

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Autoreferát dizertační práce



**Zhodnocení stability osteosyntézy po sagitální osteotomii
větve dolní čelisti**

MUDr. MUDr. Jiřina Nieblerová

2012

Doktorské studijní programy v biomedicině

Univerzita Karlova v Praze a Akademie věd České republiky

Obor: Experimentální chirurgie

Předseda oborové rady: prof. MUDr. Jaroslav Živný, DrSc.

Školící pracoviště: Stomatologická klinika

Školitel: prof. MUDr. Jiří Mazánek, DrSc.

Konzultant: doc. MUDr. René Foltán, Ph.D.

Dizertační práce bude nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněna k nahlížení veřejnosti v tištěné podobě na Oddělení pro vědeckou činnost a zahraniční styky Děkanátu 1. lékařské fakulty.

Obsah:

1. Úvod	str. 4
1.1. Otevřený skus a jeho léčba	str. 4
1.2. Operační postupy v ortognátní chirurgii	str. 4
1.3. Relaps u sagitální osteotomie mandibuly	str. 6
1.3.1. Časný relaps	str. 6
1.3.2. Pozdní relaps	str. 6
1.4. Metody fixace	str. 6
1.4.1. Rigidní osteosyntéza	str. 7
1.4.1.a. Rigidní osteosyntéza minidlahami	str. 7
2. Hypotézy a cíle práce	str. 7
3. Materiál a metodika	str. 8
4. Výsledky	str. 9
5. Diskuse	str.13
6. Závěr	str.17
7. Použitá literatura	str.18
8. Seznam publikací doktoranda	str.19

Abstrakt

Ortognátní chirurgie se zabývá nápravou vrozených i získaných dentoalveolárních a skeletálních vad obličeje. Anteriorně otevřený skus je obličejová vada, která vzniká v důsledku nepříznivé růstové rotace čelistí a/nebo nadměrnou erupcí laterálních úseků chrupu. Vyznačuje se prodlouženou dolní třetinou obličeje, mezerou mezi řezáky při maximálním dokousnutí a velkým mandibulárním úhlem.

Korekce ortognátních vad se provádí pomocí osteotomie (nejčastěji osteotomie horní čelisti v linii Le Fort I a bilaterální sagitální osteotomie větve dolní čelisti - BSSO), ostektomie a distrakční osteogeneze. K fixaci se používá osteosyntetický materiál na bázi titanu nebo vstřebatelné materiály ve formě minidlah a monokortikálních šroubů nebo bikortikální šrouby.

Hlavním předpokladem úspěchu operace je stabilita postavení čelistí v nové pozici. Při relapsu dochází ke ztrátě okluze, poruše funkce a estetiky. Na relapsu se podílí složka dentální i skeletální. Skeletální relaps rozdělujeme na časný a pozdní. Chirurgická léčba otevřeného skusu pomocí BSSO s counter-clockwise (CCW) rotací je ze všech typů ortognátních vad z hlediska stability považována za nejproblematictější. Jako jedno z řešení byla navržena fixace fragmentů dvěma minidlahami na každé straně, k tomuto postupu jsme však nenalezli vědecký důkaz.

Provedli jsme studii na prasečích dolních čelistech, ve které jsme porovnali primární stabilitu ve vertikálním i transverzálním směru u prostého předsunutí mandibuly (skupina A), předsunutí mandibuly s CCW rotací fixovaného 1 minidlahou (skupina B) a 2 minidlahami (skupina C). Dvě minidlahy statisticky signifikantně zvýšili mechanickou odolnost k vertikálním žvýkacím silám. Medián výchylky při zatížení 100N byl 0.53 mm ve skupině A; 0.46 mm ve skupině B; a jen 0.23 mm ve skupině C. Medián transverzální výchylky při zatížení 100N byl -0,04 mm ve skupině A; 0.04 mm ve skupině B; a jen -0.02 mm ve skupině C. Rozdíly v transversálním směru nebyly statisticky signifikantní zřejmě díky 3 měřením s extrémní dislokací. Zvýšení stability v transverzálním směru je zásadní ke snížení rizika dlouhodobého relapsu. Použití 2 miniplate lze doporučit u velkých posunů nebo u CCW rotace, neboť signifikantně zvyšuje stabilitu v nejvíce namáhaném směru.

Abstract

Orthognatic surgery deals with congenital and acquired dentoalveolar or skeletal deformities of the face. An unfavourable downward rotation of a mandible and posterior vertical maxillary excess cause an anterior open bite, which is characterized by excessive anterior facial height in the lower third, a gap between the incisors in maximal occlusion and a large mandibular angle.

Osteotomy (mainly Le Fort I osteotomy or bilateral sagittal split osteotomy of the mandibular ramus - BSSO), ostectomy or distraction osteogenesis are performed to correct the orthognatic deformities. Osteosynthetic materials based on titanium or bioresorbable materials are used in the form of miniplates with monocortical screws, or bicortical screws are utilized to fix the bony fragments.

Stability of the new jaws position is the main criterion for success. Relapse causes a loss of occlusion and consequently functional and aesthetic disorders. Relapse consists of skeletal and dental factors. Skeletal relapse is usually divided into early and long-term relapse.

BSSO with counter-clockwise (CCW) rotation of the occlusal plane alone was traditionally considered to be the least stable treatment method. Some authors suggest the use of two miniplates on each side of the osteotomy, but we have not found scientific proof of the benefits of this fixation.

We designed a study to compare early vertical and transversal stability of a simple mandibular advancement (group A), mandibular advancement with CCW stabilized with one miniplate (group B) and two miniplates (group C) on minipig mandibles. Two miniplates significantly increased resistance to vertical bite forces. On a 100-N load, a dislocation of 0.53 mm was achieved in group A; 0.46 mm in group B; and only 0.23 mm in group C. In transversal direction on a 100-N load, a dislocation of -0,04 mm was achieved in group A; 0.04 mm in group B; and only -0.02 mm in group C. The results of transversal displacement were not statistically significant probably due to 3 cases of extreme dislocation. The increase of transversal stability is crucial in long-term relapse prevention. The use of two miniplates in larger shifts increases the stability in the vertical direction.

1. Úvod

Ortognátní chirurgie se zabývá nápravou vrozených i získaných dentoalveolárních a skeletálních vad obličeje. Obnovuje tak či výrazně zlepšuje funkci stomatognátního aparátu ve smyslu dosažení stabilní okluze i (mnohdy výrazným) zlepšením estetiky obličeje. Ke korekci vad používá osteotomie, ostektomie a distrakční osteogeneze.

Cílem práce bylo porovnat stabilitu osteosyntézy sagitální osteotomie dolní čelisti s předsunutím distálního fragmentu a s předsunutím kombinovaným s counter-clockwise rotací. Tento postup je využíván při léčbě anteriorně otevřeného skusu.

1.1. Otevřený skus a jeho léčba

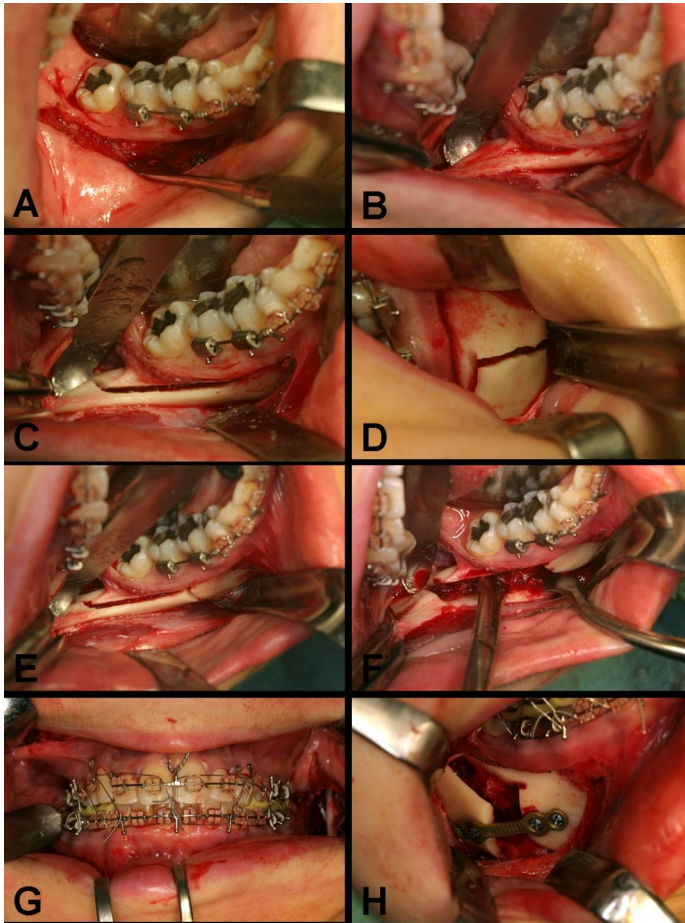
Anteriorně otevřený skus je jednou z mnoha obličejových vad, která vzniká v důsledku nepříznivé růstové rotace čelistí a/nebo nadměrnou erupcí laterálních úseků chrupu.

Klinicky se pacienti vyznačují: prodlouženou výškou dolní třetiny obličeje, mezerou mezi horním a dolním rtem. Při dokousnutí horní řezáky nepřekrývají dolní a bývá přítomen tzv. *gummy smile*. Okluzní roviny horní a dolní čelisti jsou vzájemně divergentní.

Jednou z mnoha možností terapií otevřeného skusu je ortognátní chirurgie, konkrétně v horní čelisti osteotomie v linii Le Fort I, v dolní čelisti bilaterální sagitální osteotomie s rotací distálního segmentu proti směru hodinových ručiček, anglicky countre-clockwise (CCW) nebo kombinace operace na obou čelistech

1.2. Operační postupy v ortognátní chirurgii

Bilaterální sagitální osteotomie (BSSO) dolní čelisti spočívá ve vytvoření vertikální lomné linie v oblasti *ramus et angulus mandibulae* tak, abychom se vyhnuli poškození *n. alveolaris inferior*, který mandibulou prochází. Vytvoříme tím 3 fragmenty – dva proximální - nesoucí kondyl a jeden distální fragment - nesoucí zubní oblouk, který posunujeme do předem naplánované pozice a oboustranně ho fixujeme k proximálním fragmentům pomocí osteosyntetického materiálu. Během fixace dbáme na přesnost umístění hlavičky temporomandibulárního kloubu v jamce. *Obr. 1* U pacientů s otevřeným skusem provádíme CCW rotaci. Osa otáčení je v proximální části distálního segmentu.



Obr. 1: BSSO. A: rozsah incise. B: vizualizace linguly. C: osteotomie na mediální straně mandibuly a sagitálně po větvi s přechodem na laterální stranu těla mandibuly. D: vertikální osteotomie vestibulární lamely kortikalis a protnutí kortikalis při dolní hraně mandibuly. E: pohled na celý rozsah sagitální tomie dle Epkera, F: dokončení tomie pomocí dlát. G: posunutí distálního fragmentu mandibuly do plánované okluze. H: osteosyntéza pomocí minidlahy.

Ortognátní operací výrazně měníme statické i dynamické postavení dolní čelisti a síly přenášené na čelist jak přímým tahem svalových skupin tak i nepřímou při mastikaci. Hlavním předpokladem k úspěchu je proto stabilita postavení čelistí v nové pozici. Při relapsu jako opaku stabilního výsledku dochází ke ztrátě okluze, a následně k poruše funkce a estetiky.

1.3. Relaps u sagitální osteotomie mandibuly

Na relapsu se podílí jednak složka skeletální a jednak složka dentální. Za klinicky významný ho považujeme při hodnotě 2 mm a více. Dentální relaps je způsoben nerovnováhou mezi tlakem měkkých tkání (jazyk, rty, svaly) a tahem elastických gingiválních vláken. Skeletální relaps po BSSO je rozdělován na časný a pozdní [1].

1.3.1. Časný relaps

Časný relaps je zapříčiněn hlavně pohyby v linii osteotomie. Napnuté paramandibulární měkké tkáně mají tendenci vychýlit distální fragment do původní polohy. Proti těmto silám působí síla fixačního materiálu a opora kloubního výběžku. Pokud tyto síly nejsou v rovnováze, dochází v prvních 6-8 týdnech k časnému relapsu. Nedostatečně pevná fixace u ortognátní operace umožňující předčasné nebo nadměrné zatížení hojící se zlomeniny bude mít za následek nezhojení fragmentů a jejich posun do jiné než původně plánované polohy.

1.3.2. Pozdní relaps

Pozdní relaps je způsoben resorpcí kloubní hlavice temporomandibulárního kloubu (TMK), čímž rozumíme změnu tvaru kondylu a ztrátu výšky větve dolní čelisti. Dochází k němu rozmezí 6-60 měsíců pooperačně. Jedním z mnoha faktorů způsobujících pozdní relaps je změna pozice kondylu v jamce během operace ve smyslu mediolaterální extruze či posteriorní dislokace. [2]

1.4. Metody fixace

V ortognátní chirurgii známe 4 druhy fixace kostních úlomků :

Rigidní intermaxilární fixace - v dnešní době používá pouze v kombinaci s osteosuturou.

Osteosutura drátem se využívala k fixaci kostních segmentů před nástupem rigidní osteosyntézy

Rigidní osteosyntéza (kovové minidlahy s monokortikálními šrouby či bikortikální šrouby)

Fixace pomocí biodegradabilního materiálu (semirigidní fixace)

Jako alternativní metodu operace a fixace využíváme v indikovaných případech distrační osteogenezi.

1.4.1. Rigidní osteosyntéza

V ortognátní chirurgii se nejčastěji využívá rigidní osteosyntéza. V dolní

čelisti po BSSO je možné kostní segmenty spojit na každé straně jedním nebo více osteosyntetickými minidlahami fixovanými monokortikálně 4-6 šrouby nebo 2 či 3 bikortikálními stabilizačními šrouby. Z hlediska stability hraje u rigidní osteosyntézy větší roli relaps pozdní způsobený resorpčními změnami kondylu TMK.

1.4.1.a. Rigidní osteosyntéza minidlahami

V dolní čelisti navrhl z mechanického hlediska nejlepší pozici minidlah Champy [3], který na dvojdimenzionálních modelech zlomeniny mandibuly simuloval rozložení tahových a tlakových sil při žvýkání. U zlomenin úhlu mandibuly doporučil používání 1 minidlahy na *linea obliqua*. Kroon et al. [4] ve 3D studii prokázali otevírání lomné linie v oblasti úhlu mandibuly. Proto v tomto v případě doporučili použití 2 minidlah. Ke stabilizaci BSSO se nejčastěji užívá 1 minidlah na každé straně mandibuly fixovaná monokortikálně v blízkosti *linea obliqua*. [2], V umístění minidlah se běžně vychází ze Champyho modelu. Avšak někteří autoři doporučují v případě větších posunů použití 2 minidlah na každé straně. Vzhledem k novým 3D studiím tento požadavek můžeme považovat za oprávněný.

2. Hypotézy a cíle práce

Ze všech typů ortognátních vad je chirurgická terapie otevřeného skusu z hlediska stability považována za nejproblematictější. Arnett et al. [5] udávají větší napínání suprahyoidních a infrahyoidních svalů, které mají výraznou a dlouhodobou tendenci posteriorotovat distální fragment mandibuly. V případě nedostatečně rigidní fixace může dojít k výraznému časnému relapsu. K prevenci časného relapsu proto doporučují fixovat fragmenty mandibuly na každé straně 2 minidlahami. Tento názor je obecně přijat mnoha chirurgy, ale v literatuře chybí důkaz, že použití 2 minidlah zvyšuje stabilitu pooperačního výsledku. Důležitost zabránění mediolaterálních extruzí kloubu z jamky během fixace jako jednoho z faktorů ovlivňujících dlouhodobý relaps prokázali Ueki et al. [6]. CCW rotace přispívá k rozšíření dýchacích cest a je využívána v terapii obstrukční spánkového apnoického syndromu. Stabilita výsledku je tedy velmi žádoucí, a proto jsme se rozhodli zaměřit na ni naši práci.

Navrhly jsme experimentální studii, ve které jsme porovnávali pevnost osteosyntézy prostého mandibulárního předsunu a předsunu spojeného

s CCW rotací.

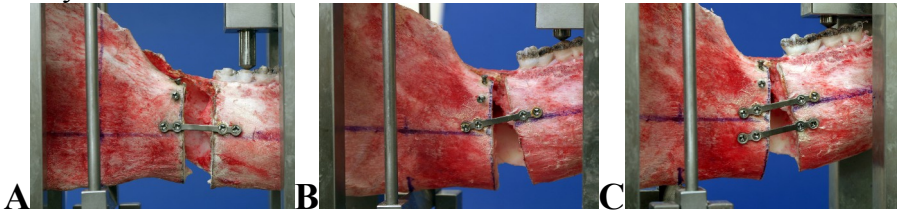
1. cílem bylo zjistit, zda pouhá změna úhlu distálního segmentu a tedy změna vektoru síly přenášeného na minidlahu způsobí nižší stabilitu.
2. vytyčeným úkolem bylo ověřit, zda přítomnost dvou minidlah signifikantně zvýší stabilitu.
3. jsme sledovali vliv dvou minidlah na transversální extruze kondylu temporomandibulárního kloubu.

3. Materiál a metodika

Provedli jsme experimentální studii na modelech prasečích mandibul. Použili jsme 63 přibližně stejně velkých čerstvých prasečích mandibul přepůlených ve střední čáře, na kterých jsme měřili vertikální i horizontální odchylky proximálního segmentu po zatížení.

Mandibuly jsme rozdělili do 3 experimentálních skupin. Na každé polovině jsme provedli sagitální osteotomie v Hunsuck-Epkerově modifikaci a fragmenty jsme fixovali pomocí 2.0 Le Forte® minidlah a 8mm dlouhých šroubů (Jeil Medical Corporation, Korea).

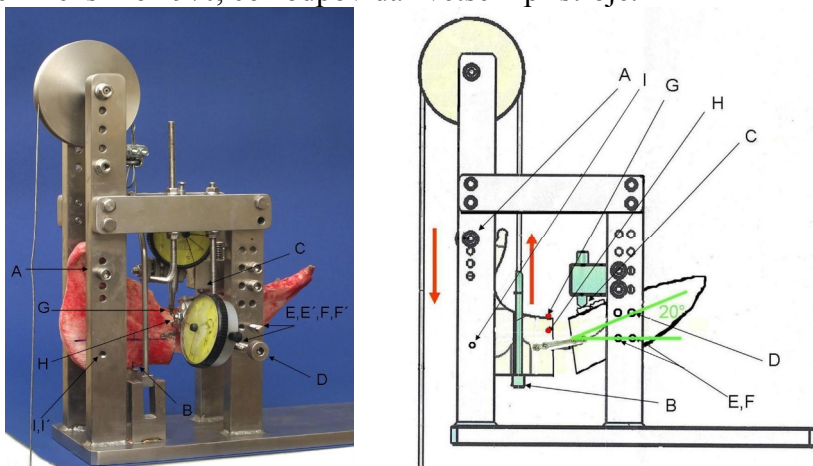
Ve skupině A jsme simulovali prosté předsunutí mandibuly velikosti 10 mm a fixaci pomocí 1 minidlahy. Ve skupině B jsme ozubený segment po předsunutí o 1 cm rotovali o 20° (což odpovídalo anteriorně otevřenému skusu 15 mm) a fixovali opět jednou minidlahou. Ve skupině C jsme provedli stejný posun co do velikosti a směru jako ve skupině B, ale segmenty jsme fixovali dvěma rovnoběžně nad sebou uloženými minidlahami ve vzdálenosti 10 mm. *Obr. 2*



Obr 2: Jednotlivé experimentální skupiny.

K vlastnímu měření jsme použily individuálně navrženou soupravu, vyrobenou ve spolupráci s firmou ProSpon spol. s.r.o. Měřicí souprava se skládala z ocelové horizontální desky, z které vybíhaly 4 vertikální nosné tyče. 2 tyče v dorzální části přístroje nesly kladku sloužící k simulaci pterygomasseterické smyčky. Dále sloužily k fixaci horizontální tyčky, která procházela kondylárním výběžkem mandibuly simulujícím temporomandibulární kloub. Druhé 2 tyče v frontální části přístroje

sloužily k upevnění distálního fragmentu a nesly okluzní zarážku umístěnou v pozici reprezentující první stálý molár, tedy centrum okluzních sil. Vzdálenosti mezi temporomandibulárním kloubem, úponem pterygomasserické smyčky a prvním stálým molárem jsme získali jako průměr vzdáleností naměřených na 30 náhodně vybraných panoramatických snímcích zhotovených u dospělých jedinců bez ortognátní vady, ošetřených na našem pracovišti. Naměřené vzdálenosti jsme zmenšili o 29%, což odpovídá zvětšení přístroje.



Obr. 3: Jednotlivé části měřicí soupravy (popis viz text, šipky naznačují směr působení sil)

Vlastní mandibula byla fixována ve 4 bodech. Obr. 3 Bod A reprezentoval temporomandibulární kloub. Tyčka o průměru 5 mm procházela otvorem provrtaným do kondylárního výběžku mandibuly. Velikost otvoru byla 5mm ve středu a postupně se rozbíhala směrem k mediální a laterální ploše mandibuly. Tvar otvoru tak umožňoval jednak rotaci proximálního segmentu kolem osy tyčky a jednak vychýlení proximálního segmentu laterálně stejně tak, jak je tomu u lidského kloubu.

V bodě B byl kondylární segment mandibuly podepírán ostrým břitem reprezentující pterygomasserickou smyčku, vzdáleným 4 cm od kolmice spuštěné ze středu otvoru pro kloub.

Ozubený segment mandibuly se v bodě C opíral o hrot zarážky v pozici prvního stálého moláru. Vzdálenost zarážky od kolmice spuštěné ze středu otvoru pro kloub byla stanovena na 7.6 cm. Bod D zajišťoval uchycení ozubeného segmentu mandibuly v měřicí soupravě a zároveň

bránil v laterálních pohybech, čímž mu poskytoval oporu, kterou u člověka zajišťuje druhá polovina mandibuly a druhý temporomandibulární kloub.

Po provedení osteotomie byl proximální segment zafixován v soupravě a distální fragment posunut do pozice dané protokolem, kde byl též zafixován a oba segmenty byly spojeny jednou nebo dvěma minidlahami. Vychýlení kostí během navrtávání a fixace miniplatů jsme předcházeli pomocí dalších zarážek v bodech E, E', F, F' na distálním segmentu a též dvou zarážek (I, I') na proximálním segmentu. Před zahájením měření jsme tyto zarážky uvolnili. 2 horizontální tyče v horní části přístroje sloužily k upevnění měřících přístrojů a dále k zajištění pevnosti celé soupravy.

Postupným přidáváním závaží na tyč, která byla přes kladku drátem spojená s břitem reprezentujícím pterygomasseterickou smyčku, jsme simulovali zátěž žvýkácí silou v rozsahu 10-100 N. Na segmentu mandibuly s kondylem ve vzdálenosti 2mm proximálně od linie řezu byly umístěny 2 měřící šrouby. Jeden na nejvyšším bodě těla mandibuly (bod G) sloužící k registraci vertikální výchylky, druhý (bod H) ve vzdálenosti 1 cm od horního okraje mandibuly na laterální ploše sloužící k registraci mediolaterálních výchylek. Pozici šroubů jsme zvolili v místě, ve kterém jsme očekávali největší amplitudu výchylky.

Měření jsme prováděli pomocí měřicího přístroje značky Somet (EN ISO 46325), který měřil odchylky přesností měření na 0,01mm. Velikost výchylky byla odečítána ve vertikálním i horizontálním směru po 1 minutě od přidání každého dalšího závaží. Velikost výchylky 0,01 mm odpovídala v tabulce hodnotě 1. Při měření ve vertikálním směru jsme pozorovali vychylování proximálního segmentu pouze kraniálně. Oproti tomu u měření transversálních pohybů došlo k pohybu segmentu na obě strany. Výchylku laterálně jsme zaznamenávali jako kladnou, mediálně jako zápornou. Naměřené hodnoty byly statisticky vyhodnoceny pomocí Kruskal-Wallisova statistického testu. Hladinu statistické významnosti jsme stanovili na hodnotě $p < 0,05$.

4. Výsledky

Skupina A

Medián výchylky ve vertikálním směru u skupiny A dosahoval hodnoty 0,25 mm při zatížení silou 50N a při zatížení silou 100N 0,41 mm. Medián výchylky v transversálním dosahoval hodnoty -0,02 mm při

zatížení silou 50N a při zátěži o velikosti 100N došlo k pohybu o -0,04 mm. U 7 měření jsme pozorovali výchylku měřícího bodu na proximálním segmentu laterálním směrem, v 11 případech došlo k pohybu mediálně. U dvou měření zůstal měřící bod v mediolaterálním směru zcela bez pohybu.

Medián výsledků ukazuje tabulka (Q3-Q1 udává mezikvartilové rozpětí)

Síla (N)	Vertikální výchylka (0,01mm)	(Q3-Q1)	Transverzální výchylka (0,01mm)	(Q3-Q1)
10	0	(0-0)	0	(0-0)
20	5,5	(9,25-4)	0	(3-(-3,5))
30	15	(21,5-9)	0	(8,75-(-16))
40	19	(37,5-13,75)	-0,5	(12,25-(-19,75))
50	24,5	(43,75-17,75)	-1,5	(13,25-(-23,75))
60	30,5	(50,5-22,5)	-1,5	(18,25-(-26,5))
70	33	(56,5-25)	-2,5	(25-(-29,25))
80	36	(60,5-26,75)	-3,5	(29-(-30,5))
90	38,5	(64,5-29,5)	-3,5	(29,75-(-31))
100	40,5	(69,25-30,5)	-4	(39,5-(-30,5))

Skupina B

Medián výchylky ve vertikálním směru u skupiny B dosahoval průměrně hodnoty 0,28 mm při zatížení silou 50N a při zatížení 100N dosáhl hodnoty 0,43 mm. Medián výchylky v transversálním směru dosahoval 0 mm při zatížení silou 50N a při zatížení 100N došlo k pohybu o 0,04 mm. U 7 měření jsme pozorovali výchylku měřícího bodu na proximálním segmentu laterálním směrem, v 8 případech došlo k pohybu mediálně. U dvou měření zůstal měřící bod v mediolaterálním směru zcela bez pohybu.

Medián výsledků ukazuje tabulka (Q3-Q1 udává mezikvartilové rozpětí)

Síla (N)	Vertikální výchylka (0,01mm)	(Q3-Q1)	Transverzální výchylka (0,01mm)	(Q3-Q1)
10	0	(0-0)	0	(0-0)
20	6	(11-5)	0	(0-(-1))
30	18	(19-13)	0	(1-(-1))
40	25	(29-20)	0	(2-(-3))
50	28	(37-22)	0	(3-(-14))
60	33	(41-22)	1	(5-(-16))
70	36	(44-24)	2	(7-(-18))
80	38	(47-27)	4	(10-(-19))
90	40	(49-28)	3	(11-(-20))
100	43	(51-30)	4	(14-(-19))

Skupina C

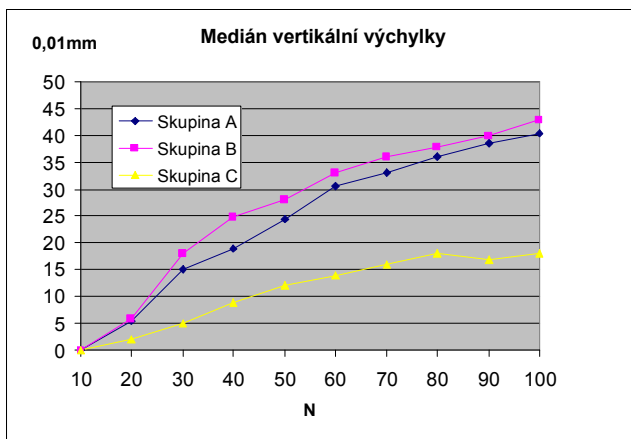
Medián výchylky ve vertikálním směru u skupiny C dosahoval hodnoty 0,12 mm při zatížení silou 50N a při zatížení 100N došlo k pohybu o 0,18 mm. Medián výchylky v transverzálním směru dosahoval hodnoty -0,01 mm při zatížení silou 50N a při zatížení 100N došlo k průměrně k pohybu -0,02 mm. U 6 měření jsme pozorovali výchylku měřicího bodu na proximálním segmentu laterálním směrem, v 9 případech došlo k pohybu mediálně. U dvou měření zůstal měřící bod v mediolaterálním směru zcela bez pohybu.

Medián výsledků ukazuje tabulka (Q3-Q1 udává mezikvartilové rozpětí)

Síla (N)	Vertikální výchylka (0,01mm)	(Q3-Q1)	Transverzální výchylka (0,01mm)	(Q3-Q1)
10	0	(0-0)	0	(0-0)
20	2	(4-1)	0	(2-(-1))
30	5	(9-2)	0	(2-(-13))
40	9	(12-3)	-1	(5-(-21))
50	12	(18-4)	-1	(9-(-24))
60	14	(20-5)	-1	(11-(-27))
70	16	(21-6)	-1	(13-(-31))
80	18	(22-7)	-2	(14-(-37))
90	17	(25-8)	-2	(16-(-41))
100	18	(28-9)	-2	(17-(-44))

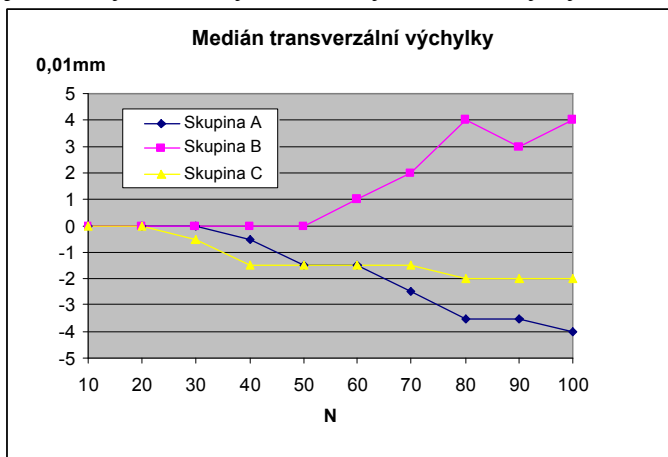
Porovnání skupin

Po zpracování výsledků statisticky jsme zjistili, že skupina A a skupina B vykazovala statisticky signifikantně nižší stabilitu ve vertikálním směru než skupina C. Hladina statistické signifikance byla menší než 0.01. Rozdíly mezi skupinou A a B ve vertikálním směru nebyly statisticky signifikantní. Graf 1



Graf 1: Medián vertikální výchylky

Souhrnný graf hodnot výchylek v transversálním směru ukazuje, že 2 minidlahy jsou v transversálním směru výrazně více stabilní, než minidlahy jedna. Tyto rozdíly však nebyli statisticky významné. Graf 2



Graf 2: Medián transversální výchylky

5. Diskuse

Pevnost fixačního materiálu byla na polovinách zvířecích dolních čelistí ověřována již opakovaně, nikdy však nebyl použit posun CCW.

Hodnotu rozsahu zátěže jsme stanovili dle studií popisujících velikosti žvýkacích sil v prvních 6 pooperačních týdnech. Maurer et al. uvádějí hodnotu 63+/-43 N [7]. Naše testovací síla dosahovala 100N.

Velikost posunu ozubeného segmentu mandibuly o 10mm simuloval

velké až extrémní posuny. Rotace ozubeného segmentu byla 20°. Tak výraznou rotaci jsme zvolili proto, abychom zjistili, zda změna úhlu distálního segmentu povede k signifikantnímu rozdílu v primární stabilitě.

Výsledky při základním otestování Kolmogorov-Smirnovým testem vykazovali statisticky nenormální rozložení hodnot. Jednotlivé skupiny se vzájemně neovlivňovali, a proto jsme k vyhodnocení výsledků použili Kruskal-Wallisův statistický test.

Použití jednoho nebo dvou miniplate bilaterálně k fixaci segmentů mandibuly po sagitální osteotomii je rozšířenou metodou. Maurer et al. [7] metodou konečných prvků dokázali, že 1 minidlahy na každé straně mandibuly zajišťuje dostatečnou pevnost spojení fragmentů v časně pooperační době, ale jejich model simuloval umístění minidlah na *linea obliqua* mandibuly bez jakéhokoliv posunu. Oproti tomu Chuong [8] na modelu mandibulárního předsunu zdůraznil nedostatečnou pevnost monokortikálních šroubů průměru 1,1mm a délky 5mm fixujících minidlahu jak vůči horizontálním silám způsobujícím ohýbání dlahy, tak torzním silám způsobujícím uvolnění šroubku. Některé velké klinické studie [9] dokumentují dostatečnou stabilitu při použití jedné minidlahy u mandibulárního předsunu. Na druhou stranu jiné upozorňují na zvýšené riziko relapsu v případě posunů větších než 7mm a v případě CCW rotace distálního segmentu [5].

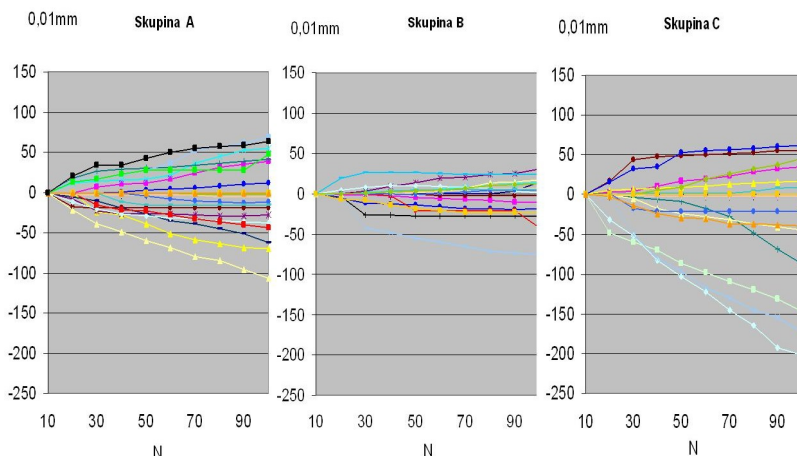
V naší studii jsme porovnávali mechanickou odolnost fixace fragmentů mandibuly po předsunu s a bez CCW rotace ozubeného segmentu. Zásadní inovaci v našem modelu vidíme v semirigním umístění mandibuly v místě kloubu, které dokázalo simulovat také jiné než pouze šarnýrové pohyby, což lépe napodobuje klinickou situaci.

Dokázali jsme, že použití 2 minidlah výrazně zvyšuje odolnost vůči silám působícím ve vertikálním směru. Neprokázali jsme, že vertikální výchylka při použití jedné minidlahy je přímou příčinou nižší stability CCW rotace. Přesto může být použití 2 minidlah, a tak zvýšení mechanické stability výhodou u velkých posunů ozubeného segmentu.

V naší studii jsme fragmenty zatěžovali pouze ve vertikálním směru, přesto jsme pozorovali výchylky laterálním nebo mediálním směrem. Tento fakt můžeme vysvětlit pravděpodobnou přítomností velmi malé disparalility mezi vertikální osou větve mandibuly a ocelovým lanem, ke které došlo během umísťování mandibuly do měřicí soupravy. Síla přenášená na mandibulu tak mohla způsobit i mediální nebo laterální

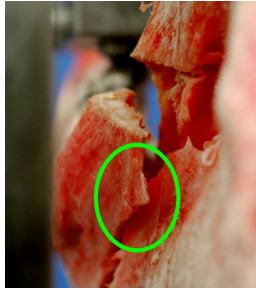
výchylku kondylu. Tento stav odpovídá klinické situaci, neboť síly působící na mandibulu při žvýkání také nejsou pouze přesně vertikální, a proto musí být osteosyntetický materiál dostatečně odolný i vůči torzním silám. Transversální výchylky jsme pozorovali jak u mandibulárního předsunu, tak u mandibulárního předsunu s CCW rotací. Při použití 2 minidlah byl medián vychýlení kondylu menší než při použití 1 minidlahy, tyto výsledky však nebyly statisticky signifikantní. Při podrobném rozboru jednotlivých měření jsme si všimli tří měření ve skupině C, u kterých došlo k extrémní transversální dislokaci. Výchylku podobné velikosti jsme ve skupině A a B nepozorovali. S největší pravděpodobností došlo při fixaci druhé minidlahy k větší mediální výchylce proximálního segmentu, která byla během zátěže jen zvýrazněna. Zvýšení stability v transversálním směru je zásadní pro snížení rizika dlouhodobého relapsu [5,10].

Dále jsme ve skupině B v 52% měření našli na určité hladině zatížení (různé pro jednotlivá měření) zastavení transversálního pohybu kondylárního segmentu. Stejný jev jsme pozorovali ve skupině C v 22%, ve skupině A k němu nedošlo. Graf 3



Graf 3: Hodnoty jednotlivých měření.

U odpovídajících měření jsme pak našli na mediální straně mandibuly v oblasti přibližně 1cm pod lingulou kontaktní bod mezi oběma segmenty. Obr. 4



Obr. 4: Kontaktní bod cca 1 cm pod lingulou

Plooijs et al. [11] popisují na základě 3D modelů získaných z pooperačních CB-CT pacientů s BSSO různé typy lingválního rozlomení mandibuly. Z jeho studie je zřejmé, že průběh lomné linie na lingvální straně lze u konkrétního pacienta těžko předpovědět. Nemůžeme tedy vyloučit, že v případě linie lomu probíhající skrz mandibulární kanál a CCW rotaci ozubeného segmentu, se dvě původně paralelní hrany lingválního splitu protínají a dochází tak ke vzniku kontaktního bodu způsobujícího laterální extruzi kloubu, která přispívá k dlouhodobému relapsu. V případě, kdy u pacienta riziko interference obou fragmentů předpokládáme, provádíme doplňkovou vertikální osteotomii ozubeného fragmentu hned za posledním přítomným molárem, která pomůže k pasivnímu uložení obou fragmentů [12]. Tuto doplňkovou osteotomii jsme v našem laboratorním pokusu neprováděli. Vzhledem k tomu, že jsme kontaktní bod pozorovali až během zvyšování zátěže, kdy došlo k vertikálnímu vychýlení kondylárního fragmentu, dovolujeme si domnívat se, že vyšší vertikální mechanická stabilita 2 minidlah by mohla snižovat riziko vzniku kontaktního bodu.

I když je zajištění stability fragmentů v časně pooperační době zásadním předpokladem úspěšného hojení, Jagodzinski et al. [13] dokazuje, že určitá forma mikropohybů (0,2-1mm) v linii lomu naopak podporuje tvorbu hypertrofického svalku, což je v ortognátní chirurgii velmi žádoucí. Mikropohyby ale působí prospěšně jen v počáteční fázi hojení, v pozdějších fázích (tj. po 6 týdnech od osteosyntézy) je naopak nutno zlomenině zajistit klid. Za normálních okolností k tomu dochází díky zvyšující se pevnosti hojící se kosti. V případě větších posunů se však doba hojení může prodloužit. Po 6 týdnech od operace začíná pacient standardně jíst tuhou stravu a přestává nosit elastickou mezičelistní fixaci. Žvýkácké síly tak mohou přesáhnout pevnost minidlahy. Pokud v tom případě pacient začne namáhat ještě ne zcela zhojenou osteotomii

plnou silou, dochází ke snížení density/pevnosti novotvořené kosti. Proto je u velkých posunů a u CCW vhodné použití 2 minidlah, které jednoznačně zvyšují pevnost ve vertikálním, nejvíce namáhaném směru.

U pacientů operovaných na našem pracovišti v posledních 10 letech jsme zaznamenali 3 případy selhání fixace z 81 operovaných, kteří podstoupili BSSO předsun s CCW rotací. Všechny tyto 3 případy si vyžádali reoperaci. Oproti tomu z 718 pacientů, kteří podstoupili prostý mandibulární předsun došlo k selhání fixace jen jedenkrát a to v případě velkého posunu bezzubé dolní čelisti prováděné z protetických důvodů.

6. Závěr

Závěrem můžeme shrnout:

1. Změna úhlu distálního segmentu a tedy změna vektoru síly přenášeného na minidlahu není na modelu in vitro, který nezahrnuje působení suprahyoidních svalů, přímou příčinou nižší stability CCW rotace, neboť hodnoty vertikálních výchylek u prostého předsunu a předsunu s CCW rotací byly velmi podobné. Přesto je použití 2 minidlahy vhodné ve všech klinických případech, kdy dochází k většímu posunu fragmentů, očekáváme prodlouženou dobu hojení a potřebujeme tedy zajistit dostatečnou stabilitu i v pozdních fázích vyžrávání kosti.

2. Potvrdili jsme, že fixace 2 minidlahami u mandibulárního předsunu s CCW neutralizuje lépe vertikální pohyby v linii osteotomie.

3. Přítomnost 2 minidlah zvýšila stabilitu v transverzálním směru, ale výsledky nebyly statisticky signifikantní. Zvýšení stability v transverzálním směru je zásadní pro snížení dlouhodobého relapsu.

Na základě výsledků této studie provádíme u všech pacientů s velkým posunem a nebo s CCW rotací mandibuly osteosyntézu 2 minidlahami a nebo pomocí minidlahy a stabilizačního bikortikálního šroubu. Ten zavádíme až po umístění minidlahy, a proto můžeme zajistit pasivní uložení obou fragmentů mandibuly, které je prevencí transverzálního vychýlení kondyly.

K obsáhnutí mnoha dalších faktorů ovlivňujících relaps při léčbě otevřeného skusu je potřeba dalších klinických studií. Jedna z nich využívající i přesnější RTG dokumentaci pomocí CB-CT právě probíhá na našem pracovišti.

7. Použitá literatura

1. Berger J.L., Pangrazio-Kulbersh V., Bacchus S.N., Kaczynski R.: Stability of bilateral sagittal split ramus osteotomy: rigid fixation versus transosseous wiring. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 118: 397-403, 2000.
2. Borstlap W.A., Stoelinga P.J., Hoppenreijns T.J., van't Hof M.A.: Stabilisation of sagittal split advancement osteotomies with miniplates: a prospective, multicentre study with two-year follow-up. Part III--condylar remodelling and resorption. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 33: 649-655, 2004.
3. Champy M., Wilk A., Schnebelen J.M.: Treatment of mandibular fractures by means of osteosynthesis without intermaxillary immobilization according to F.X. Michelet's technic. *Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl.* 63: 339-341, 1975.
4. Kroon F.H., Mathisson M., Cordey J.R., Rahn B.A.: The use of miniplates in mandibular fractures. An in vitro study. *J Craniomaxillofac Surg.* 19: 199-204, 1991.
5. Arnett G.W.: A redefinition of bilateral sagittal osteotomy (BSO) advancement relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 104: 506-515, 1993.
6. Ueki K., Nakagawa K., Takatsuka S., Yamamoto E.: Plate fixation after mandibular osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 30: 490-496, 2001.
7. Maurer P., Knoll W.D., Schubert J.: Comparative evaluation of two osteosynthesis methods on stability following sagittal split ramus osteotomy. *J Craniomaxillofac Surg.* 31: 284-289, 2003.
8. Chuong C.J., Borotikar B., Schwartz-Dabney C., Sinn D.P.: Mechanical characteristics of the mandible after bilateral sagittal split ramus osteotomy: comparing 2 different fixation techniques. *J Oral Maxillofac Surg.* 63: 68-76, 2005.
9. Borstlap W.A., Stoelinga P.J., Hoppenreijns T.J., van't Hof M.A.: Stabilisation of sagittal split advancement osteotomies with miniplates: a prospective, multicentre study with two-year follow-up. Part II. Radiographic parameters. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 33: 535-542, 2004.
10. Nieblerova J., Foltan R., Hanzelka T., Pavlikova G., Vlk M., Klima K., Samsyan L.: Stability of the miniplate osteosynthesis used for sagittal split osteotomy for closing an anterior open bite: an experimental study in mini-pigs. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 41: 482-488, 2012.
11. Plooij J.M., Naphausen M.T., Maal T.J., Xi T., Rangel F.A., Swennen G., de Koning M., Borstlap W.A., Berge S.J.: 3D evaluation of the lingual fracture line after a bilateral sagittal split osteotomy of the mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 38: 1244-1249, 2009.
12. Ellis E., Esmail N.: Malocclusions resulting from loss of fixation after sagittal split ramus osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg.* 67: 2528-2533, 2009.
13. Jagodzinski M., Krettek C.: Effect of mechanical stability on fracture healing--an update. *Injury.* 38 Suppl 1: S3-10, 2007.

Seznam publikací doktoranda:

1. publikace *in extenso*, které jsou podkladem dizertace

a) Časopisy s IF

Nieblerová J., Foltán R., Hanzelka T., Pavlíková G., Vlk M., Klíma K., Samsonyan L. Stability of Osteosynthesis of Sagittal Split Osteotomy used for treatment of anterior open bite – minipigs experimental study. *International Journal of Maxillofacial Surgery* 41: 482–488, 2012. **IF 1,302** (2011)

Foltán R., Hoffmannová J., Pavlíková G., Hanzelka T., Klíma K., Horká E., Adámek S., Šedý J. The influence of orthognatic surgery on ventilation during sleep. *International Journal of Maxillofacial Surgery* 40: 146-149, 2011 **IF 1,302**

Foltan R., Hoffmannova J., Donev F., Vlk M., Sedy J., Kufa R., Bulik O. The impact of Le Fort I advancement and bilateral sagittal split osteotomy setback on ventilation during sleep. *International Journal of Maxillofacial Surgery* 38: 1036-1040, 2009 **IF 1,444**

Foltán R., Pretl M., Donev F., Hoffmannová J., Vlk M., Šonka K. Maxillomandibular advancement v terapii obstrukčního spánkového apnoického syndromu. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie* 68/101: 412-418, 2005 **IF 0.070, Citace 4x**

b) Časopisy s recenzním řízením

Hoffmannová J., Foltán R., Vlk M., Klíma K., Pavlíková G. Factors affecting the stability of bilateral sagittal split osteotomy of a mandible – review. *Prague Medical Report* 109: 284–295, 2008

Foltán R., Pretl M., Donev F., Hoffmannová J., Vlk M., Šonka K., Mazánek J., Rambousek P. Changing of facial skeleton for treatment of obstructive sleep apnoea syndrome. *Prague Medical Report* 106: 149-158, 2005

2. publikace *in extenso* bez vztahu k tématu dizertace

a) Časopisy s IF

Hoffmannova J., Foltan R., Vlk M., Sipos M., Horka E., Pavlikova G., Kufa R., Bulik O., Sedy J. Hemimandibulectomy and therapeutic neck dissection with radiotherapy in the treatment of oral squamous cell carcinoma involving mandible: a critical review of treatment protocol in the years 1994-2004. *International Journal of Maxillofacial Surgery* 39: 561-567, 2010 **IF 1,302**, **Citováno 1x**

Foltan R., Hoffmannova J., Pretl M., Donev F., Vlk M. Genioglossus advancement and hyoid myotomy in treating obstructive sleep apnoea syndrome-A follow-up study. *Journal of Craniomaxillofacial Surgery* 35: 246-251, 2007 **IF 0.955**, **Citováno 7x**

Foltán R., Hoffmannová J., Donev F., Vlk M., Šonka K., Pretl M. Advancement musculus genioglossus a závěs jazyčky v terapii obstrukčního spánkového apnoického syndromu. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie* 69/102: 57-63, 2006 **IF 0.045**, **Citováno 3x**

b) Časopisy s recenzním řízením

Foltán, R., Machač, J., Donev, F., Hoffmannová, J. Použití laryngeální masky k zajištění dýchacích cest u pacientů s kolemčelistním zánětem. *Česká stomatologie* 106: 22-26, 2006

Foltán R., Pavlíková G., Klíma K., Hoffmannová J., Vlk M., Šedý J. Způsob náhrady kostních defektů v implantologii. *Stomatologický občasník (Součást Časopisu České Stomatologické Komory)* 1: 5-8, 2008