (obr. 38).

Magnetické pole má v živé tkáni vliv na elektronové interakce na atomární a subatomární úrovni, včetně magnetické rezonance a vlivu magnetického pole na spin elektronů na oběžných drahách. Magnetomechanický efekt navozuje změny orientace makromolekul RNK a DNK, bipolárních molekul vody a změny propustnosti buněčných membrán hlavně pro ionty kalcia. Magnetoelektrický efekt je založený na tvorbě tzv. vířivých (indukovaných) potenciálů na anatomických strukturách i větších biologických celcích, kde dochází k interakci mezi vířivými proudy, klidovými a činnostními biopotenciály.

Velikost vířivých proudů závisí mimo jiné na magnetické indukci, kmitočtu a délce biologických objektů (svalových buněk, nervových vláken apod.). Vlivem pulzního magnetického pole dochází ke zvýšení proliferační aktivity kmenových krevních buněk v kostní dřeni, fagocytární aktivity makrofágů, aktivaci imunitního systému, zvýšené spotřebě kyslíku v exponované tkáni, uvolňování spazmů buněk hladkého i kosterního svalstva.

Jednotkou pro magnetickou indukci je Tesla (T). Dnes se v terapii používají zdroje, u kterých se magnetická indukce pohybuje mezi 2 až 70 mT. Šířky pulzů se pohybují od několika ms do desítek ms. Pulzní magnetoterapie se využívá pro vazodilatační, analgetický, protizánětlivý, spasmolytický a antiedematózní efekt. Používá se k podpoře léčby akutních a chronických zánětů, degenerativních onemocnění kloubů, zánětů nervů, při spazmech kosterního svalstva, poúrazových

stavů s otoky a krevními výrony a je využíván hojivý efekt u popálenin, proleženin a těžko se hojících kostních zlomenin. Rovněž se využívá protibolestivý a protiedémový efekt pulzního magnetického pole, který může snížit užívání farmak.

Pulzní magnetoterapii nelze aplikovat u nemocných s kardiostimulátorem.

### **3.2.3. Fototerapie, lasery**

Laser je zdrojem koherentního elektromagnetického záření ve viditelné, ultrafialové nebo infračervené oblasti spektra, využívající jevu stimulované emise záření aktivních částic buzených vnějším zdrojem energie.

Jedná se o fyzikální metodu, kterou fyzioterapie využívá teprve posledních 15 – 20 let. Pro terapii se zpravidla využívají zdroje o výkonu do 400 mW, důležitá je i fokusace paprsku. Aplikace laseru navozuje analgetický, stimulační a protizánětlivý efekt. Předpokládá se, že mechanismus působení je založen na Bystander efektu a informace se přenáší jak konexony, tak cytokiny.

Indikace pro neinvazivní laseroterapii, kterými jsou mimo jiné poúrazové stavy (pohmoždění, výrony), svalové spasmy, záněty šlach, svalů, kloubních pouzder a artrózy, odpovídají nejčastějším formám postižení temporomandibulárního skloubení.

Za kontraindikace laseroterapie považujeme mimo jiné aplikaci v místě předpokládaného maligního postižení a ozáření oční sítnice. Naopak zcela omylem se traduje jako kontraindikace kardiostimulátor. Laser je vhodné aplikovat při akutních stavech 1x - 2x denně, u chronických postačí 1x - 2x v průběhu týdne. S ohledem na Arndt-Schultzův zákon doporučujeme aplikovat hustotu energie 3 až 4 J/cm<sup>2</sup>. Počet aplikací není omezen, rozhodující je příznivá odezva, která by měla být patrná po 10 až 15 aplikacích (obr. 39).

### **3.2.4. Pozitivní termoterapie**

Teplota hypertermálních procedur, využívaných hlavně v rehabilitaci a balneologii se pohybuje v rozmezí mezi izotermálním tepelným bodem (vzduch 24 - 29 °C, voda 34 - 36 °C) a bodem tolerance tepla (od 42 °C při celkové koupeli po 130 °C v sauně). Při termoterapii je potřeba vzít v úvahu zdravotní stav nemocného a jeho tělesnou konstituci.

Nejběžnější formou lokální aplikace tepla byly dříve parafinové zábaly, kdy se parafín nanášel v tekutém stavu a nechal v průběhu aplikace ztuhnout. Dnes jej na některých pracovištích nahradila rašelina (peloid), která při obdobných fyzikálních vlastnostech má další terapeutické účinky. Peloidy rozdělujeme na humolity s převahou organických látek (rašelina, slatina) a bahna (jednoduchá, termální, sirná), která jsou anorganickým sedimentem.



V pozitivní termoterapii se používají také vlhké či suché horké obklady, termofory (plochá gumová láhev naplněná horkou vodou), lavathermy (sáčky, které se ohřívají chemickou reakcí), elektrické dečky, solux (infračervené záření) a obklady.

Při lokálních účincích tepla dosahujeme lokální hyperémie, spasmolytických účinků, urychlení rezorpce exudátů, změkčení a uvolnění ligament a fascií a analgetického efektu. Uvedenými účinky jsou dány i vhodné indikace.

### 3.2.5. Fyzikální terapie použitá při studii

V našem souboru jsme zvolili výše uvedenou kombinaci proto, že se jedná o fyzikální metody, které vedle přímého účinku navozují i některé metabolické děje, které napomáhají reparaci postižených tkání.

K vlastní terapii jsme zvolili následné fyzikální parametry:

- pulzní magnetoterapie – diskový aplikátor, frekvence 10 Hz, magnetická indukce přibližně 10 mT, délka aplikace na každý čelistní kloub 30 minut 1x za 14 dní (obr. 38);
- neinvazivní laseroterapie – paprsek o vlnové délce 830 nm, výkon 200 mW, aplikována hustota energie 4 J/cm<sup>2</sup> bodovou sondou, aplikace 1x za 14 dní (obr. 39);
- pozitivní termoterapie rašelinou (rašelina z františkolázeňského regionu je zatavena ve speciální propustné fólii a před aplikací je nahřátá ve vodní lázni na teplotu 37 °C), aplikace 1x za 14 dní po dobu 30 minut.



*Obr. 38: Magnetoterapie.*

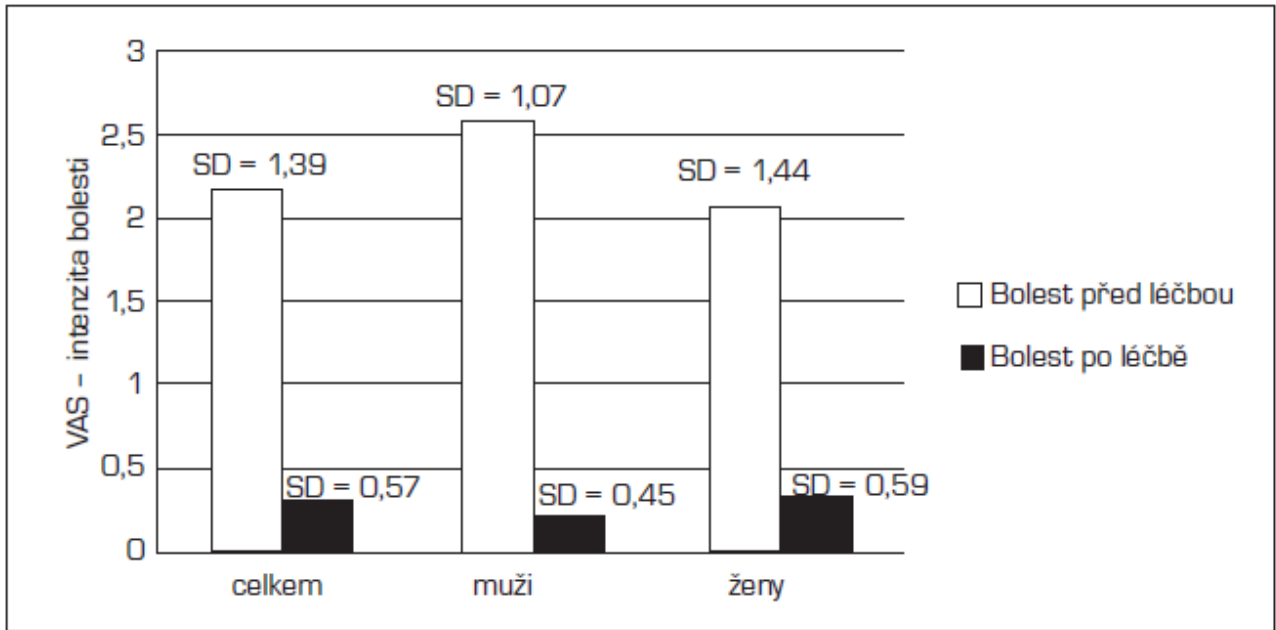


*Obr. 39: Aplikace terapeutického laseru.*

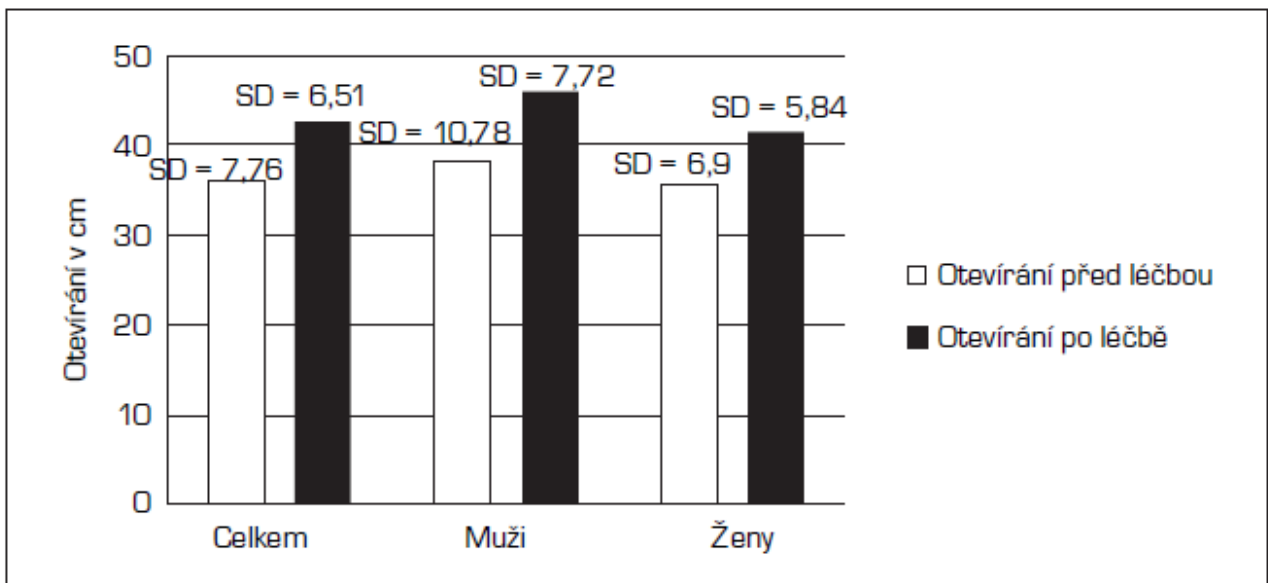
Léčba poruchy temporomandibulárního kloubu, která se projevuje především bolestí při pohybu, případně při skusu, patří z hlediska rehabilitační léčby mezi nejsložitější a dlouhodobé, vyžadující trpělivý přístup jak z hlediska fyzioterapeuta tak i nemocného. Pro úspěch léčby je nezbytná i spolupráce ošetřujícího s nemocným.

### **Výsledky**

Po prodělané terapii byli pacienti opět zváni k tzv. závěrečné kontrole. Při této kontrole jsme se zaměřili na dva parametry, které jsou snadno měřitelné a hodnotitelné. Těmito parametry byla bolest a otvírání úst pacienta. Měření bolesti před léčbou a po léčbě poskytlo překvapující výsledky. Celkově se bolest změnila z 2,17 (SD 1,39) na 0,33 (SD 0,57), z toho u žen se zlepšila bolest z 2,07 (SD 1,44) na 0,35 (SD 0,59) a u mužů z 2,58 (SD 1,07) na 0,26 (SD 0,45), (graf. 10). Měřeno pomocí VAS na škále od 0 do 5, kdy 0 představuje stav bez bolesti a 5 nesnesitelnou bolest. Co se týče změn rozmezí otvírání úst před léčbou, a po léčbě jsou výsledky následující. Celkově se změnilo otvírání úst z 36,19mm (SD 7,76), na 42,54mm (SD 6,51), z toho u žen z 35,73mm (SD 6,90) na 41,58mm (SD 5,84) a u mužů z 38,16mm (SD 10,78) na 46,16mm (SD 7,72), (graf. 11).



Graf 10: Změna bolesti před léčbou a po léčbě.



Graf 11: Změna otevírání úst před léčbou a po léčbě.

## 4. Matematické modely TMK

Dynamické matematické modelování je disciplína, která umožňuje pochopit biomechaniku komplexu anatomického a funkčního pohybu kloubu, v tomto případě temporomandibulárního kloubu.

### 4.1. Matematické modely obecně

*Z hlediska statiky mandibuly* jsou důležité tyto základní polohy:

- 1/ klidová poloha – která představuje rovnovážný stav skupin svalů podílejících se na pohybech mandibuly. Je ovlivněna řadou statických a dynamických faktorů, kam řadíme výšku skusu – vzdálenost mezi alveolárními výběžky obou čelistí při skusu, napětí svalů, polohou a držení hlavy, únavou žvýkacích svalů apod.
- 2/ centrální poloha – tuto polohu zaujímá dolní čelist při polknutí sousta.
- 3/ habituální poloha - kdy je mezi čelistmi navozen habituální stav, do této polohy se mandibula dostává na konci žvýkání nebo i vědomě při maximální interkuspídaci.

*Z hlediska dynamiky* je čelistní kloub součástí žvýkacího aparátu, jehož funkcí je mastikace, což je akt, který vychází z klidové polohy, či habituální polohy a po depresi a následné elevaci spojené s retruzí a laterální exkurzí končí návratem dolní čelisti do polohy maximální okluze. Při žvýkání vytváří žvýkací svaly tzv. žvýkací sílu, jejíž velikost může být při maximálním stisku až 4000 N. Tato síla je přenášena z mandibuly na bázi lební kloubní cestou (temporomandibulárním kloubem) a dentoalveolární cestou (přes zuby a alveolární výběžky a dále přes spánkovou kost). Žvýkací sílu přenášejí lebeční kosti (dolní a horní čelist, kost lící, čelní a spánková), zuby a ozubice, ploténka čelistního kloubu. Ploténka čelistního kloubu přenáší značnou žvýkací sílu a je důležitým faktorem tlumícím absolutní sílu žvýkacího svalstva. Vzhledem k tomu, že ploténka má nepravidelnou tloušťku (uprostřed je tenčí) i rozklad sil je nerovnoměrný (Hlaváček I., Nedoma J., 2002, Kolostra J.H., van Eijden T.M., 1999)

Při sledování anatomické stavby čelistního kloubu a zmapování možných pohybů dolní čelisti, které přímo souvisí s čelistním kloubem a s ohledem na skutečnost, že jsou oba klouby spojeny dolní čelistí a tím i vzájemně ovlivňovány, je velmi obtížné přesně popsat a matematicky definovat procesy, ke kterým v kloubu a jeho okolí dochází, což je nezbytné pro vytvoření dynamických matematických modelů (Hlaváček I. Et al., 1988, Kolostra J.H., van Eijden T.M., 1997, Peck Ch.C., Hanbám A.G., 2006)

Modely ozřejmí vztahy mezi strukturou a funkcí kloubů a mají demonstrovat přijatelnou muskuloskeletární mechaniku. Modelování využívá počítačovou tomografii (CT) a nukleární magnetickou rezonanci (MRI), jejich hardwarového a softwarového vybavení s vysokou rozlišovací schop-

ností (volitelnosti rozlišení kontrastu, možnosti provedení série tomogramů a současně provedení celkového radiogramu apod.).

V této studii byly pro temporomandibulární kloub vytvořeny 3 rovinné modely, které charakterizují procesy, ke kterým v čelistním kloubu dochází. Snímky z MRI ukazují boční a přední pohled a pro usnadnění orientace je zde naznačena úsečka (respektive její průměty). Uvažovaný řez obsahuje tuto úsečku a byl nalezen otáčením roviny řezu okolo této úsečky (obr. 40, 41, 42). Jsou pro všechny modely identické.

Na základě obrazu počítačové tomografie (CT) a nukleární magnetické rezonance (MRI) byl vytvořen dvou-dimensionální matematický model, který by měl umožnit charakterizovat procesy, ke kterým v čelistním kloubu dochází.

Užitý matematický model umožňuje analyzovat mechanická a biomechanická hodnocení kloubního spojení čelistního kloubu v souvislosti s možností aplikace náhrady čelistního kloubu jeho umělou totální náhradou. Má-li totální náhrada čelistního kloubu spolehlivě plnit svoji funkci a plně zajistit dlouhodobou pohybovou jeho aktivitu, potom jeho konstrukce i následná jejich klinická aplikace musí respektovat biomechanické poměry i při maximálním zatěžování čelistního kloubu.

Přirozený kloub představuje rovnovážný systém, kde tvar odpovídá funkci. Porušení této rovnováhy vede k mechanickému selhání čelistního kloubu, k jeho destrukci. Podobně je tomu i v případě jeho umělé náhrady. Proto cílem matematického modelování funkce přirozeného i umělého čelistního kloubu je i předcházení následků porušení této rovnováhy resp. následné destrukci přirozeného i umělého kloubu.

Čelistní kloub je namáhán jak silou tahovou, tak silou tlakovou. Při tahové síle jsou kontaktní plochy od sebe odtahovány, při tlakové síle jsou k sobě přitlačovány. Působení tahové síly je v podstatě zachycováno vazy a kloub slouží jako pohyblivé spojení umožňující relativní pohyby spojených částí skeletu čelistního kloubu avšak s jistým omezením, matematicky toto omezení modelujeme jako „gap“. Při tlakových silách jsou kontaktní plochy k sobě přitlačovány, takže k relativním pohybům spojených částí skeletu čelistního kloubu dochází převážně v podmínkách těsného kontaktu kluzných kloubních ploch pod tlakem. Kloub se v tomto případě chová jako pružné tlakové spojení, při kterém silové působení je navíc „vícesměrné“ podle okamžité funkce čelistního kloubu.

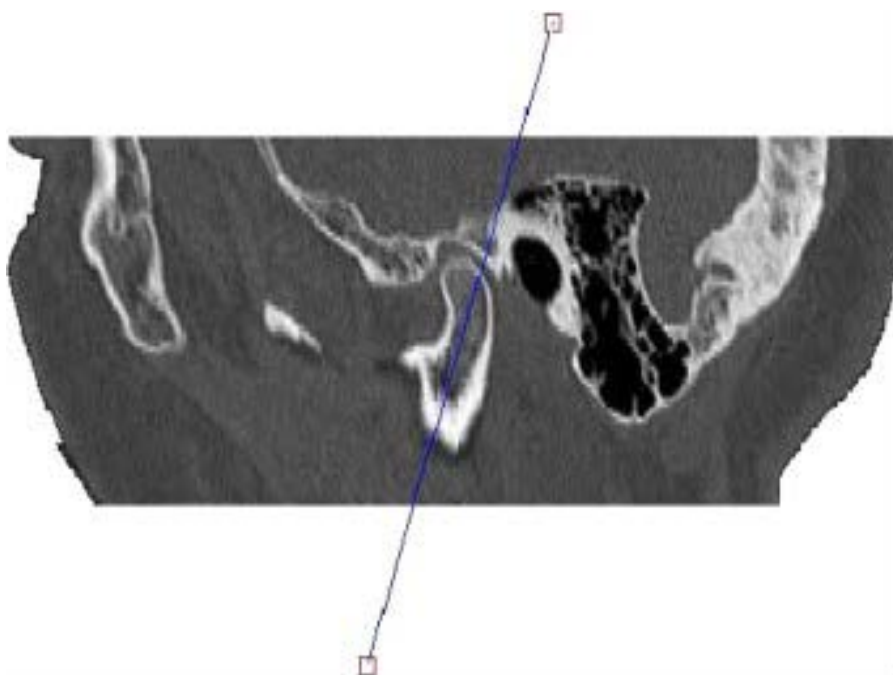
V důsledku namáhání čelistního kloubu značnými silami dochází v oblasti čelistního kloubu ke koncentraci tlakového napětí na poměrně malou plochu kloubu. Díky elasticitě chrupavčitého krytu kontaktních ploch se tato kontaktní plocha zvětšuje, čímž se zatížení přenáší na větší plochu. Nezastrupitelnou funkci má i synoviální tekutina, která vedle vyživovací funkce dodává pružnost chrupavčitému krytům kloubní plochy a navíc je schopna svými viskózně elastickými vlastnostmi zachytit a přenášet určitou hodnotu tlakového napětí.

Na kontaktních plochách mezi jednotlivými komponentami čelistního kloubu a jeho umělé náhrady dochází k postupnému opotřebení, navíc na kontaktních plochách přirozených a umělých čelistních kloubů působí tření. Jeho velikost je dána stavem kontaktních kloubních ploch. Tření ve smyslu Coulombově závisí na normálové složce působící síly, se zvětšením přitlačné, tj. normálové síly, se zvětšuje tření i opotřebení kontaktních ploch. Matematický model čelistního kloubu všechny tyto skutečnosti musí být schopen popsat a musí umožnit také analyzovat poměry na kontaktu mezi hlavicí čelistního kloubu a kloubní jamkou-acetabulem.

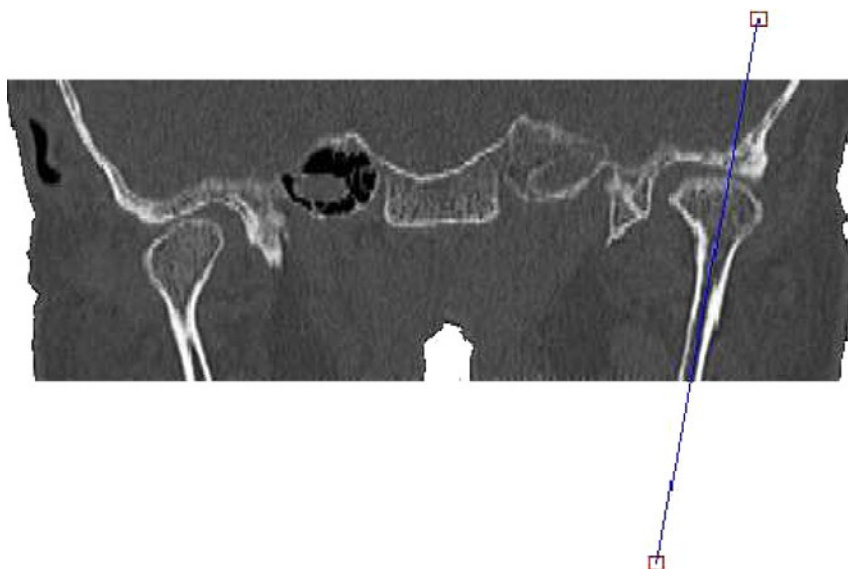
Matematická simulace funkce přirozeného i umělého čelistního kloubu bude založena na matematické teorii kontaktních úloh a metodě konečných prvků. Na této teorii založený matematický model dovoluje studovat napěťové a silové poměry na kontaktních plochách, velikost deformace kontaktních ploch a přenos zatěžovacích sil, přenášených z hlavice čelistního kloubu na kloubní jamku a její okolí. Je však si třeba uvědomit, že matematický model je pouze hrubá aproximace skutečnosti. Řadu funkcí kloubního systému v matematickém modelu modelujeme okrajovými podmínkami, jejichž volba závisí na naší intuici a odborné zkušenosti s matematickým modelováním biologických a biomechanických systémů. Matematická analýza teorie kontaktních úloh ukazuje, jak závisí řešení matematické úlohy v závislosti na okrajových podmínkách, tedy jak stabilní je řešení v závislosti na malých změnách v zadaných datech okrajových podmínek a působících sil.

#### 4.2. 2D modely

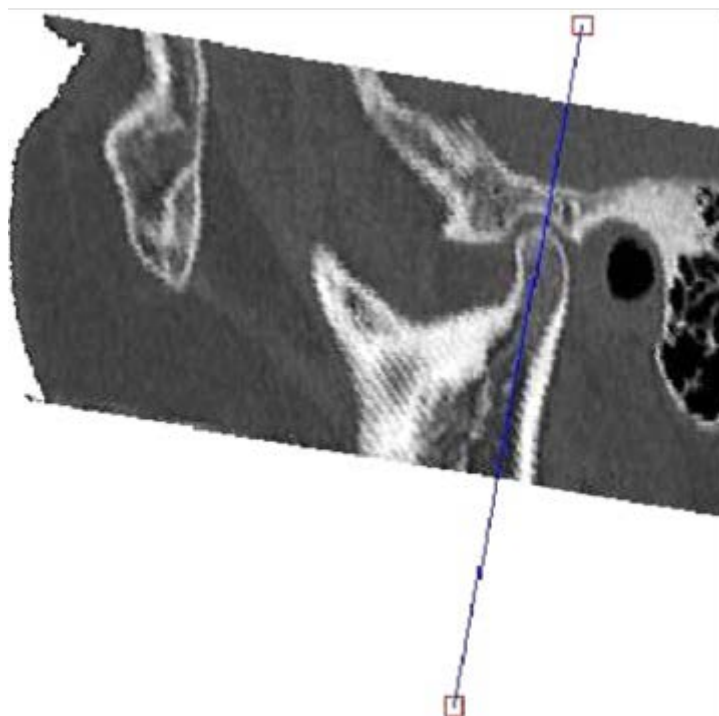
Geometrie dvojrozměrných modelů byla získána z vhodně zvoleného řezu. Obr. 40 a obr. 41 zobrazuje MRI řezy v boční a čelní projekci. Pro lepší orientaci je zde vyznačena úsečka. Řez použitý pro modely (viz obr. 42) byl zvolen otáčením okolo vyznačené úsečky, tak abychom v něm co nejlépe popsali silové působení. V této studii byly vytvořeny tři dvourozměrné modely. Geometrie a materiálové parametry (Youngův modul pružnosti  $E$  a Poissonova konstanta  $\nu$ ) pro všechny z nich jsou stejné. Použité hodnoty jsou  $E = 1,71 \times 10^{10}$  [Pa],  $\nu = 0.25$  kostní tkáň a  $E = 0,492 \times 10^9$  [Pa],  $\nu = 0.1$  pro chrupavky. Temporomandibulární kloub je vystaven zatížení  $1 \times 10^4$  [Pa] na vrcholu dolní čelisti a zatížení  $1,3 \times 10^4$  [Pa], na dolním okraji a laterální stěně dolní čelisti (viz zelené šipky na obr. 43 (a), 44 (a) a 45 (a)). Předpokládáme koeficient tření  $g_c^{kl} = 0$  pro všechny modely. Temporální kost je upevněna na dvou částech hranice (v obr. 43 (a), 44 (a) a 45 (a) je označena červenou barvou). Rozdíly mezi modely popisovanými ve studii jsou v použitých okrajových podmínkách. Náš program pro řešení kontaktního problému pružnosti je napsán v systému MATLAB a využívá Optimization Toolbox pro úlohy kvadratického programování, zejména funkce quadprog.



*Obr. 40: MRI zobrazení TMK v bočné projekci.*

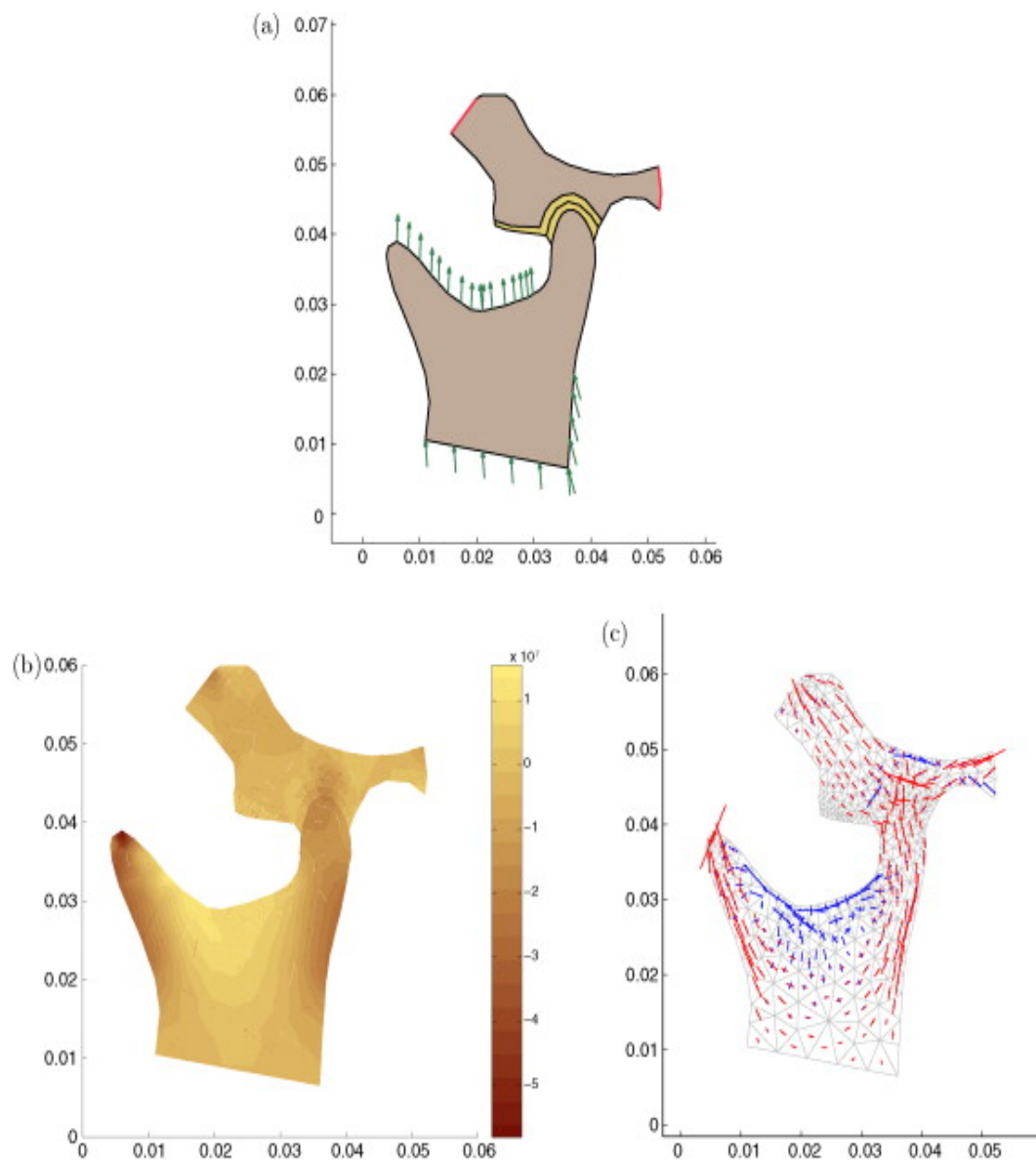


*Obr. 41: MRI zobrazení TMK v čelní projekci.*

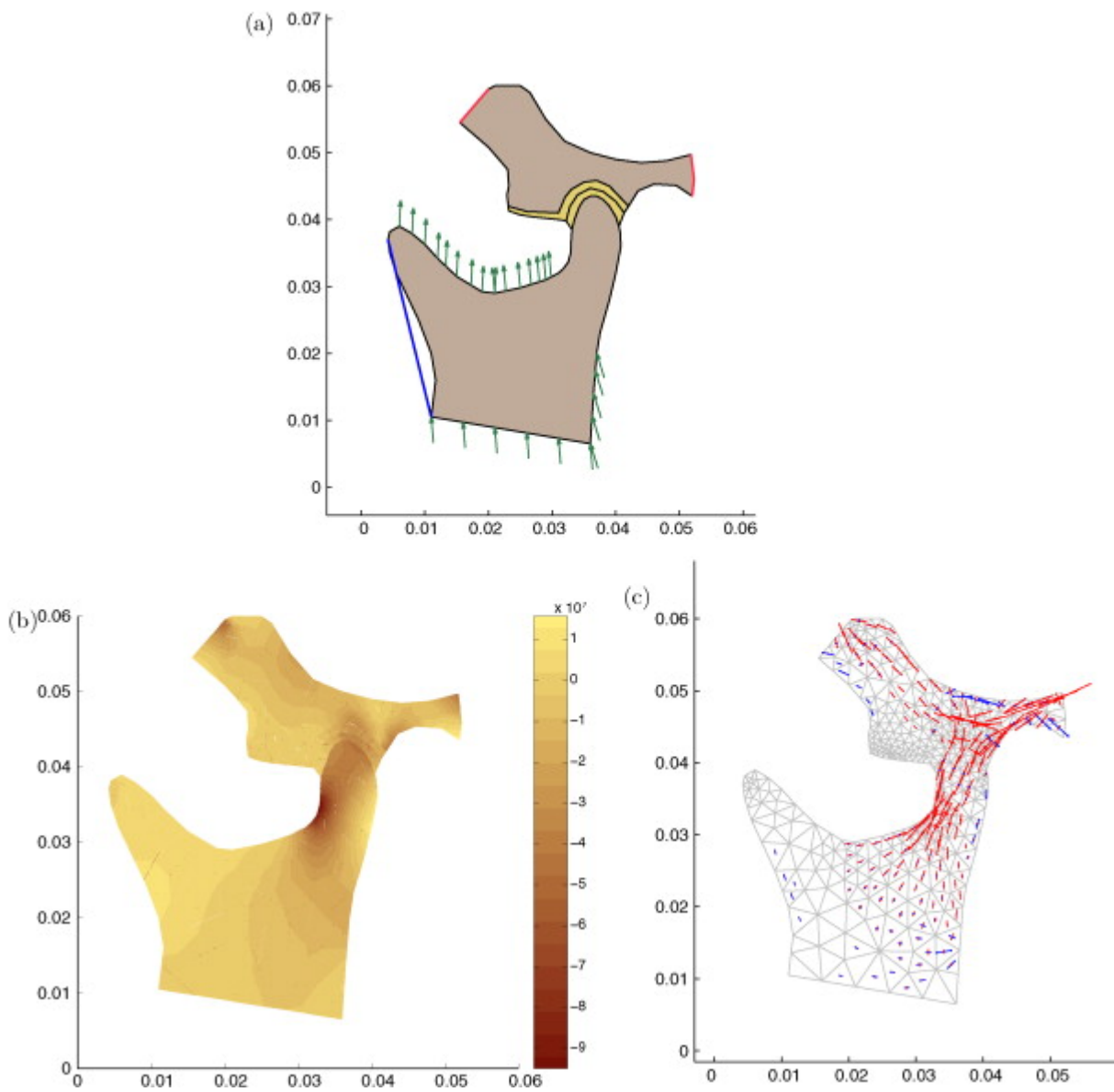


*Obr. 42: MRI zobrazení TMK – použitá rovina pro 2D modely.*

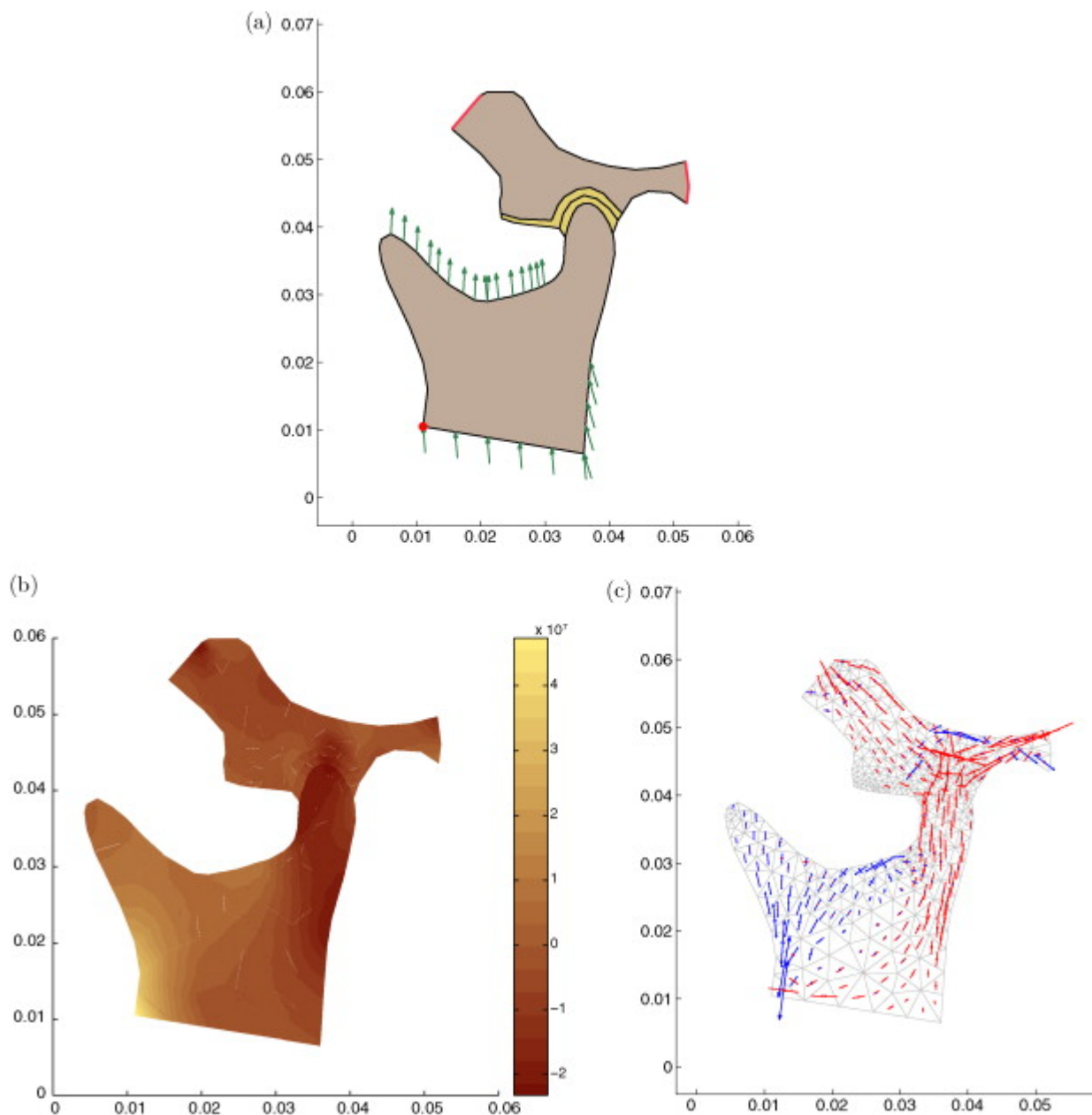




Obr. 43: Model 1: (a) geometrie modelu, (b) vertikální složka napětí, (c) hlavní napětí.



Obr. 44: Model 2: (a) geometrie modelu, (b) vertikální složka napětí, (c) hlavní napětí.



Obr. 45: Model 3: (a) geometrie modelu, (b) vertikální složka napětí, (c) hlavní napětí.

### Model 1

V prvním modelu je v každém bodě TMK omezeno posunutí v horizontálním i vertikálním směru o  $\pm 1$  mm. Maximální deformace je pozorována v oblasti kondylu a fossa glenoidalis, disk je také silně zatížen. Hlavní zatížení (napětí) jde vertikálně s vrcholem na processus coronoideus (obr. 43 (b)). Největší tlak prochází kloubní hlavicí a fossa glenoidalis, částečně přes processus muscularis. K největšímu tahu dochází v místě incisura mandibulae (obr. 43 (c)).

## Model 2

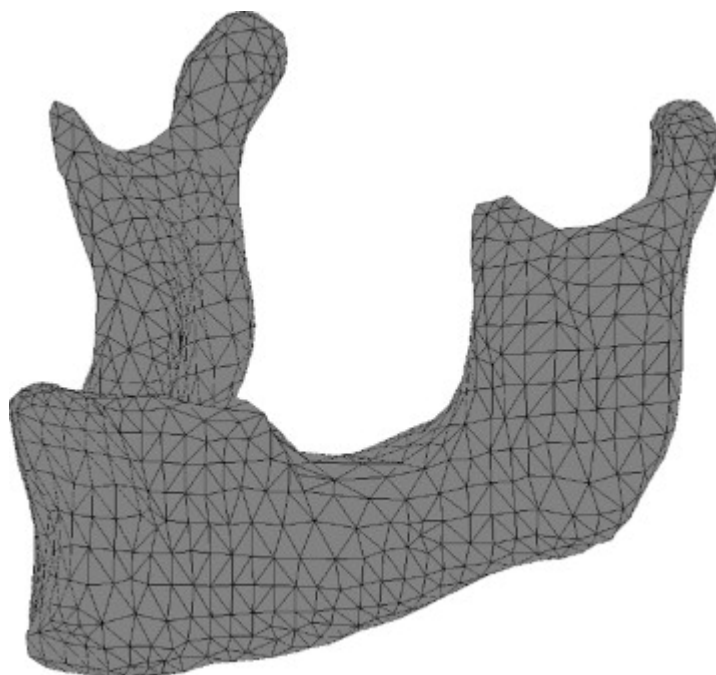
Na obr. 44 (a) je mobrou úsečkou naznačen směr, ve kterém je uvažován pohyb čelisti, v modelu je uvažována podmínka oboustranného kontaktu. Hlavní oblast deformace se koncentruje ve fossa glenoidalis a v disku. Na ventrální straně proc coronoideus dochází k deformaci (obr. 44 (b)). Nejvyšší tlak je v kondylu a fossa glenoidalis. Téměř se neobjevuje tahové napětí (obr. 44 (c)).

## Model 3

Pohyb ve třetím modelu simuluje typické otevření – depresi čelisti, zavírání – elevaci čelisti a lateropulsi (pohyby do stran). V tomto modelu je předepsané posunutí [-1 mm, 1 mm] pro červený bod (viz obr. 45 (a)). Nejvyšší tlak je sledován v oblasti kondylu a distální části ramus mandibulae (obr. 45 (b)). Tah se objeví v processus muscularis a na incisura mandibulae (obr. 45 (c)). Pomocí tohoto přístupu je možné určit velikosti a směry působení kontaktní síly v konsulu popřípadě disku a jejich deformaci.

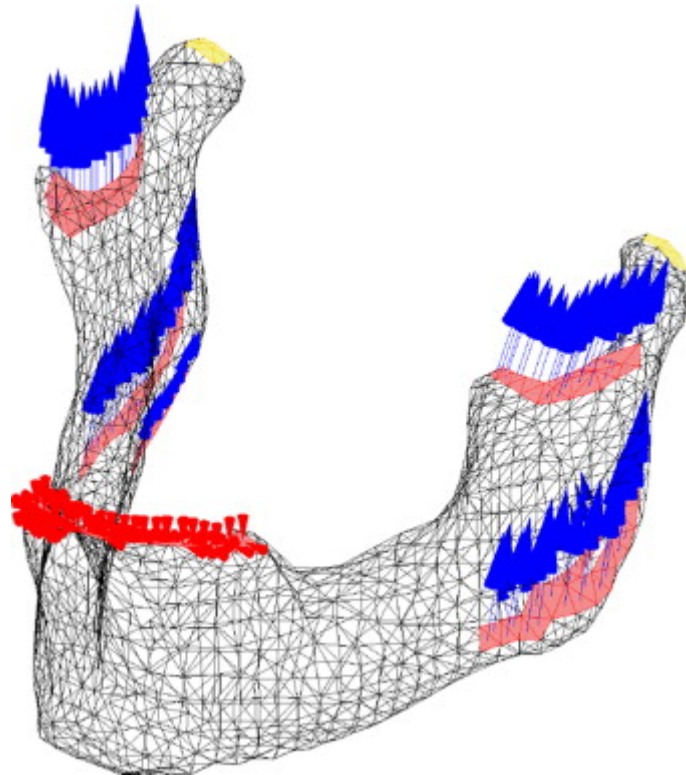
### 4.3. 3D modely

Trojrozměrný model dolní čelisti byl vytvořen pomocí sady přístupných dat axiálních magnetických rezonancí (MRI) muže, které byly získány z Visible Human Project. Síť konečných prvků (viz obr. 46) byla připravena pomocí Open Inventor 3D toolkitu od Visualization Sciences Group. Diskretizace je statisticky charakterizována 7295 tetraedry a 2043 uzly. Hodnoty parametrů materiálu jsou  $E = 1,71 \times 10^{10}$  [Pa],  $\nu = 0.25$  pro kostní tkáň.

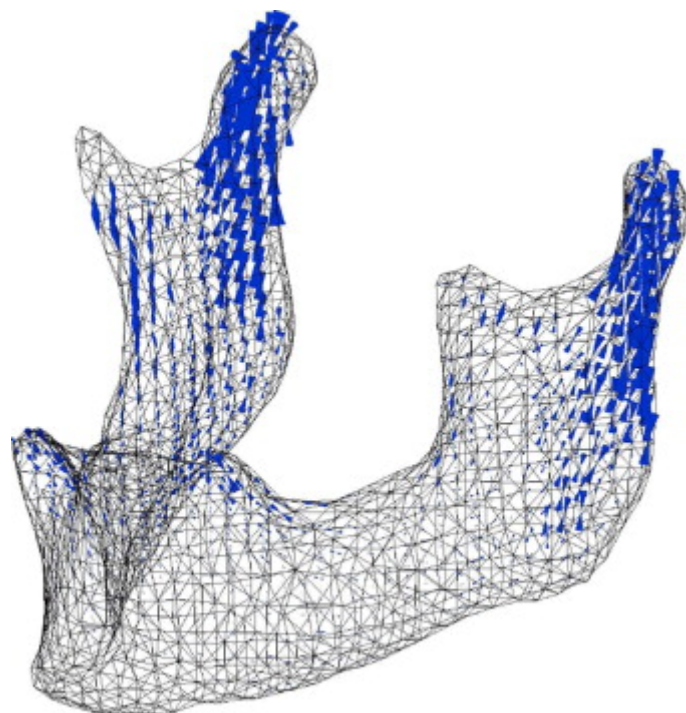


*Obr. 46: Síť konečných prvků.*

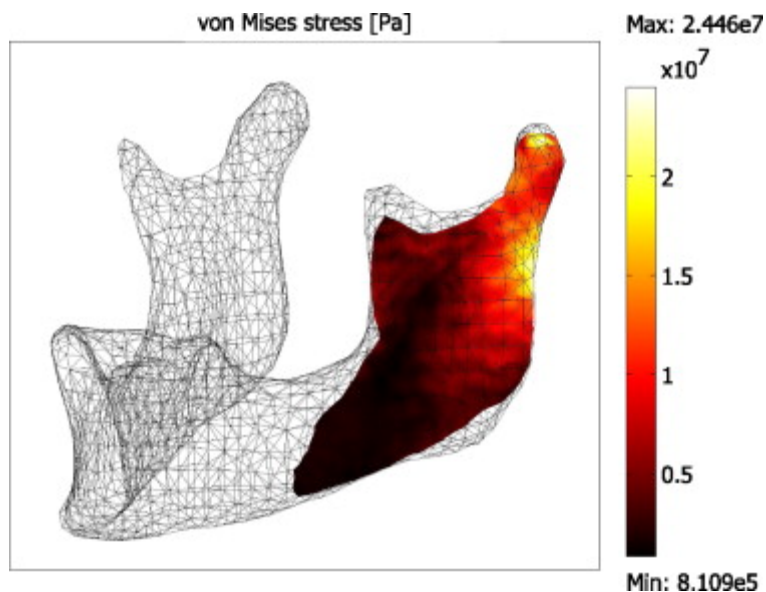
Na základě získaných výsledků pro dvojrozměrné modely jsme si stanovili tyto okrajové podmínky (obr. 47). Pro oblast horních zubů jsme nastavili svislý posun 1 mm. Aktivní žvýkácí svaly na pravé straně dolní čelisti jsou charakterizovány zatížením  $[-0,6, -0,6, 2,8] \times 10^6$  N/mm<sup>2</sup> pro m. pterygoideus lateralis,  $[-0,6, 0, 2,8] \times 10^6$  N/mm<sup>2</sup> pro m. masseter a  $[0, 0,5, 1,5] \times 10^6$  N/mm<sup>2</sup> pro m. pterygoideus medialis (na levé straně uvažujeme symetrické zatížení). Předpokládáme modelovou situaci, při které je kloubní hlavice mandibuly a kloubní jamka ve vzájemném kontaktu, a navíc, pro jednoduchost se předpokládá, že kloubní jamka je pevná. Z tohoto důvodu, jednostranný stav kontaktu na rozhraní kontaktu (na obr. 47 označenou prostřednictvím žluté barvy), může být nahrazen oboustranným kontaktem. Pro numerické řešení jsme použili systém COMSOL Multiphysics. Pro 3D model jsou hlavní napětí zobrazené na obr. 48 a von Mises napětí na obr. 49 na stejném řezu, který se předpokládá u dvojrozměrného modelu. Získané hodnoty von Mises napětí zdravého TMK ukazují, že nejvyšší tlaky jsou pozorovány v oblastech kondylu a distální části ramus mandibulae. Tahy jsou pozorovány na processus muscularis a na incisura mandibulae, a to jak v souladu s výsledky 2D modelu, ale také s pozorováním ve stomatologické praxi. Maximální deformace jsou pozorovány v oblasti kloubní hlavice a fossa glenoidalis. Ze získaných numerických dat jsou hodnoty maximálního tlaku v kontaktní oblasti  $2,13 \times 10^7$  [Pa] a hodnoty hlavních napětí jsou cca.  $1,87 \times 10^7$  [Pa]. Všechny získané numerické výsledky odpovídají nálezům získaných při klinickém vyšetření.



*Obr. 47: Nastavené okrajové podmínky pro 3D modely.*



*Obr. 48: Rozložení hlavního napětí u 3D modelu.*



*Obr. 49: Hodnoty von Mises napětí.*

## Hodnocení

Analýza pohybu dolní čelisti u člověka je v dnešní době předmětem rozsáhlého výzkumu. Temporomandibulární kloub je geometricky složitý a extrémně pohyblivý kloub, jehož pohyby se vyznačují velkými posuny, rotací a deformací. Pohyb dolní čelisti vzhledem k horní čelisti se skládá z pohybu rotačního a translačního a lze jej popsat v každém okamžiku prostřednictvím polohy a parametru kloubu. Během žvýkání a při otevírání a zavírání úst se poloha kloubu mění, což je odrazem charakteristické změny vlastního pohybu. Předchozí studie zkoumaly problém z kinematického hlediska, jakož i variace mezi jedinci s cílem usnadnit pochopení funkce dolní čelisti a její dysfunkci. Zatímco předchozí studie zkoumaly TMK pouze kinematicky, náš přístup umožňuje prostudovat rozložení napětí v celém regionu a podrobně v okolí kloubní hlavice, disku, v čelisti a kromě toho také umožňuje určit kontaktní síly v oblastech kloubní hlavice a disku. Cílem našeho zkoumání do budoucna je vývoj optimálních algoritmů pro dynamické kontaktní úlohy založené na 3D modelech. Matematické modelování je nezbytné pro popsání biomechaniky TMK. Velmi důležité pro diagnostiku a léčbu jsou znalosti sil působících v čelistním kloubu. Tyto informace jsou nezbytné pro stanovení nejvíce zatěžovaných míst. Matematické modelování doplňuje naše informace o procesech v čelistním kloubu a může pomoci zlepšit léčbu poruch TMK.

## 5. Diskuze

Onemocnění tempromandibulárního kloubu je popisováno v literatuře už v dávné minulosti, ovšem markantní nárůst pacientů s tímto typem poruchy v posledních letech je alarmující. Tento fakt velmi pravděpodobně souvisí s výrazným nárůstem stresu v lidském životě. Stejně tak jako nedostatečná fyzická aktivita, sedavý typ zaměstnání, výrazný rozvoj ortodontické léčby a mnoho dalších faktorů, které se stávají součástí velkého procenta lidské populace.

Poruchy TMK (TMD) se vyskytují v důsledku paralogických změn a procesů v dolní čelisti či vlastním TMK a svalů, které řídí žvýkání a pohyby čelistí (McNeill C., 1993). TMK je složený kloub, který spojuje dolní čelist se spánkovou kostí lebky bilaterálně. Klouby jsou flexibilní, čímž umožňují hladký pohyb čelisti nahoru a dolů a ze strany na stranu. Příznaky onemocnění zahrnují bolesti hlavy, citlivost žvýkacích svalů a patologické zvukové fenomény (Dworkin S.F., LeResche L., 1992). Více než 40% z celkové populace má alespoň jeden z výše uvedených příznaků, avšak pouze jedna ze čtyř osob si je těchto obtíží vědoma a lékaře vyhledá 10-20% postižených (Okeson J.P., 1996). Automatické měření a klasifikace temporomandibulárních poruch před a v průběhu léčby může pomoci při včasné diagnostice a přesném monitorování léčby, a může zvýšit její účinnost.

Současné metody detekce TMD zahrnují fyzikální vyšetření odborníkem v TMK oblasti (Dworkin S.F., LeResche L., 1992). Stomatolog vždy diagnostikuje TMD pouze na základě anamnézy pacienta a na fyzikálním vyšetření. Typickým klinickým nálezem u pacientů s TMD je palpační citlivost v oblasti TMK a dále bolest v oblasti TMK během maximálního otevření a při lateropulzích. Pacient s onemocněním TMK má bolesti nebo pociťuje určitý dyskomfort v čelisti, a to především v oblasti TMK a nebo v oblasti žvýkacích svalů. Velmi často je omezen pohyb čelistí (Wilding R.J., Shaikh M., 1997, Christensen L.V., Rassouli M.N., 1995, Took C.C. et al., 2006, Kuwahara T. et al., 1995). Většina těchto pacientů je léčena konzervativní terapií, ale někteří pacienti vyžadují chirurgické řešení či přímo rekonstrukci kloubu.

Etiologie TMD se jeví jako multifaktoriální. Možné rizikové faktory zahrnují různé příčiny, jako jsou psychologické vlivy, akutní trauma, degenerativní kloubní onemocnění, výrazné přetížení TMK atd. U pacienta se v konečném stádiu TMD může vyvinout osteoartritida, reaktivní artritida, ankylóza, idiopatická kondylární resorpce nebo další TMK patologie (Wilding R.J., Shaikh M., 1997). Nejasná etiologie TMD, stejné klinické nálezy vyplývající z různých příčin a zřejmý vztah mezi TMD a psychologickými faktory, jsou hlavní důvody, proč stále není v klasifikaci TMD žádný konsensus (McNeill C., 1993, McNeill C., 1997). Jedním z nečastěji používaných diagnostických systémů určených pro výzkumné účely je výzkum kritérií pro diagnostiku TMD (RDC / TMD). To



standardizuje klinické vyšetření pacientů s temporomandibulární poruchou, zlepšuje komunikaci mezi jednotlivými lékaři, a usnadňuje porovnání výsledků jednotlivých vyšetření (McNeill C., 1993). TMD jsou považovány za podskupinu pohybových onemocnění (McNeill C., 1997, Goldstein B., 1999, Bradley P. et al., 2000). To může vysvětlovat úspěšné výsledky při použití fyzikální terapie při léčbě TMD.

Z výše uvedeného vyplývá, že je nezbytně nutné se zaměřit na včasnou a přesnou diagnostiku těchto obtíží. K dispozici máme dnes nejen různá vyšetření, jejichž základem jsou zobrazovací metody, které nám umožňují detailní přehled o stavu tkání v postiženém kloubu. Jako nejcennější se jeví data získaná z MRI, CBCT, USG.

Díky rozšiřujícím se znalostem o biomechanice temporomandibulárního kloubu, lze v dnešní době léčit tyto poruchy mnohem rychleji a efektivněji a výsledky léčby jsou stabilnější než v minulosti. V tomto směru se můžeme opřít o matematické modely temporomandibulárního kloubu, které se posunuly z 2D roviny na 3D modely, čímž poskytují informace o práci kloubu nejen z hlediska statického, ale zejména, a to je v tomto ohledu klíčové, z hlediska dynamiky celého kloubu a jeho okolí. Lze předpokládat, že konzervativní léčba bude u těchto poruch stěžejní a to zejména pro její efektivitu a neinvazivnost, i když na druhou stranu vyžaduje určité přístrojové zázemí nezbytné nejen k správné diagnostice, ale i komplexnosti léčby. Proto se opět dostáváme k faktu, že se musí jednat o multioborovou léčbu, na které se budou podílet odborníci z řad stomatologů, ortodontistů, fyzioterapeutů, maxilofaciálních chirurgů atd. V případě neúspěchu konzervativní léčby lze v dnešní medicíně najít celou řadu léčebných chirurgických výkonů. I přes určité riziko těchto výkonů, je lze považovat za vhodnou a pacientovi prospěšnou léčbu.

Do budoucna je naším úkolem standardizace léčebných postupů, tak aby konzervativní léčba byla metodou první volby u poruch temporomandibulárního kloubu a aby nebyla vázána pouze na úzce specializovaná pracoviště.

## 6. Závěr

1. V předložené studii bylo ověřeno, že diagnostika temporomandibulárního kloubu se dnes opírá o informace získané nejen při klinickém vyšetření pacienta, ale významnou a nezastupitelnou měrou se její nedílnou součástí stávají pomocné vyšetřovací metody, kam řadíme zejména zobrazovací techniky typu USG, MRI, CT, CBCT, artroskopie. Tyto metody nám umožňují přehled o tkáňových strukturách kloubu z pohledu statického, ale s postupným vývojem těchto metod dnes máme možnost získat informace o dění v kloubu i při pohybu.
2. Výsledky této studie statisticky významně dokazují, že multidisciplinární a mezioborová spolupráce je v léčbě poruch temporomandibulárního kloubu nenahraditelná. První metodou volby je jednoznačně vhodně zvolená konzervativní terapie, která kombinuje jak léčbu kauzální, tak symptomatickou. U všech pacientů, kteří se zúčastnili naší studie došlo k výraznému ústupu až úplnému odeznění nejčastější obtíže, která je k lékaři přivádí, a to je bolest. Druhým nejčastějším symptomem je omezené otvírání úst. Na grafickém znázornění je patrné výrazné zlepšení i v tomto ohledu.
3. Součástí této studie bylo vytvoření 2D a 3D matematických modelů. Porovnáním informací, které jsme z těchto modelů získali, se znalostmi z klinických vyšetření zrychlilo a objektivizovalo terapii. Je zjevné, že výsledky 3D zobrazení a jejich spojení s matematickými modely jsou nezbytné pro stanovení nejvíce zátěžovaných zón v tempromandibulárním kloubu. Tím můžeme předejít poškození v této oblasti. Matematické modelování doplňuje naše informace o procesech v čelistním kloubu a zlepšuje léčbu jeho poruch TMK.

## 7. Význam pro praxi

Léčba poruch TMK, které se projevují především bolestí, patří z hlediska léčby mezi velmi složité a často dlouhodobé. Vyžadují trpělivý přístup nejen lékaře, ale i pacienta. Dlouhodobá chronická bolest pacienta v jeho životě velmi výrazně omezuje a může vést až k dalším, zejména psychickým obtížím. Významný nárůst pacientů s tímto onemocněním v posledních letech dává signál, že těchto pacientů bude i nadále přibývat. Proto je nezbytné se těmto onemocněním intenzivně věnovat a neustále zdokonalovat terapeutické postupy vedoucí k vyléčení pacienta.

Při léčbě poruch temporomandibulárního kloubu se upřednostňuje komplexní konzervativní léčba podporující přirozené regenareční schopnosti organismu před ireverzibilní chirurgickou léčbou, byť založenou na modelu ideální biomechaniky kloubu. Konzervativní léčba spočívá v poučení pacienta o příčinách a projevech poruch TMK, možné farmakoterapii, fyzikální terapii, léčbě pomocí nákusné dlahy a fyzioterapii. Volba konkrétního způsobu konzervativní terapie by měla směřovat k odstranění příčiny vzniku onemocnění TMK, ale současně by mělo docházet ke snížení zátěže TMK. To má za následek omezení bolesti v klidu i při pohybu. Bylo zde jednoznačně dokázáno, že kombinace konzervativních postupů je účinnější než monoterapie. Naše studie prokázala, že pouze sedm pacientů z celkového počtu 115, bylo nutné léčit jinou, než konzervativní terapií.

U většiny pacientů (94%) byla konzervativní terapie úspěšná, problémem však zůstává možnost recidivy onemocnění. Z těchto důvodů je důležité nejen zdokonalovat diagnostické a terapeutické postupy, ale zdokonalovat naše znalosti o biomechanice temporomandibulárního kloubu za pomoci např. matematického modelování.

Díky matematickým modelům temporomandibulárního kloubu, které se posunuly z 2D roviny na 3D modely, čímž poskytují informace o biomechanice kloubu nejen z hlediska statického, ale zejména z hlediska dynamiky celého kloubu a jeho okolí, lze v dnešní době léčit tyto poruchy mnohem rychleji a efektivněji a výsledky léčby jsou stabilnější než v minulosti. V naší studii bylo jednoznačně dokázáno, že konzervativní terapie je i do budoucna metodou první volby a to zejména pro svoji efektivitu a neinvazivnost. Díky matematickým modelům lze zpřesnit a zejména urychlit diagnostiku poruch teporomandibulárního kloubu. Ale hlavním přínosem je přesný popis biomechanických procesů uplatňujících se při pohybech dolní čelisti, čímž můžeme zacílit léčbu na nejpostiženější místa TMK a tím zrychlit a zefektivnit terapii.

## Literatura

1. Bertolami CN, Gay T, Clark GT, et al: Use of sodium hyaluronate in treating temporomandibular joint disorders: a randomized, double blind, placebo controlled clinical trial. *J Oral Maxillofac Surg.* 1993, 51: 232–42.
2. Bradley P, Groth E, Gursoy B: The maxillofacial region: recent research and clinical practice in low intensity level laser therapy, in: *Lasers in Medicine and Dentistry.* Z. Simunovic (ed.). Vitagrad: DTP Studio, pp. 3, 2002
3. Carlsson GE: Epidemiology and treatment needed for temporomandibular disorders. *J Orofac Pain.* 1999, 13: 232-7.
4. Clark GT, Moody DG, Sanders B: Arthroscopic treatment of Temporomandibular Joint locking resulting from disc derangement. *J Oral Maxillofac Surg.* 1991, 49: 157.
5. deBont LGM, Kijkgraaf LC, Stegenga B: Epidemiology and natural progression of articular temporomandibular disorders. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997, 83: 72-6.
6. De Leeuw R: American Academy of Orofacial Pain, Orofacial Pain: Guidelines for Assessment, Diagnosis and Management. 2008, 4th ed.: 131-133, 158.
7. De Leeuw R: Orofacial Pain: Guidelines for Assessment, Diagnosis and Management. American Academy of Orofacial Pain. 2008: 158–159.
8. Dionne RA: Pharmacologic treatments for temporomandibular disorders. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997, 83(1): 134–42.
9. Dolwick MF, Sanders B: TMJ Internal Derangement and Arthrosis- Surgical Atlas. St. Louis: Mosby Co., 1985.
10. Dworkin SF, LeResche L: Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: Review, criteria, examinations and specifications, criteria. *J. Craniomandib. Disord.*, 1992, 6, 301–355.
11. Egermark I, Carlsson GE, Magnusson T: A 20-year longitudinal study of subjective symptoms of temporomandibular disorders from childhood to adulthood. *Acta Odontol Scand.* 2001, 59 (1): 40– 48.
12. Emshoff R, Jank S, Bertram S, Rudisch A, Bodner G: Disk displacement of the temporomandibular joint: sonography versus MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* June 2002, 178(6): 1557-62.
13. Fricton J: Myogenous temporomandibular disorders: Diagnostic and management

- considerations. *Dent Clin North Am.* January 2007, 51 (1): 61- 83.
14. Ghali GE, Larsen PE, Waite PD, Miloto M: *Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery.* místo neznámé: BC Decker Inc, Hamilton, 2004: 931- 1048.
  15. Ghali GE, Miloro M, Waite PD, et al: *Peterson's principles of Oral and maxillofacial surgery.* 3rd. Shelton, USA: autor neznámý, 2012.
  16. Goldstein B: Temporomandibular disorders: A review of current understanding. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 199, 88, 379–385.
  17. Green CS: Orthodontics and temporomandibular disorders. *Dent Clin North Am.* 1988, 32(3): 529–38.
  18. Hlaváček I, Haslinger J, Nečas J, Lovíšek J: *Solution of Variational Inequalities in Mechanics,* Springer-Verlag, New York, 1988.
  19. Hlaváček I, Nedoma J: On a solution of a generalized semi-coercive contact problem in thermo-elasticity, *Math. Comput. Simulat.* 2002, 60: 1-17.
  20. Holmlund A, Hellsing G: Arthroscopy of the temporomandibular joint: an autopsy study. *Int J Oral Surg.* 1985, 14: 169–75.
  21. Christensen, LV, and Rassouli, MN: Experimental occlusal interferences. Part V. Mandibular rotations versus hemimandibular translations. *J. Oral Rehabil.*, 1995, 22, 865–876.
  22. Janega M, Řeháček A, Hofmanová P, Dostálová T et al: Kefalometrická analýza telerentgenových snímků u zdravých dospělých pacientů z hlediska protetiky a ortodontie. *Čes. Stomatologie*, roč. 109, 2009, 6: 112-116.
  23. Klasser GD, Greene CS: Oral appliances in the management of temporomandibular disorders. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009, 107(2): 212–23.
  24. Kolostra JH, van Eijden TM: Three-dimensional dynamical capabilities of the human masticatory muscles, *J. Biomech.* 1999, 32: 145–152.
  25. Kolostra JH, van Eijden TM: The jaw open-close movements predicted by biomechanical modelling, *J. Biomech.* 1997, 30: 943–950.
  26. Kuwahara T, Bessette RW, and Maruyama T: Chewing pattern analysis in TMD patients with unilateral internal and bilateral derangement. *Cranio.*, 1995, 13, 167–172.
  27. Laskin DM: Etiology of the Pain- dysfunction syndrome. *Laskin, D. M.* 1969, 79: 147- 153.
  28. Liberda O, Spřlakova A, Machalka M, Smekal Z, Bartusek K: Sonographic evaluation of TMJ in comparison to MRI. *Journal of Cranio- Maxillofacial Surgery.* 2008, 36: 79.
  29. Li C, Zhang Y, Lv J, et al: Inferior or double joint spaces injection versus superior joint space injection for temporomandibular disorders: a systematic review and meta-

- analysis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012, 70(1): 37–44.
30. Liu F, Steinkeler A. Epidemiology, Diagnosis, and Treatment of Temporomandibular Disorders. *Dent Clin N Am.* 2013, 57: 465–479.
31. Magnusson T, Egermarki I, Carlsson GE: A prospective investigation over two decades on signs and symptoms of temporomandibular disorders and associated variables. A final summary. 2005, *Acta Odontol Scand*, 63 (2): 99- 109.
32. Machoň V et al: Léčba onemocnění čelistního kloubu. Místo neznámé : Grada Publishing, a.s., 2008: 9-11, 13-14, 23, 16, 44, 48, 52
33. McCain JP: Principles and practice of temporomandibular joint arthroscopy. St. Louis: Mosby, 1996.
34. McCain JP, de la Rúa H, LeBlanc WG: Puncture technique and portals of entry for diagnostic and operative arthroscopy of the temporomandibular joint. *Arthroscopy.* 1991, 7: 221–32.
35. McCain JP: Arthroscopy of the human temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg.* 1988, 46: 648-652.
36. Mc Namara JA Jr., Seligman DA, Okeson JP: Occlusion, Orthodontic Treatment and Temporomandibular Disorders: a review. *J Orofac Pain.* 1995, 9: 73- 90.
37. McNeill C: Temporomandibular disorders: guidelines for classification, assessment and management. Chicago: Quintessence Publishing Co., Inc., 1993.
38. McNeill C: History and evolution of TMD concepts. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997, 83: 51 – 60.
39. Miloro M, Ghali GE, Larsen PE, Waite PD: Peterson’s Principles of Oral and Maxillofacial Surgery. London: BC Decker Inc., 2004: 933- 940.
40. Mohlin B, Kopp S: A clinical study on the relationship between malocclusion, occlusal interferences, and mandibular pain and dysfunction. *Swed Dent J.* 1978, 2:103.
41. Murakami K, Matsuki M, Iizuka T and Ono T: Recapturing the persistent anteriorly displaced disc by mandibular manipulation after pumping and hydraulic pressure to upper joint cavity of the temporomandibular joint. *J Craniomandib Pract.* 1987, 5: 17-24.
42. Murakami K, Moriya Y, Goto K and Segami N: Fouryear follow-up study of temporomandibular joint arthroscopic surgery for advanced stage internal derangement. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996, 54: 285-290.
43. Nitzan DW, Dolwick MF and Martinez GM: Temporomandibular joint arthrocentesis: A simplified treatment for severe limitation of mouth opening. *J Oral Maxillofac Surg.* 1991, 49: 1163-7.

44. Nitzan DW, Dolwick MF and Heft MW: Arthroscopic lavage and lysis of the temporomandibular joint: A change in perspective. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990, 48: 798-801.
45. Nitzan DW: Arthrocentesis- incentives for using this minimally invasive approach for disorders. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2006, 18: 311– 28.
46. Okeson JP: *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion.* St. Louis: Mosby, 2008: 133.
47. Okeson, JP: *Orofacial pain. Guidelines for assessment, diagnosis, and management,* Chicago: Quintessence Publishing Co., Inc., 1996
48. Onishi M: Arthroscopy of the Temporomandibular Joint. *J Jpn Stomat.* 1975, 42: 207- 212.
49. Peck ChC, Hanbám AG: Human jaw and muscle modelling, *Arch. Oral Biol.* 2006, 52: 300–304.
50. Perry H: Relationship of the occlusion to temporomandibular joint dysfunction. A retrospective study. *J Prosthet Dent.* 1977, 39: 420.
51. Quinn PD: *Color Atlas of Temporomandibular Surgery.* místo neznámé: Mosby, 1998.
52. Rasmussen O: Description of population and progress of symptoms in a longitudinal study of temporomandibular joint arthropathy. *Scand J Dent Res.* 1981, 89: 196–203.
53. Sanders B: Arthroscopic surgery of the temporomandibular joint: treatment of internal derangement with persistent closed lock. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol.* 1986, 62: 361- 364.
54. Sanders B: Management of internal derangements of the temporomandibular joint. *Semin Orthod.* 1995, 4(1): 244–57.
55. Shinal RM, Fillingim RB: Overview of orofacial pain: Epidemiology and gender differences in orofacial pain. *Dent Clin North Am.* 2007, 51 (1): 1-18.
56. Shi Z, Guo C, Awad M. Hyaluronate for temporomandibular joint disorders [review]. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003.
57. Tallents RH, Katzberg RW, Murphy W, et al: Magnetic resonance imaging findings in asymptomatic volunteers and symptomatic patients with temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent.* 1996,75: 529.
58. Tanaka E, Detamore MS, Mercuri LG. Degenerative disorders of the temporomandibular joint: etiology, diagnosis, and treatment. *J Dent Res.* 2008, 87: 296.
59. Took, C.C., Sanei, S., Chambers, J., and Dunne, S. (2006). Underdetermined blind source separation of temporomandibular joint sounds. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 53, 2123–2126.

60. Upton L, Scott R, Haywood J: Major maxillomandibular malrelations and temporomandibular joint pain-dysfunction. *J Prosthet Dent.* 1984, 51: 686.
61. Wadhwa S, Kapila S: TMJ Disorders: future innovations in diagnostics and therapeutics. *J Dent Educ.* 2008, 72(8): 930–47.
62. Wanman A: Longitudinal course of symptoms of craniomandibular disorders in men and women: A 10- year follow- up study of an epidemiologic sample. *Acta Odontol Scand.* 1996, 54 (6): 337- 342.
63. Wilding RJ, Shaikh M: Muscle activity and jaw movements as predictors of chewing performance. *J. Orofac. Pain,* 1997, 11, 24–36.
64. Wilkes Ch: Internal derangement of the temporomandibular joint. In: Clark G, Sanders B, Bertolami C, editors. *Advances in diagnostic and surgical arthroscopy of the temporomandibular joint.* Philadelphia: Sanders, 1993.
65. Wilkes Ch: Internal derangement of the temporomandibular joint pathological variations. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1989, 115: 469–77.
66. Williamson E: Temporomandibular dysfunction in pretreatment adolescence patients. *Am J Orthod.* 1977, 72: 429
67. Wright EF: *Manual of Temporomandibular Disorders Second Edition.* místo neznámé: A John Wiley & Sons, Inc., 2010.



## Seznam publikací disertanta:

### 1. publikace, které jsou podkladem disertace

a) s IF

1. **Hlišáková, Petra**; Dostálová, Taťjana; Daněk, Josef; Nedoma, Jiří; Hlaváček, Ivo. Temporomandibular joint and its two-dimensional and three-dimensional modelling [původní článek]. In: *Mathematics and computers in simulation*, 2010, 6, 80, s. 1256-1268, ISSN 0378-4754. **Impact factor: 0,812**
2. Dostálová, Taťjana; **Hlišáková, Petra**; Kašparová, Magdaléna; Řeháček, Adam; Vavrickova, L; Navrátil, L. Effectiveness of Physiotherapy and GaAlAs Laser in the Management of Temporomandibular Joint Disorders. [původní článek]. In: *Photomedicine and Laser Surgery*, 2012, 30, 5, s. 275-280, ISSN 1549-5418. **Impact factor: 1,634**
3. Mahdian, Nima, Dostálová, Taťjana, Daněk, Josef, Nedoma, Jiří, Kohout, Josef, Hubáček, Milan, **Hlišáková, Petra**. 3D reconstruction of TMJ after resection of the cyst and the stress-strain analyse. [původní článek]. In: *Computer methods and programs in biomedicine*, 2013, 110, 3, s. 279-289, ISSN 0169-2607. **Impact factor: 1,093**
4. Navrátil, Leoš, Navrátil, Václav, Hejnová Simona, **Hlišáková Petra**, Dostálová, Taťjana, Vránová, Jana. Comprehensive treatment of temporomandibular joint disorders. [původní článek]. In: *Cranio*, 2014, 32, 1, s. 24-30, ISSN 0886-9634. **Impact factor: 0,682**

b) bez IF

1. **Hlišáková, Petra**; Dostálová, Taťjana; Daněk, Josef; Nedoma, Jiří. Temporomandibulární kloub a jeho 2D a 3D modely [původní článek]. In: *Česká stomatologie a Praktické zubní lékařství*, 2008, 56, 1, s. 3-7, ISSN 1213-0613.
2. Dostálová, Taťjana; **Hlišáková, Petra**; Hubáček, Milan; Michalík, Pavel; Feltlová, Eliška; Navrátil, Leoš. Poruchy temporomandibulárního kloubu. Klinické hodnocení pacientů s konzervativní terapií. [původní článek]. In: *Progresdent*, 2009, 15, 6, s. 14-20, ISSN 1211-3859.
3. Navrátil, Leoš; **Hlišáková, Petra**; Dostálová, Taťjana; Blašková, Eliška, Navrátil, Václav. Zásady rehabilitační léčby při poruše temporomandibulárního kloubu [původní článek]. In: *Progresdent*, 2010, 16, 1, s. 12-16, ISSN 1211-3859.
4. Hubáček, Milan; **Hlišáková, Petra**; Dostálová, Taťjana; Kozák, Jiří; Denk, František. Náhrady temporomandibulárního kloubu [původní článek]. In: *Progresdent*, 2010, 16, 2, s. 28-34, ISSN 1211-3859.
5. Daněk, Josef; **Hlišáková, Petra**; Přečková, Petra; Dostálová, Taťjana; Nedoma, Jiří; Nagy, Miroslav. Modelling of the temporomandibular joint and the role of medical informatics in stomatology [původní článek]. In: *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2010*, Part IV, LNCS 6019, s. 62-71, ISSN 0302-9743.

6. Dostálová, Taťjana; **Hlišáková, Petra**; Beznosková Seydlová, Michaela. Bolest v oblasti temporomandibulárního kloubu z pohledu stomatologa. [přehledový článek]. In: *Bolest*, 2012, 15, 4, s. 153-159, ISSN 1212-0634.
7. **Hlišáková, Petra**; Dostálová, Taťjana; Navratil, L; Kroulíková, Veronika; Bučková, Michaela. Výsledky konzervativní léčby pacientů s poruchami temporomandibulárního kloubu. [původní článek]. In: *Česká stomatologie a Praktické zubní lékařství*, 2012, 112-60, 5, s. 89-96, ISSN 1213-0613.

## 2. publikace bez vztahu k tématu disertace

bez IF

1. **Hlišáková, Petra**; Krausová, Kateřina; Dostálová, Taťjana. Ošetření dětského pacienta v celkové anestezii - komplexní péče o pacienta. [původní článek]. In: *Progresdent*, 2007, 13, 6, s. 22-25, ISSN 1211-3859.
2. Holakovský, Jiří; Dostálová, Taťjana; **Hlišáková, Petra**; Veličová, Katarína. Rekonstrukce orbity za podpory dentálních implantátů. [kazuistika]. In: *LKS - Časopis České stomatologické komory*, 2007, 17, 9, s. 25-27, ISSN 1210-3381.
3. Borský, Jiří; Tvrdek, Miroslav; Dostálová, Taťjana; Kozák, Jiří; **Hlišáková, Petra**; Černý, Miloš; Hubáček, Milan. Celkový levostranný rozštěp - Časná primární sutura rtu s využitím fetálního hojení tkání. [původní článek]. In: *Progresdent*, 2008, 14, 3, s. 14-16, ISSN 1211-3859.