

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Bc. Nikola Veselá

**Vliv temporomandibulární dysfunkce na
pozici hlavy**

Diplomová práce

Praha 2023

Autor práce: Bc. Nikola Veselá

Vedoucí práce: doc. PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

Oponent práce: Mgr. Klára Kučerová

Datum obhajoby: 13. 6. 2023

Bibliografický záznam

VESELÁ, Nikola. Vliv temporomandibulární dysfunkce na pozici hlavy. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2023. 88 s., přílohy. Vedoucí diplomové práce doc. PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

Abstrakt

Dysfunkce v temporomandibulárním kloubu se v různém rozsahu objevuje, dle zvolených kritérií, přinejmenším u poloviny světové populace. Pozměněná aferentace z orofaciální oblasti (například v důsledku dysfunkce v temporomandibulárním kloubu) může mít dle výzkumů vliv na postavení hlavy, krční páteře i posturální stabilitu. Avšak problematika vlivu temporomandibulární dysfunkce na pozici hlavy, nebo posturální stabilitu není stále dostatečně probádána a v literatuře se objevují protichůdné názory. Cílem této diplomové práce je odhalit korelaci mezi dysfunkcí v temporomandibulární oblasti a změnami v posturální stabilitě, postavení hlavy a ve vnímání subjektivní zrakové vertikály. V teoretické části budou pomocí rešerše představeny dosavadní poznatky vlivu temporomandibulární oblasti na okolní struktury a držení těla. Cílem praktické části bude zkoumat, jakou měrou a za jaký čas se modulovaná aferentace z orofaciální oblastí projeví na postuře, postavení hlavy a případně i na subjektivním vnímání vertikály. Měření budou probíhat na stabilometrické plošině, pomocí Bucket method a dále pomocí QR kódů a počítačového programu. Výsledky budou statisticky zpracovány, porovnány s výsledky z jiných studií a bude prodiskutováno, zda existuje klinická významnost mezi temporomandibulární dysfunkcí a jejím vlivem na tělo.

Abstract

Dysfunction in the temporomandibular joint appears to varying extents, depending on the chosen criteria, in at least half of the world's population. Altered afferentation from the orofacial area (for example due to dysfunction in the temporomandibular joint) can, according to research, have an effect on the position of the head, cervical spine and postural stability. However, the issue of the influence of temporomandibular dysfunction on head position or postural stability is still not sufficiently explored and conflicting opinions appear in the literature. The aim of this thesis is to reveal the correlation between dysfunction in the temporomandibular region and changes in postural stability, head position and subjective visual vertical. In the theoretical part, the current knowledge of

the influence of the temporomandibular region on the surrounding structures and body posture will be presented using research. The aim of the practical part will be to investigate to what extent and in what time modulated afferentation from the orofacial area will affect the posture, head position and possibly also the subjective perception of the vertical. Measurements will take place on a stabilometric platform, using the Bucket method and further using QR codes and a computer program. The results will be statistically processed, compared with results from other studies, and it will be discussed whether there is a clinical significance between temporomandibular dysfunction and its effect on the body.

Klíčová slova

Temporomandibulární porucha, poloha hlavy, úklon hlavy, subjektivní zraková vertikála, posturální stabilita, skusový blok, okluze, okluzní překážka.

Keywords

Temporomandibular disorder, head position, head tilt, subjective visual vertical, postural stability, occlusal block, occlusion, occlusal interference.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením doc. PhDr. Ondřeje Čakrta, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 14.05.2023

Bc. Nikola Veselá

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. PhDr. Ondřeji Čákrtovi, Ph.D. za všechnu jeho podporu, trpělivost, odborné vedení a velmi cenné rady.

Dále bych ráda poděkovala všem probandům, kteří věnovali značnou chvíli ze svého času a zúčastnili se našeho výzkumu.

Velké díky si zaslouží také má rodina, která mě po celou dobu plně podporovala.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	7
ÚVOD.....	8
1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ	9
1.1 ANATOMIE TEMPOROMANDIBULÁRNÍHO KLOUBU.....	9
1.2 BIOMECHANIKA TEMPOROMANDIBULÁRNÍHO KLOUBU	12
1.3 TEMPOROMANDIBULÁRNÍ DYSFUNKCE	14
1.3.1 Diagnostika a klasifikace temporomandibulárních dysfunkcí	15
1.3.2 Prevalence temporomandibulárních dysfunkcí.....	19
1.3.3 Etiologie temporomandibulárních dysfunkcí.....	20
1.3.4 Klinické příznaky temporomandibulárních dysfunkcí.....	23
1.3.5 Přidružené obtíže při temporomandibulárních dysfunkcích	24
1.4 VLIV TEMPOROMANDIBULÁRNÍHO KLOUBU NA DRŽENÍ TĚLA	26
1.4.1 Vliv temporomandibulární dysfunkce na hlavu a páteř	27
1.4.2 Vliv temporomandibulární dysfunkce na posturální stabilitu.....	32
1.5 SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA.....	35
1.5.1 Měření subjektivní zrakové vertikály	36
1.5.2 Vliv somatosenzorických změn na subjektivní zrakovou vertikálu.....	37
2 CÍLE A HYPOTÉZY	40
3 METODIKA	41
3.1 PRVNÍ ČÁST EXPERIMENTU.....	42
3.1.1 Charakteristika zkoumaného souboru v první části experimentu	42
3.1.2 Metodika měření první části experimentu	42
3.1.3 Analýza dat první části experimentu.....	43
3.2 DRUHÁ ČÁST EXPERIMENTU.....	45
3.2.1 Charakteristika zkoumaného souboru v druhé části experimentu.....	45
3.2.2 Metodika měření druhé části experimentu.....	45
3.2.3 Analýza dat druhé části experimentu.....	50
4 VÝSLEDKY.....	52
4.1 VYHODNOCENÍ PRVNÍ ČÁSTI EXPERIMENTU	52
4.2 VYHODNOCENÍ DRUHÉ ČÁSTI EXPERIMENTU	55
4.2.1 Subjektivní zraková vertikála	55
4.2.2 Pozice hlavy.....	57
5 DISKUZE	60
ZÁVĚR	69
REFERENČNÍ SEZNAM	70
SEZNAM OBRÁZKŮ	83
SEZNAM GRAFŮ	84
SEZNAM TABULEK.....	85
PŘÍLOHY.....	86

SEZNAM ZKRATEK

A-P	anterioposteriorní
CI	konfidenční interval
CNS	centrální nervový systém
COP	působíště reakční síly těla (center of pressure)
DC/TMD	Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders
lig.	ligamentum
m., mm.	musculus, muscoli
M-L	mediolaterální
m. SCM	musculus sternocleidomastoideus
n.	nervus
RDC/TMD	Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders
RTG	rentgen
SVV	subjektivní zraková vertikála (subjective visual vertical)
SHV	subjektivní haptická vertikála (subjective haptical vertical)
TMD	temporomandibulární dysfunkce
TMK	temporomandibulární kloub
UPC	jednostranný zadní zkřížený skus (unilateral posterior crossbite)

ÚVOD

Temporomandibulární kloub je často považován za jeden z nejvytíženějších kloubů v lidském těle. Dysfunkce v temporomandibulárním kloubu se mohou z velké části podílet na snížení kvality života daného jedince, a to z toho důvodu, že se podílí na komunikaci, příjmu potravy a dalších (Velebová, 2006).

Významná část populace své obtíže nezaznamená, a ještě větší skupina se problémy v temporomandibulární oblasti nerozhodne řešit. Pokud však pacient s obtížemi navštíví odborníka, zaměřuje se často hledání příčiny na jiné struktury a na temporomandibulární kloub se zapomíná. Pacienti s obtížemi často navštíví ordinace mnoha specialistů, jako jsou neurologové, ortopedi, otorinolaryngologové, stomatologové, psychiatři a příčina jejich obtíží nemusí být odhalena (Lewit, 2003).

V poslední době však narůstá povědomí, nejen u fyzioterapeutů, o tom, že může existovat spojení dysfunkčního temporomandibulárního kloubu s dalšími segmenty lidského těla, které se navzájem mohou ovlivňovat (Lewit, 2003).

Cílem této diplomové práce je zpracovat teoretické poznatky týkající se temporomandibulárního kloubu, a to jak jeho nejjednodušší anatomie, tak jeho specifické biomechaniky. Shrnout informace ohledně temporomandibulárních poruch, a zejména jejich vliv na postavení nejen krční páteře, ale i na posturální stabilitu, zahrnuta je i část týkající se vnímání subjektivní zrakové vertikály a možnost jejího propojení s temporomandibulárním kloubem.

V praktické části práce byly porovnány výsledky měření a bylo zhodnoceno, zda se u probandů změnila posturální stabilita před intervencí a v jejím průběhu. Dále bylo zanalyzován vliv intervence na pozici hlavy a subjektivní vnímání vertikály. Měření probíhalo před intervencí, během intervence a po jejím odstranění.

1 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

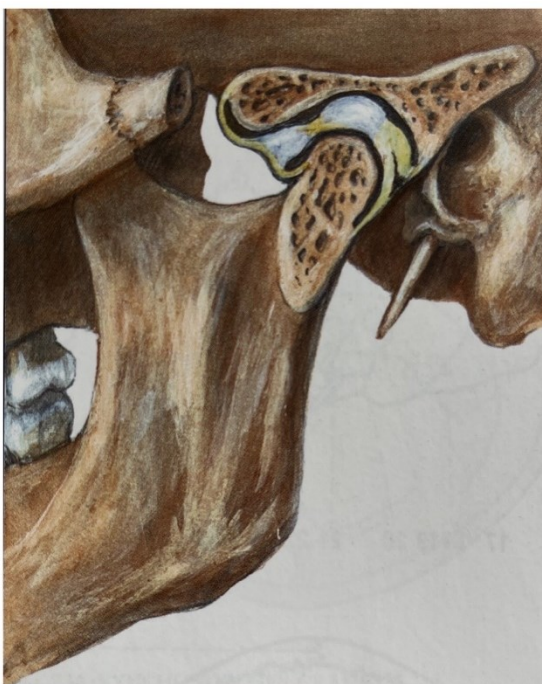
1.1 Anatomie temporomandibulárního kloubu

Temporomandibulární kloub (TMK), *articulatio temporomandibularis*, se řadí mezi nejzatěžovanější a nejsložitější klouby lidského těla. Za den je TMK provedeno zhruba 1500 až 2000 pohybů. Mezi jeho nejdůležitější funkce patří řeč a žvýkání, dále pak polykání, zívání a další (Čihák, 2002), (Velebová, 2006), (Alomar, 2007), (Hlišáková, 2015).

TMK je tzv. ginglymoartrodialním kloubem, ginglymus jakožto válcovitý kloub, který vykonává pohyb dopředu a dozadu, artrodial jako klouzavý pohyb povrchů po sobě. TMK je kloubem bikondylárním a složeným, mezi kloubními plochami je vložen disk (Čihák, 2002), (Alomar, 2007), (Hlišáková, 2015).

Kostní části TMK jsou tvořeny dolní čelistí a kostí spánkovou. Hlavicí je *caput mandibulae*, která je protáhlého elipsoidního tvaru a nasedá na úzký *collum mandibulae*. Společně tvoří tzv. *processus condylaris*. Morfologicky se kondyl se mezi věkovými skupinami i jednotlivci liší. Tyto odchylky jsou důsledkem nejen vývojových variabilit, ale i následkem přizpůsobení se stavu po traumatu, malokluzi a dalším.

Kloubní jamkou je na spánkové kosti *fossa mandibularis* spolu s vpředu umístěným *tuberculum articulare* (viz Obr. 1) (Čihák, 2002), (Alomar, 2007), (Hudák, 2017).

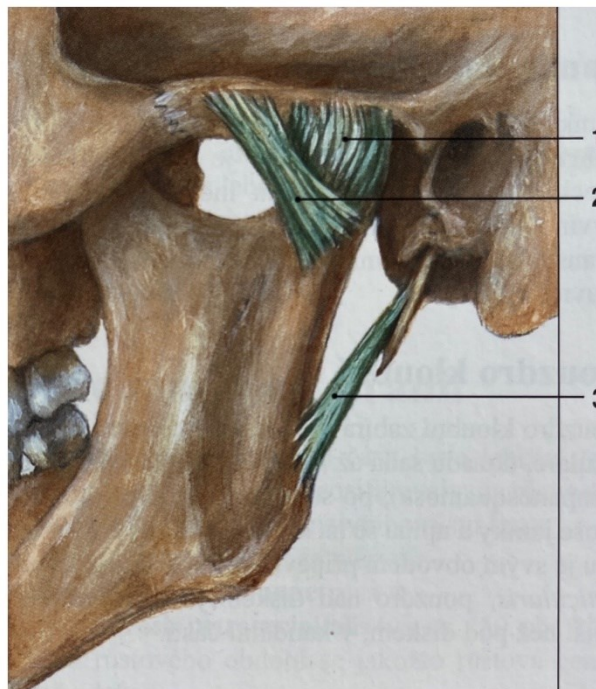


Obr. 1: Anatomie temporomandibulárního kloubu (Čihák, 2002).

Kloubní plochy jsou pokryty vazivovou chrupavkou namísto obvyklé hyalinní, důvodem jsou lepší reparační schopnosti vazivové tkáně a její delší odolnost (Young, 2015).

Kloubní pouzdro tvoří tenký fibrózní obal zcela obklopující TMK. Pouzdro se upíná kolem obvodu kraniální kloubní plochy a kaudálně sahá až na collum mandibulae. Struktura laterální části kloubního pouzdra je vytvořena tak, aby docházelo k funkčnímu omezení rozsahu translačního pohybu kondylu ventrálním směrem. Pouzdro je v laterální části vyztuženo pomocí ligamentum (lig.) laterale, čímž dochází k omezení distrakce a dorzálního posunu kondylu. V anteriorní části kloubního pouzdra se nachází otvor, kterým prochází šlacha m.pterygoideus lateralis, který se upíná na kloubní disk. Dorzální přichycení disku vyrovnává ventrální klidový tah svalu a udržuje tak jeho neutrální pozici. Avšak oslabení ve ventrální části pouzdra může zapříčinit herniaci intraartikulárních tkání a tím i posun disku ventrálně (Alomar, 2007), (Hlišáková, 2015).

Mezi další prvky podílející se na TMK jsou svaly, vazivové struktury a kloubní disk (Hlišáková, 2015).



Obr. 2: Čelistní kloub, ligamenta (Čihák, 2002).

Kloubní vazy omezují rozsah pohybů mandibuly a zpevňují kloubní pouzdro. Nachází se zde lig. mediale, které zesiluje mediální část kloubu a lig. laterale, které přiléhá těsně ke kloubnímu pouzdru. Omezují zejména ventrální a dorzální pohyby kondylu. Lig. sphenomandibulare je na laterální straně spojeno s m. pterygoideus lateralis a není propojeno s kloubním pouzdem. Při pohybech v TMK je pasivní, jeho funkcí je udržovat konstantní napětí při zavírání a otevírání úst. Doplněním ke kloubním vazům je lig. stylomandibulare, je to zesílený vazivový pruh cervikální fascie, který pokrývá mediální část m. pterygoideus medialis. Vaz se nachází mimo samotný TMK. Při otevřených ústech je povoleno, v případě maximální protrakce se napíná (viz Obr. 2) (Čihák, 2002), (Alomar, 2007), (Hlišáková, 2015).

Za pohyby v TMK jsou zodpovědné svaly suprahyoidní a žvýkáci – m. masseter, m. temporalis, m. pterygoideus lateralis a medialis. TMK se pohybuje do deprese a elevace, protrakce a retrakce a do složeného pohybu – lateropulse (Čihák, 2002), (Hlišáková, 2015).

Kloubní disk je považován za nejzásadnější část TMK. Oválný disk tvořený vazivovou chrupavkou je sedlovitě prohnutý, což odpovídá tvaru tuberculum articulare a fovea articularis. Disk je ve svém středu tenčí než po obvodech a umístěn je mezi kondylem a spánkovou kostí. Jelikož disk není zásoben ani cévně ani nervově, odolává vysokým tlakovým silám. Zadní část disku je spojena s retrodiskální tkání neboli Zenkerovým polštářem. Jedná se o pojivovou tkán, která je bohatě zásobena jak cévně, tak nervově a její funkcí je stabilizovat a dodávat disku výživu. Disk je téměř po celém svém obvodu přichycen ke kaudálnější části kloubního pouzdra, v oblasti laterálního a mediálního pólu kondylu je disk přichycen silnými postranními pruhy vaziva přímo na tyto struktury. Tato přichycení disku rozdělují TMK na dvě nekomunikující synoviální dutiny. Přichycený disk se dostává společně s hlavicí kloubu do pohybu a jeho funkcí je tak přizpůsobení se klouzání a kývání mezi kondylem a spánkovou kostí. Probíhá zde pohyb translační a rotační (Čihák, 2002), (Alomar, 2007), (Dauber, 2007), (Hlišáková, 2015), (Kushagra, 2020).

TMK je inervován cestou n. mandibularis (třetí větev n. trigeminu), respektive jeho větvemi, kterými jsou n. auriculotemporalis, anteriorní část pak i n. massetericus a posteriorní n. temporalis (Čihák, 2002), (Hlišáková, 2015).

1.2 Biomechanika temporomandibulárního kloubu

TMK je kloubem bikondylárním, klouby jsou propojeny pomocí corpus mandibulae. Všechny pohyby jsou tak prováděny současně v obou TMK a ovlivněny jsou tak nejen morfologií kostí, svalů, vazů, ale i zubní okluzí. Z toho vyplývá, že jakákoli dysfunkce v dané oblasti se určitým způsobem ukáže i na druhé straně kloubu. TMK, rozdělený diskem, vykonává v každé své části jiný druh pohybu. V horní části kloubu je prováděn pohyb translační (posuvný), hlavice s diskem se spolu posouvají, v dolní části kloubu probíhá pohyb rotační (Alomar, 2007), (Hlišáková, 2015).

Při pohybu čelisti do deprese (otevření úst) dochází k rotaci caput mandibulae v horizontální ose, a to do doby, než se řezáky oddálí zhruba na 1 cm. Následně se hlavice sune po jamce ventrálně a kaudálně. Pokud otevírání úst pokračuje klouže ventrálně i disk, a to do chvíle, než se caput mandibulae zastaví na úrovni tuberculum articulare. Disk se zastaví ve chvíli, kdy dojde k napnutí jeho dorzální části. Deprese mandibuly je prováděna suprahyoidními svaly (m. digastricus, m. mylohyoideus a m. geniohyoideus) a m. pterygoideus lateralis. (Čihák, 2002), (Hlišáková, 2015).

Při elevaci mandibuly (zavření úst) se jako první zasouvá zpět disk a až poté hlavice. Tento pohyb vykonává přední snopec m. temporalis, obě části m. masseter a m. pterygoideus medialis (Čihák, 2002), (Hudák, 2017).

Při pohybu do protrakce dochází k bilaterálnímu translačnímu pohybu, při které se hlavice pohybují ventrálně a kaudálně. Na pohybu se podílejí m. pterygoideus lateralis a medialis. Při retrakci se hlavice pomocí zadního snopce m. temporalis naopak pohybují dorzálně (Hlišáková, 2015), (Hudák, 2017).

Lateropulse je složena z pohybů do protrakce a rotace. Při stranovém pohybu dochází k rotaci mandibuly, na jedné straně dochází k ventrální translaci hlavice s diskem a na straně druhé rotuje hlavice kolem vertikální osy, ta jde prochází hned za hlavicí. Při tomto pohybu pracují m. pterygoideus lateralis a medialis (Čihák, 2002).

Pohyby v TMK jsou vykonávány žvýkacími svaly, ale jsou regulovány a omezovány přilehlými vazy. Na pohybech mandibuly do abdukce se podílejí m. pterygoideus lateralis a muscoli (mm.) suprahyoidei. Pohyb do addukce vykonávají m. temporalis, m. masseter a m. pterygoideus medialis. Retruzi mandibuly vykonává m. temporalis. Protruzi a lateropulze mandibuly má na starost m. pterygoideus medialis et lateralis (Hlišáková, 2015).

Klidové postavení TMK odpovídá situaci, kdy jsou horní zuby od dolních odděleny lehkou mezerou (Čihák, 2002).

TMK a jeho svaly jsou ovlivňovány skusem a interkuspální pozicí, proto při nevhodné okluzi může docházet i k neideální funkci svalů a tím i k negativnímu ovlivnění TMK (Alomar, 2007).

1.3 Temporomandibulární dysfunkce

Historicky bylo pro poruchy v oblasti TMK používáno značně nejednotné názvosloví. V literatuře se objevovaly termíny jako Costenův syndrom, dysfunkční syndrom TMK, myoartropatie TMK, temporomandibulární bolestivý dysfunkční syndrom nebo i okluzomandibulární porucha. Tyto různorodé výrazy byly časem nahrazeny obecnějším termínem kranioandibulární poruchy. V současné literatuře se nejvíce pro danou problematiku vyskytuje souhrnný termín – temporomandibulární dysfunkce (TMD) (Velebová, 2006).

Do obecného termínu TMD jsou zařazeny stavy, které zasahují stomatognátní systém, tedy TMK, svaly žvýkacího aparátu a další související přilehlé kostní a měkké struktury. Tyto stavy způsobují bolesti a dysfunkce zmíněných struktur (Garstka, 2022), (Nota, 2017), (Hlišáková, 2015).

Tuto dysfunkci můžeme definovat jako onemocnění muskuloskeletálního mandibulárního aparátu, pokud je přítomna trojice klinických příznaků (anglicky – sign) – jedná se o bolest TMK, zvukové fenomény a změna pohyblivosti TMK (Zemen, 1999), (Machoň, 2008).

S touto problematikou je spojena také řada subjektivních symptomů (anglicky – symptom), které jsou velmi obtěžující – jedná se o bolesti obličeje, krční páteře, žvýkacích svalů, pocity bolesti v krku nebo bolestivá palpance (Zemen, 1999), (Koh, 2004), (Peñas, 2016).

Celý TMK je ovlivňován značným množstvím vlivů z okolí. Pokud tyto vlivy přesáhnou kompenzační kapacitu kloubu tak, jako důsledek vznikne TMD. Zprvu se objevují patologie funkčního charakteru, které ale mohou progredovat do degenerativních změn, pokud nejsou zavčas léčeny (Velebová, 2006).

TMD se řadí mezi aktuální celosvětovou problematiku, dle druhu studie se prevalence v populaci pohybuje od téměř 30 % až do téměř 90 %. V některých zdrojích je uváděno, že TMD je druhou nejčastější muskuloskeletální obtíží po bolesti spodní části zad (low back pain). Bolestivé TMD snižují kvalitu života jedince, ovlivňují jeho každodenní aktivity i psychosociální fungování (Schiffman, 2014), (Hlišáková, 2012), (Reiter, 2012).

1.3.1 Diagnostika a klasifikace temporomandibulárních dysfunkcí

Pro zachycení a rozřazení TMD se využívá několik screeningových, diagnostických a klasifikačních protokolů.

Jedním ze screeningových protokolů je 3Q/TMD – three screening questions, který je využíván zubními lékaři a byl vytvořen pro větší pravděpodobnost záchytu TMD. Skládá se ze tří otázek, 2 otázky se týkají četnosti bolesti v TMK a 1 otázka se zabývá frekvencí problémů s otevřením nebo zavřením TMK (Lövgren, 2016).

Dalším nástrojem pro diagnostiku a klasifikaci TMD jsou Výzkumná a diagnostická kritéria pro poruchy temporomandibulárního kloubu (RDC/TMD – The Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Joint Disorders) vytvořená roku 1992 (viz níže).

Skupina 1: Svalové poruchy

- Myofasciální bolest
- Myofasciální bolest s omezeným otevíráním

Skupina 2: Dislokace disku

- Dislokace disku s redukcí
- Dislokace disku bez redukce a bez omezeného otevírání
- Dislokace disku bez redukce a s omezeným otevíráním

Skupina 3: Artralgie, artritidy, artrózy

- Artralgie
- Osteoartritida TMK
- Osteoartróza TMK
- (Dworkin a LeResche, 1992).

Součástí tohoto nástroje je Axis I a Axis II. RDC/TMD slouží pro diagnostiku základních TMD, Axis I klasifikuje 3 hlavní – myogenní poruchy TMK, posunutí disku a bolesti kloubu, artritidy. Avšak pro méně se vyskytující formy a patologie (trauma, polyartritida a další) je nedostatečný. V Axis II jsou zařazeny aspekty psychosociální (Manfredini, 2006), (Reiter, 2012), (Peñas, 2016).

Novějším nástrojem pro diagnostiku TMD ve výzkumném i klinickém prostředí je protokol Diagnostická kritéria pro temporomandibulární poruchy (DC/TMD – The Diagnostic Criteria for TMD). DC/TMD obsahuje také Axis I a Axis II. Axis I. je validním screeningovým nástrojem pro odhalení jakékoli TMD, která je spojená s bolestí a pro jednu nitrokloubní TMD. Axis II zůstává shodný s původním RDC/TMD, ale je obohacen o nové postupy, které hodnotí funkci TMK a faktory behaviorální a psychosociální. Dle nástroje DC/TMD rozdělujeme TMD na 4 hlavní skupiny – Poruchy temporomandibulárního kloubu, poruchy žvýkacích svalů, bolesti hlavy a přidružené struktury, ty jsou dále rozčleněny na více podskupin (viz Příloha 2) (Schiffman, 2014).

V klinických studiích je využívána také klasifikace Americké akademie orofaciální bolesti (AAOP – American Academy of Orofacial Pain) z roku 1993 (Peñas, 2016). AAOP vytvořila klasifikační systém, který rozděluje TMD na dvě část – poruchy žvýkacích svalů a poruchy anatomického původu (problém kloubních ploch). Při rozpoznání, zda je bolest původu myogenního, nebo intraartikulárního, může lékař lépe doporučit léčebný postup (Buescher, 2007).

Dle Machoně (2008) můžeme TMD dělit na onemocnění extrakapsulární a intrakapsulární, zánětlivá a degenerativní, dále na poruchy hybnosti a zvláště se řadí TMD vzniklé z traumat, nádorů a vrozených vývojových vad:

1.3.1.1 Extrakapsulární poruchy

Extrakapsulární poruchy zasahují struktury mimo kloub, tedy žvýkací svaly a ligamenta. Na vzniku se nejvíce podílí psychosociální faktory s navazujícími parafunkčními pohyby. Typickým příznakem této skupiny je omezená hybnost v kloubu a bolest. Bolest je v tomto případě obvykle výraznější než u ostatních druhů TMD, z důvodu většího zastoupení psychické složky. Jedinci s psychickými obtížemi mívají menší schopnost adaptovat se na bolest. Při diferenciální diagnostice je vhodné zaměřit se i na možnost přenesené bolesti z jiných částí těla (Machoně, 2008).

Dělení extrakapsulárních poruch dle Machoně (2008):

- Lokální svalové bolesti
- Myofasciální dysfunkční syndrom
- Svalové spazmy
- Svalové kontraktury
- Myositidy
- Fibromyalgie

1.3.1.2 Intrakapsulární poruchy

Nejčastější intrakapsulární poruchou je porucha komplexu kondyl-disk, který vzniká z důvodu změněného tvaru nebo pozměněné polohy kloubního disku. V mnoha případech je komplikací tohoto druhu TMD zánět, který doprovází velká bolestivost. Odhadem se v populaci vyskytuje 33-38 % lidí s diskopatií (Machoň, 2008), (Hanáková, 2005).

Ke změně tvaru kloubního disku dochází při degenerativním onemocnění, nebo při dislokování kloubního disku. Kloubní disk se nejčastěji prodlouží a ztenčí se jeho středová část, k tomu dochází při nadměrném zatěžování kloubu v pozici zavřených úst s kontaktem zubů. Druhou možností je perforace disku způsobená nadměrných a stálým tlakem, doprovázena je zvukovými fenomény (Ivkovic, 2018), (Machoň, 2008).

Při změně polohy disku dochází nejčastěji k jeho dislokaci, vysunutí disku do nefyziologické pozice, která může být následně reponována, nebo ne. Dále může dojít k adhezi, kdy disk přilne ke hlavici či jamce kloubu a dojde tím k jeho nepohyblivosti (Machoň, 2008).

K dislokaci disku může dojít anterio-posteriorním i medio-laterálním směrem, nejčastěji však dochází k posunu anteriornímu, nejméně často k posteriornímu. Posouvá se také retrodiskální tkáň, která je tak vsunuta nad kloubní hlavici a vystavena nadměrnému tlaku. Tento stav může způsobit bolest, zánět či degenerativní změny. Dalším důsledkem anteriorní polohy disku je změna pohyblivosti TMK a zvukové fenomény. Během dislokace disku může a nemusí dojít k repozici. Při dislokaci disku s repozicí je otevírání úst doprovázeno fenoménem lupnutí a rozsah pohybu není omezen, ale pohyb nemusí být plynulý. U stavů bez repozice je disk trvale v pozici před kloubní hlavici a dochází tím k jeho deformaci a pohyb v TMK je omezen (Machoň, 2008), (Young, 2015), (Ivkovic, 2018).

Při adhezi dojde k fixaci disku ke kloubní hlavici nebo jamce, kvůli srůstům mezi těmito strukturami. Adheze disku, přechodné i trvalé, nastávají často u pacientů s parafunkčními pohyby. Pacient s přechodnou adhezí disku má omezenou pohyblivost TMK hlavně ráno, postupně během dne se hybnost zlepšuje, až se vrátí zcela do normálu. Naopak u trvalé adheze je omezení pohyblivosti TMK stálé. Příčinou adhezí jsou změny v intraartikulárním tlaku nebo složení nitrokloubní tekutiny. Pokud spolu s adhezí disku dojde k jeho posteriorní dislokaci, při otevření úst se hlavice vysune dopředu a disk zůstává vzadu fixován a brání v následném zavření, či dovření úst, otevření je neomezené (Machoň, 2008).

1.3.1.3 Zánětlivé a degenerativní poruchy

Příčinou vzniku artritického onemocnění kloubu je makro-, či mikrotraumatizace tkáně. V důsledku toho je drážděna synoviální tkáň, je pozměněno složení nitrokloubní tekutiny a zvýší se vyplavování cytokinů, které následně dráždí volná nervová zakončení v retrodiskální tkáni a v synovii (Machoň, 2008).

Pro zánět kloubu je typický omezený rozsah pohybu, bolest, případně zčervenání a otok dané oblasti. Zvukové fenomény ve formě krepitací se objevují pouze u chronických zánětů, které jsou doprovázeny degenerativními změnami (Machoň, 2008).

Při degenerativním procesu se snižuje odolnost kloubní chrupavky, v důsledku rozkladu molekul proteoglykanů, dále dochází k jejímu rozvolnění a postupné ztrátě, následně jsou narušeny a deformovány i samotné kloubní plochy. Na kloubní hlavici se tvoří subchondrální cysty a exostózy. Těmto patologickým procesům předchází diskopatie, trauma, nebo zánětlivé onemocnění. Artrotické onemocnění většinou nedoprovází bolest (pokud zrovna není přítomná i zánětlivá složka onemocnění), ale spíše krepitace, pocity ztuhlosti kloubu, omezené otevírání úst spolu s deviacemi mandibuly (Machoň, 2008).

1.3.1.4 Poruchy hybnosti

Rozsah pro fyziologicky pohyblivý TMK je dán rozsah 30-50 mm pro otevření úst. Poruchy hybnosti TMK můžeme rozdělit na stavy hypomobilní a hypermobilní. Hypomobilitou nazýváme všechny stavy, kdy je nemožnost otevřít ústa na více než 30 mm. Do hypomobilních stavů spadají TMD jako jsou například zánětlivá a degenerativní onemocnění, adherovaný, nebo dislokovaný kloubní disk bez repozice, dále sem také patří ankylózy a pseudoankylózy TMK (Velebová, 2006), (Machoň, 2008).

Naopak hypermobilita je stav, kdy se při otevírání úst kloubní hlavice dostává za anatomickou hranici úponu kloubního pouzdra na spánkové kosti. Při subluxaci dojde na konci pohybu k fenoménu lupnutí a deviaci mandibuly na kontralaterální stranu. Kloubní hlavice se poté při zavírání úst spontánně vrací do své fyziologické pozice. Při luxaci ale hlavice zůstává v abnormálním, bolestivém postavení a znemožňuje tak spontánní zavření úst (Machoň, 2008).

1.3.2 Prevalence temporomandibulárních dysfunkcí

V literatuře se prevalence TMD velice liší, je to způsobeno zejména různě zvolenými diagnostickými kritérii, odlišnosti se také objevují podle druhu studie, a i dle zkoumané populace (Girouard, 2020).

V epidemiologických studiích bylo zjištěno, že zhruba 33 % populace má alespoň jeden ze subjektivních symptomů, ale až 75 % jedinců má minimálně jeden ze tří klinických příznaků značící dysfunkci TMK (Koh, 2004).

Dle Hlišákové (2012) se objevují problémy s TMK u více jak 40 % jedinců. Z vyšetření je u 56 % populace rozpoznán alespoň jeden klinický příznak.

Dle studie zkoumající prevalenci TMD v Brazílii, která používala klasifikační nástroj RDC/TMD Axis II se bolest TMK v různém rozsahu objevuje u více než 35 % populace. U 5 % z nich docházelo kvůli bolestem k významné limitaci (Progianti, 2015).

Jiný zdroj uvádí, že bolest TMK se vyskytuje u 10 % dospělých jedinců, pokud se však pracuje se všemi subjektivními symptomy TMD, tak se jedná až o 50 % dospělých (Lövgren, 2016).

Dále bylo zjištěno, že myogenní podtyp TMD se objevuje téměř z 90 %, oproti tomu artrogenní TMD a patologie disku zhruba v rozsahu 26–43 % (Girouard, 2020).

Pokud je populace zkoumána pomocí zobrazovacích metod, například RTG, jsou popisovány artrotické změny u téměř 15 až 45 % populace. Toto procento však nijak u těchto druhů studií neodhaluje skutečné množství jedinců, kteří by udávali nějaké klinické příznaky (Poveda Roda, 2007).

I přes velký výskyt dané problematiky v populaci, vyzoruje své obtíže jen zhruba ¼ jedinců. A dle statistiky se asi jen 5-20 % pacientů rozhodne vyhledat pomoc odborníka a problém dále řešit (Velebová, 2006), (Hlišáková, 2012).

Problematika se objevuje nejčastěji ve věkové skupině 20–45 let, v seniorském věku se poté objevují zejména degenerativní změny v TMK (Peñas, 2016).

TMD se vyskytuje více u žen. V literatuře se však značně liší poměr o kolik jsou ženy náchylnější k TMD oproti mužům. Poměr žen s TMD vůči mužům s TMD je udáván od 1,5:1 až po 6:1. Tento rozdíl může být vysvětlen nejen anatomickými, psychologickými a hormonálními faktory, ale také tím, že ženy dbají o svoje zdraví více (Velebová, 2006), (Fichera, 2020).

1.3.3 Etiologie temporomandibulárních dysfunkcí

Již na konci 60. let minulého století se objevila myšlenka, že dysfunkce TMK jsou způsobeny vícero důvody. Do současnosti je brána příčina vzniku TMD za multifaktoriální, na problematice se pravděpodobně podílí faktory anatomické, traumatické, patofyziologické, psychosociální a další (Machoň, 2008), (Poveda Roda, 2007).

Mezi faktory anatomické se řadí změny kraniofaciální morfologie (různé tvary kloubní jamky a výběžku), anatomické anomálie, či poruchy chrupu (Machoň, 2008).

Mezi další možné anatomické faktory podílející se na vzniku TMD je zařazena také okluze. Mezi okluzní změny patří zkřížený nebo otevřený skus, úhlová malokluze, předkus, nebo okluzní překážka (Michalowicz, 2000).

V minulosti původně stomatologové předpokládali, že okluzní interference jsou primárním faktorem pro vznik TMD. V literatuře se setkáváme se studii, které dle svých výsledků vliv změněné okluze na vznik TMD podporují, jiní autoři přisuzují změnu okluze jakožto následek již dříve vzniklé TMD. Nalézáme také články, kde hodnotí, že ani extrémní hodnoty předkusu, či podkusu nefigurují jakožto rizikový faktor pro vytvoření TMD, případně považují tuto možnost za velmi málo pravděpodobnou. Někteří autoři našli korelaci mezi vznikem TMD a jen některými druhy skusu (Chang, 2018), (Michalowicz, 2000).

Traumatickým rizikovým faktorem je akutní trauma jakékoli části kraniomandibulárního aparátu (úder, náraz, extrémní deprese mandibuly, prudký skus). Důsledkem může dojít k fraktuře s poškozením intraartikulárních měkkých tkání s následným zakrvácením a zánětem. Vnější traumatizace doprovázená změnami funkce snižuje adaptační schopnosti tkáně. V důsledku tohoto mechanismu se porucha v TMK nemusí projevit ihned, ale až s odstupem i několika let (Chang, 2018), (Hlišáková, 2012), (Machoň, 2008).

Při opakovaném dlouhodobém přetěžování TMK parafunkčními pohyby, kterými jsou bruxismus, zatínání zubů, kousání rtů, atypické pohyby mandibuly, nebo její atypické držení, nebo zvýšením tlakem v kloubu může docházet k mikrotraumatizaci intraartikulárních struktur s následným vytvořením bolestivých spasmů (Chang, 2018), (Machoň, 2008). V literatuře panuje rozpor, zda je spánkový bruxismus fyziologickým, nebo patologickým jevem, a zda může hrát roli ve vzniku TMD (Chang, 2018).

Mezi patofyziologické příčiny vzniku TMD se řadí systémová onemocnění odrážející se i v oblasti TMK, tedy onemocnění endokrinní, infekční nebo revmatoidní povahy, z nich je nejčastější revmatoidní onemocnění, které je spojené s degenerativními procesy v TMK (Machoň, 2008).

U vzniku TMD se ukazuje také vliv pohlaví nebo věku, s kterým se pojí degenerativní onemocnění TMK. S degenerativními procesy v TMK se pojí také změna vlastností extracelulární matrix, ta se podílí na hladkém průběhu složitých pohybů, které v kloubu probíhají. Při degeneraci TMK může dojít k jeho remodelaci, oděrům a dalším poškozením s následnými sekundárními zánětlivými procesy (Chang, 2018), (Hlišáková, 2012), (Machoň, 2008).

V literatuře jsou dále udávány genetické faktory, jakožto jedna z možných příčin vzniku TMD, avšak dle výzkumu Michalowicze (2000), který se dotazoval téměř 500 dvojčat, neexistuje žádná souvislost mezi přítomností klinických příznaků TMD a rodinným prostředím nebo genetickými faktory (Poveda Roda, 2007).

Dalším možným rizikovým faktorem pro vznik TMD je hyperlaxita měkkých tkání. Dle výzkumů byla u pacientů s TMD častěji zjištěna jak celková, tak lokální hypermobilita, oproti kontrolní zdravé skupině. U pacientů s hyperlaxitou se vyskytují recidivující luxace TMK. Avšak i u tohoto potenciálně rizikového faktoru existují studie, kdy korelace mezi vznikem TMD a hyperlaxitou potvrzena nebyla (Poveda Roda, 2007).

Na vzniku TMD se podílí i neideální postavení hlavy a krční páteře vůči tělu, posturální dysbalance a dysfunkční opěrné zóny těla, čímž dochází k funkčnímu přetěžování TMK (Ekici, 2021), (Hlišáková, 2012).

Mezi nejčastější faktory se řadí psychosociální činitelé, jako deprese, či stres, zejména dlouhodobý (Hlišáková, 2012), (Machoň, 2008).

Z důvodu stresu (psychický, emoční) a dalších výše zmíněných příčin dochází ke zvýšenému tonu svalů hlavy a krku, a tedy i k nadměrné aktivitě a zvýšenému napětí svalů žvýkacích. Následkem větší aktivity těchto svalů se objevují křeče či parafunkční pohyby. Tyto dysfunkční pohyby následně způsobují přetěžování, mikrotraumatizaci až vznik osteoartritických změn v TMK, čímž může dojít k rozvoji TMD (Poveda Roda, 2007), (Machoň, 2008), (Hlišáková, 2012).

V literatuře se také udává, že existuje vztah mezi vznikem TMD a intubací, komplikovaným hojením po traumatu v oblasti čelisti, extrakcí třetích molárů, bezzubými ústy a některé studie, že i postavením jazyky (Ekici, 2021), (Chang, 2018).

Jazylka i přes svou jednoduchou anatomickou strukturu výrazně ovlivňuje biomechaniku stomatognátního systému, je propojena skrze svaly a ligamenta s lebku, krční páteří, mandibulou i hltanem. Vzájemné postavení krční páteře, hlavy a jazyky se z morfologického hlediska může odrážet na dentofaciální oblasti těla, toto postavení je ovlivněno například posunem nitrokloubního disku v TMK. Z výše uvedených důvodů je možné, že dojde k ovlivnění TMK a tím pádem i ke vzniku TMD (Ekici, 2021).

1.3.3.1 Druhy a poruchy skusu

Skus neboli okluze je pojem, který popisuje vzájemný styk horního a dolního oblouku zubů při zavření čelisti. Dle literatury se změna okluze se projeví větší, či menší měrou na remodelaci TMK. Dochází i k opačnému působení, kdy změny TMK ovlivňují stavbu mandibuly (Čihák, 2002).

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, mnoho autorů uvádí mezi možnou příčinou vzniku TMD druh skusu. Avšak v některých vědeckých pracích se uvádí, že druh skusu má na vznik TMD jen malý význam a abnormální skus je spíše důsledkem TMD než její příčinou (Chang, 2018).

Poruchy skusu se řadí do skupiny čelistních anomálií (Urban, 1964). Rozlišujeme několik druhů skusu, a to podle četnosti výskytu (Čihák, 2002).

Nejčastěji se vyskytující skus se nazývá psalidodontie neboli nůžkovitý skus. Při psalidodontickém skusu je skus v normě, ale horní řezáky jsou, při zavření čelisti, mírně před řezáky dolními. Tento typ je nazýván také malokluze I. třídy (Thanathornwong, 2020), (Čihák, 2002).

Labidodontie, skus klešťovitý, patří mezi méně se vyskytující skusy. Je charakterizován přímým dotykem řezacích hran horních a dolních řezáků (Čihák, 2002).

Mezi vzácné druhy skusů patří stegodontie, střechovitý skus, při kterém jdou horní řezáky stříškovitě šikmo před dolní oblouk zubů (Čihák, 2002).

Dalším vzácným skusem je opisthodontie, také nazývána předkus, retrognatismus, či malokluze II. třídy. Při tomto druhu skusu jsou horní řezáky postavené značně před dolními řezáky. Tento skus se objevuje v případě krátké dolní čelisti. Progenie, neboli podkus, prognatismus, malokluze III. třídy, je stav, kdy se horní řezáky staví při zavření čelisti za řezáky dolní. Toto postavení nacházíme u krátké horní čelisti (Thanathornwong, 2020), (Čihák, 2002).

Posledním ze vzácných skusů je hiatodontie, skus otevřený. V tomto případě horní i dolní zuby jdou proti sobě, avšak při plném sevření čelistí k dotyku horních a dolních řezáků nedojde, mezi zuby přetrvává mezera (Čihák, 2002).

Mezi další poruchy skusu patří kromě zkříženého nebo otevřeného skusu, úhlové malokluze, předkusu, nebo podkusu také okluzní překážka. Okluzní interference neboli okluzní (artikulační) překážka představuje poruchu skusu, kdy nelze dosáhnout vyrovnaného a stabilního interkuspidálního kontaktu, v dosažení zabraňuje jakýkoli předčasný zubní kontakt (Francová, 2014), (Michalowicz, 2000).

Mezi okluzní překážky se řadí vysoké výplně zubů, nevhodné zubní náhrady, nebo tvarem vyčnívající zuby (Machoň, 2008). Tento stav se vyskytuje v populaci velice často, okluze v ideálním stavu je spíše výjimečná (Francová, 2014).

Artikulační překážka působí na TMK patologicky, způsobuje jeho mikrotraumatizaci. Velikost působení závisí na vážnosti okluzní překážky, délky jejího působení, množství parafunkčních pohybů a adaptační kapacitě organismu. Vlivem okluzní interference může vzniknout bolest hlavy, psychické napětí, nebo bruxismus (Francová, 2014). Diskutabilní je podíl na vzniku TMD, jak bylo zmíněno v předchozí kapitole.

1.3.4 Klinické příznaky temporomandibulárních dysfunkcí

Mezi již výše zmiňované klinické příznaky, které se u TMD nejčastěji objevují, a zároveň ho definují, patří bolest, změněný rozsah pohybu TMK a zvukové fenomény při pohybech mandibuly (Ekici, 2021).

Bolesti jsou lokalizované v oblasti TMK i jeho okolí, déle ve žvýkacích svalech, uchu, preaurikulární oblasti, spáncích, ale šířit se může i do obou čelistí, krční páteře, či zubů. Samotní pacienti si nejčastěji stěžují na bolesti čelisti, hlavy, obličeje, či ucha. Dále se mohou objevovat obtíže při polykání, případně bolest, nebo citlivost zubů bez zjevného stomatologického důvodu. Tyto obtíže jsou přisuzovány trigger pointům ve žvýkacích svalech a svalech krku. Bolesti hlavy jsou ve studiích uváděny od téměř 68 % až po téměř 80 % pacientů, u bolestí ucha je výskyt dokonce více než 80 % (Velebová, 2006), (Machoň, 2008), (Hlišáková, 2012), (Progianto, 2015), (Chang, 2018), (Ekici, 2021).

Při omezené hybnosti TMK, stejně jako u bolestí v této oblasti, může docházet k problémům s příjmem potravy, artikulací a ústní hygienou, špatně uskutečnitelné je i vyšetření otorinolaryngologické nebo stomatologické. Naopak při nadměrné hybnosti TMK dochází k luxacím spojeným s neschopností ústa opětovně zavřít. Luxace TMK typicky nastane při zívání, či pokusu ukousnout velké sousto potravy (Machoň, 2008), (Hlišáková, 2012), (Ekici, 2021).

Mezi zvukové fenomény doprovázející TMD patří krepitace, lupání, pukání, či skřípání, které většinou ukazují na asymetrii při pohybu v kloubu. Zvukové fenomény způsobují pacientům spíše diskomfort, případe při větší hlasitosti mohou být sociálně obtěžující. Bruxismus ve spánku se objevuje u více než 33 % jedinců, v bdělém stavu u 30 % jedinců (Machoň, 2008), (Hlišáková, 2012), (Progiant, 2015), (Chang, 2018).

1.3.5 Přidružené obtíže při temporomandibulárních dysfunkcích

Z důvodu anatomické blízkosti TMK se strukturami ucha a svaly inervovanými 5. hlavovým nervem se u pacientů s TMD mohou objevit i potíže otologické, mezi které patří tinnitus, vertigo, hyperakuzie, nebo naopak až ztráta sluchu (Garstka, 2022).

Dle teorie tensegritů, pokud nastane změna ve svalovém napětí v jedné části těla dojde k vychýlení z rovnovážného stavu a následně se vytváří kompenzační mechanismy, změna napětí se objeví i u vzdálenějších segmentů, například dojde ke zvýšení svalového napětí v antagonistické svalové skupině. Toto je pravděpodobně důvodem toho, že se u jedinců s TMD často objevují potíže v muskuloskeletálním systému i mimo oblast TMK (Garstka, 2022).

Klinickými testy byl potvrzen vzájemný vztah TMD a dysfunkcí v oblasti krční páteře, stejně tak byla dle klinických studií nalezena souvislost abnormální pozice mandibuly s nesprávným postavením ramen a pánve. Rozdíl u jedinců bez TMD a se simulovanou změnou okluze byl nalezen také v architektuře nohou. Tyto posturální odchylky mohou také zapříčinit přetrvávání těchto kranioandibulárních poruch. Pokud dojde k dysfunkcím v oblasti pánve, sakroiliakálního skloubení a akra dolní končetiny, může tím být výrazně negativně ovlivněna statická rovnováha, na které se tyto segmenty podílí. Tato nerovnováha se poté může ukázat ve vzdálených segmentech, například v TMK (Braun, 1991), (Garstka, 2022).

Z tohoto vyplývá, že by bylo v praxi vhodné kombinovat dentální diagnostiku TMD s vyšetřením krční páteře a držení těla (Silvestrini-Biavati, 2013), (Garstka, 2022).

Část symptomů a přidružených obtíží se časem zlepší i bez léčby, pouze s autoterapií. Pokud úleva nenastane, existují možnosti neinvazivní terapie, fyzioterapeutické techniky, psychologická terapie, relaxační techniky, akupunktura atd. Ve studiích již byl zjištěn vztah mezi ošetřením stomatognátního aparátu a změnou v držení těla. Až při selhání neinvazivní terapie je vhodné sáhnout k metodám invazivním (např. orální dlahování) (Buescher, 2007), (Garstka, 2022).

1.4 Vliv temporomandibulárního kloubu na držení těla

Jak již bylo zmíněno výše, tělesné systémy jsou vzájemně propojeny a patologický stav v jednom systému může mít vliv i na systémy jiné a tím i na vznik dalších poruch (Silvestrini-Biavati, 2013). Na stejném principu funguje kraniomandibulární systém, který pracuje jako jeden celek, jehož části jsou na sobě závislé a které při dysfunkci ovlivňují i jiné segmenty těla (Pradham, 2001). Tato vzájemná propojení jsou vysvětlována neurofyziologickými mechanismy, anatomickou blízkostí daných struktur i funkčním vztahem TMK s cervikální oblastí díky ligamentóznímu a myofasciálnímu aparátu (Silvestrini-Biavati, 2013).

Neurofyziologické mechanismy probíhají mezi orofaciální a krční oblastí prostřednictvím trigeminocervikálního jádra, které nacházíme v úrovni horní krční míchy. V dané oblasti na sebe vzájemně působí aferentní senzitivní vlákna spinálního nervu C1 – C3 a kaudální část spinálního jádra n. trigeminus (Ekici, 2021), (Ambler, 2011). Z literatury je znám trigeminocervikální reflex popisující, že při mechanickém dráždění kůže obličeje, nebo elektrickém dráždění n. trigeminu dochází k modifikaci aktivity žvýkacích svalů a svalů v oblasti krku (Torisu, 2014), (Crăciun, 2022).

Pokud z kraniocervikální oblasti vychází stálá nocicepce, dochází ke zvýšení citlivosti trigeminocervikálního jádra, což má za následek, že i nenociceptivní podněty, například ze žvýkacího aparátu, jsou interpretovány jako nocicepce. Jestliže vychází bolest z orofaciální oblasti inervované n. trigeminus, tak je následně vnímána také v oblasti horní krční páteře inervované horními cervikálními nervy, toto ovlivnění funguje i v opačném případě. Tomuto odpovídá výsledek výzkumu, že významně vyšší prevalence vzniku bolestí krční páteře je u jedinců, kteří trpí kraniomandibulárními bolestmi, a to jak artrogenní, tak myogenní, oproti jedincům bez kraniomandibulárních bolestí (D'Attilio, 2005), (Crăciun, 2022).

Ke stejnému závěru došel ve své studii Torisua (2014). Jeho studie dokázala, že intraorální bolestivý i nebolestivý podnět má schopnost ovlivnit aktivitu svalů krku, což dokazuje klinické propojení trigeminální a cervikální oblasti. Z toho usuzuje, že bolesti vycházející z orofaciální oblasti mění aktivitu svalů hlavy, krku a ramen.

Stejné propojení je popisováno v případě, že došlo ke změně okluze (malokluze, změna pomocí skusové dlahy) s abnormálním postavením mandibuly, dochází tak k modifikaci aferentních informací z mechanoreceptorů periodontálních ligament, proprioreceptorů TMK a žvýkacích svalů. Následně je prostřednictvím n. trigeminus ovlivněn kraniocervikální systém, například se zvýší kontrakce žvýkacích svalů a v důsledku toho nastává nestabilita šije, změna pozice hlavy a případně i celého těla (Pradham, 2001), (Sakaguchi, 2007), (Silvestrini-Biavati, 2013), (Girouard, 2020).

Postavení krční páteře v sagitální rovině zkoumal také Kamal (2019). Probandi po léčbě funkčním twin-block aparátem pro ventrální posun mandibuly vykazovali významný posun v zakřivení krční lordózy a prodloužení mandibulární délky.

Studiemi bylo prokázán i opačný postup a to ten, že držení krku a hlavy ovlivňuje aktivitu TMK a žvýkacích svalů. Změna v držení hlavy v sagitální rovině se promítne do stereotypu zavírání úst i do schopnosti dosáhnout interkuspální pozice (Strini, 2009), (Ekici, 2021), (Garstka, 2022).

1.4.1 Vliv temporomandibulární dysfunkce na hlavu a páteř

Samotný TMK má vliv na stabilitu hlavy, což souvisí s přímým propojením mezi okem a krčními svaly a TMK a krční páteří. Pouze ve chvíli, kdy je vyvážená aktivita TMK může být stabilní i hlava (Orgeret, 2011).

Dle studií bylo prokázáno, že u pacientů s TMD a bez TMD nalezneme rozdíl v anatomických a funkčních parametrech krční páteře. Dochází ke změnám v atlantookcipitálním prostoru, morfometrii krční páteře nebo ve snížení kraniovertebrálního úhlu (Girouard, 2020).

Festa (2003) odhalil výraznou souvislost mezi délkou mandibuly a mírou zakřivení krční lordózy u pacientek s malokluzí II. třídy. Ty ženy, jež měly delší tělo mandibuly, měly také vyrovnanější zakřivení krční lordózy.

Studie porovnávala skupinu s malokluzí, kterou byl jednostranný zkřížený skus (UPC), což je asymetrická změna okluze zapříčiněná abnormálním vztahem horních a dolních bukálních hrbolků na molárech a premolárech, a kontrolní skupinou bez TMD. Ve studii byla nalezena souvislost mezi velikostí deviace spodní čelisti a změnami polohy krčních obratlů, zejména ve frontální rovině. Byla zkoumána pozice obratlů C1, C2 a C3, a to pomocí 3D zobrazovacích metod. Významná polohová odchylka ve frontální rovině byla zaznamenána ve skupině s UPC především u 2. a 3. krčního obratle, které byly více zešíkmené. U skupiny bez UPC nebylo nalezeno žádné latero-laterální vychýlení ve frontální rovině (Cardinal, 2022).

Podle studie zabývající se UPC a jeho vlivu na postavení těla dochází k vychýlení tělesných segmentů ve frontální rovině. Jedinci s UPC měli, podle RTG, klinického vyšetření a palpce, ve frontální rovině asymetrickou krční páteř, častěji sešíkmená ramena a pánev i rozdílnou funkční délku dolních končetin oproti skupině se symetrickým skusem. Nenalezli však žádnou korelaci mezi asymetrií a stranou UPC (Korbmacher, 2007).

Dle studie Saita (2009) docházelo k posturálním odchýlkám v oblasti hlavy (vychýlení doprava), dále v oblasti hrudní i bederní páteře (změna zakřivení v sagitální rovině) a pánve (rotace) u skupiny žen s jednostranným ventrálním posunem disku oproti kontrolní skupině žen bez TMD. Ve studii však nebylo zmíněno, na jaké straně se nachází posun disku.

Studie zkoumající vliv terapeutických okluzních destiček u pacientů s TMD na sagitální postavení hlavy, došla k závěru, že u těchto jedinců dochází ke změně držení hlavy a krku ve směru k ideálu (Strini, 2009).

Ve studii Huggareho (1992) byla porovnávána skupina s TMD před a po ortodontické léčbě se skupinou zdravých probandů. Velká část probandů s TMD měla před léčbou palpační tuhost žvýkacích svalů, TMK a změněnou pozici hlavy, oproti zdravým.

Stejně tak dle výsledků studie Garstky (2022) můžeme pozorovat vliv TMD – posun intraartikulárního disku, na posturální stabilitu a postavení tělesných segmentů. Ve studii nebylo uvedeno, v jakém TMK je disk posunut. Pacienti s TMD vykazovali značné změny v držení těla oproti kontrolní skupině, lišili se v postavení hlavy a pánve a zakřivení páteře ve frontální i sagitální rovině. Avšak když došlo k zajištění hlavice a kondylárního výběžku mandibuly pomocí prozatímní silikonové skusové dlahy došlo k výrazným změnám v držení těla ve vertikále, a to jak ve statické, tak v dynamické poloze.

Naopak u populační studie se vzorkem 703 12letých adolescentů byla zkoumána souvislost mezi posturou a ortodontickými rysy. Tento výzkum však nenalezl žádnou korelaci mezi UCB a úklonem hlavy, nebo celkovou posturou (Perillo, 2008).

V řadě studií jsou porovnávány skupiny osob, které spadají do TMD oproti kontrolním skupinám. Existuje však i řada prací, kde jsou zkoumány zdravé osoby a zvířata. V těchto studiích mají TMD pouze nasimulovanou, a to pomocí dočasných okluzních překážek.

U studií na zdravých probandech patří mezi inkusivní kritéria pro zařazení probanda do studie například: mít v ústech alespoň 28 stálých zubů, nemít žádné parodontální onemocnění a bolesti zubů, nemít za sebou žádné kraniofaciální operace ani traumata. Pokud má proband klinické příznaky, nebo subjektivní známky TMD, tak by měl být ze studie vyloučen (Fink, 2003). Mezi exklusivní kritéria se může řadit těhotenství, nebo léčba TMD v nedávném čase (Saito, 2009).

Studie zkoumala vliv okluze na pozici hlavy pomocí snímání oboustranné aktivity m. masseter, m. temporalis a m. sternocleidomastoideus (SCM). Svalová aktivita m. SCM a síla při maximálním sevření čelisti byla vždy větší, pokud byl skus podpořený okluzní podporou. Při jednostranné 4mm skusové dlaze byla ale rozdílná aktivita m. SCM při zavřených a otevřených očích. Následně bylo zjištěno, že dochází k úklonu hlavy ve směru jednostranné okluzní překážky, větší úklon se objevil při měření bez zrakové kontroly. Byla nalezena také korelace mezi velikostí asymetrické aktivity m. SCM a velikostí úklonu hlavy, z čehož vznikl závěr, že nevyvážená okluze podporuje nerovnováhu v aktivitě m. SCM a následně tím i laterální úklon krku. Pozice hlavy se při klidové pozici čelisti nijak nezměnila (Kibana, 2002).

Ferrario (2003) na 30 zdravých dobrovolnících také zkoumal funkční propojení asymetrické okluze a aktivace m. SCM. Probandi měli na počátku experimentu normální skus a symetrickou aktivitu m. SCM. Při testování jim byla do úst umístěna 200 µm okluzní překážka na moláry a řezáky a byli vždy vyzváni k maximálnímu sevření. Bylo zjištěno, že experimentálně změněná okluze způsobila okamžitou změnu ze symetrické aktivity m. SCM na asymetrickou, čímž byla potvrzena funkční spojitost mezi kraniocervikálním a kraniomandibulárním systémem, avšak nebyla nalezena korelace mezi lokalizací změněného skusu a stranou, kde byla aktivita m. SCM.

Dřívější studie Ferraria (2000) také na 30 zdravých jedincích hledala souvislosti mezi aktivitou m. masseter a přední částí m. temporalis, a to také pomocí experimentálně vytvořeného asymetrického skusu. Do oblasti spodního druhého premoláru a moláru byly umístěny dva 10mm válečky z bavlny a dobrovolník byl vyzván překážku sevřit a poté uvolnit a pomocí elektromyografie byla snímána aktivita zmíněných svalů.

Studie probíhající na 20 zdravých dobrovolnících prověřovala souvislost nejen mezi kraniomandibulárním a kraniocervikálním systémem, ale také mezi vzdálenějším sakroiliakálním skloubením. Probandi byli podrobni bateriím testů na vyšetření pohyblivosti horní krční páteře a sakroiliakálního kloubu. Poté jim byla dle Gerberova testu do úst, do oblasti levých premolárů, vložena 0,9 mm tenká cínová fólie, která sloužila jako okluzní překážka. Probandi byli vyzváni, aby fólii zkousli tak, aby nedošlo k jejímu vyklouznutí, nebyla určena síla maximálního stisku. Výsledkem studie bylo potvrzení předpokladu, že změna skusu může ovlivnit krční páteř a způsobit její dysfunkci a zde byla potvrzena i souvislost se vznikem dysfunkce v sakroiliakálním kloubu. Což je dalším potvrzením toho, že u pacientů s TMD by mělo dojít také k vyšetření nejen krční páteře, ale i dalších tělesných segmentů. A naopak u pacientů s bolestmi v oblasti krku a zad by měl být vyšetřen také TMK (Fink, 2003).

Dle studie, která měla za cíl ověřit, zda se experimentálně jednostranně změněný skus projeví na páteři ve frontální rovině, se tento vztah potvrzuje. Skupina 15 laboratorních potkanů měla týden aplikovaný kompozitní okluzní polštářek v oblasti prvního moláru (vpravo nahoře) s výškou 0,5 mm. Tímto mechanismem byl nasimulován předčasný okluzní kontakt. Druhá skupina 15 laboratorních potkanů byla kontrolní skupinou bez jakékoli intervence. Oběma skupinám byly před zahájením i během experimentu provedeny RTG snímky páteře, a to ve frontální i sagitální rovině (viz Obr. 3) (D'Attilio, 2005).

Jelikož předčasný okluzní kontakt není stabilní, předpokládá se, že si subjekt vytvoří náhradní mechanismus, kterým si zajistí větší stabilitu a to tak, že dojde k deviaci mandibuly na levou, nebo pravou stranu a dojde tím ke zkříženému skusu, který pak dále může mít vliv i na další segmenty. Druhý týden byl experimentální skupině přidán okluzní polštářek i na druhostranný molár, aby došlo k opětovnému srovnání skusu a byl přítomen znovu týden. Po prvním týdnu se u celé experimentální skupiny objevilo skoliotické zakřivení páteře, podobné lidské idiopatické skolióze, nejvýrazněji se změnilo postavení šestého a desátého hrudního obratle. Tato funkční skoliotické zakřivení páteře se vrátil u 83 % subjektů zpět do normy po druhém týdnu, kdy byl skus vyrovnán. Pozorovaná křivka je vysvětlována tím, že došlo k náklonu prvního krčního obratle a tím i k destabilizaci páteře ve vertikálním uspořádání. I přesto, že tento experiment nebyl prováděn na lidech, je předpoklad, že by podobný princip mohl platit i u ostatních obratlovců (D'Attilio, 2005).



Obr. 3: Studie s okluzní překážkou na animálních subjektech (D'Attilio, 2005), A – před experimentem, B – pravostranná okluzní překážka, C – okluzní překážka přidána i vlevo

Studie zkoumající 23 zdravých probandů měla za cíl zjistit, zda se dočasné vložení 4mm okluzního bločku ukáže na postavení páteře ve stoji a při chůzi. Byly nalezeny významné změny při stoji a chůzi v krční, hrudní i bederní oblasti ve všech rovinách (výjimkou byla bederní páteř při chůzi). V krční a hrudní páteři došlo při změně skusu k úklonu doleva, rotaci doprava a záklonu. Při různých umístění skusového bločku (levé/pravé premoláry/přední zuby) se reakce páteře téměř nezměnila, a to jak ve stoji, tak při chůzi. Není tedy možné definovat vztah mezi stranovou přítomností okluzní překážky a stranovou reakcí páteře. Příčinou může být různý věk, pohlaví, počáteční napětí žvýkacích svalů, nebo typ chrupu i každého jedince (Ohlendorf, 2014).

1.4.2 Vliv temporomandibulární dysfunkce na posturální stabilitu

Vzpřímený bipedální stoj je u člověka zajišťován pomocí komplexní neurologického procesu závislého na sensorické zpětné vazbě. V tomto procesu dochází k integraci sensorických vjemů z vestibulárního, vizuálního a somatosenzorického systému. Aby byl vzpřímený stoj neustále udržován, je nutné přicházející informace nepřetržitě vyhodnocovat a posturálně se jim přizpůsobovat. Při posturální nestabilitě dochází k navýšení tělesných oscilací (Ries, 2008), (Girouard, 2020).

V literatuře se setkáváme se závěry, že stomatognátní systém má vliv na cervikální oblast, případně na další části těla, ale jeho vliv na držení celého těla není zcela jasný. I přes dostatečnou existenci studií je jejich nevýhodou, že jsou často prováděny na malých heterogenních skupinách různého věku, různých TMD a pro zaznamenávání posturální stability jsou vybírány různé metody (elektromyografie, posturografické plošiny, fotografie, fyzikální vyšetření atd.). Důsledkem toho je, že v literatuře nacházíme mnoho protichůdných názorů (Perillo, 2008), (Šidlauskienė, 2015), (Cardinal, 2022).

Dle Perinettiho (2013, 2011) neexistuje dostatek kvalitních studií, které by potvrdzovaly klinicky významnou souvislost mezi asymetrickým skusem, polohou mandibuly, TMD a výchyly těla. Klinicky nevýznamný je také vztah mezi aktivitou žvýkacích svalů a svalů v dalších tělesných segmentech, které by měly významný vliv na držení postury.

Ve studii Riese (2008) byla porovnávána skupina zdravých dobrovolníků s těmi s TMD a bylo zkoumáno, zda jedinci s TMD a bolestí v krční oblasti budou vykazovat posturální nestabilitu v důsledku změn v posturálním svalovém řetězci na stabilometrické plošině. Pro tyto účely zaznamenávali index výchylek (sway index), rozsah pohybu COP v anteroposteriorním a mediolaterálním směru a také procentuální rozložení váhy na dolních končetinách. Výsledky ukázali, že skupina s TMD měla menší hodnotu indexu výchylek i mediolaterálních výchylek v klidové pozici mandibuly. Dále došli k závěru, že probandi s TMD mají výrazně větší míru asymetrie v rozložení váhy ve frontální rovině, a to jak v klidové pozici mandibuly, tak při izometrické kontrakci.

Zlepšení držení těla ve vertikále při zajištění TMK skusovou dlahou se potvrdilo ve studii Sakaguchiho (2007). Trajektorie COP byla kratší, pokud probandi drželi centrickou okluzi, tato pozice byla stabilnější, oproti klidové poloze mandibuly, pro hlavu a krk a tím následně i pro stabilitu celého těla. Dle výsledků studie došli také k závěru, že změna pozice mandibuly má vliv na držení těla a tento vliv je i v opačném směru, změna v postavení těla se odrazí i v poloze mandibuly.

Ke podobnému názoru dochází Girouard (2020). V jeho studii byla dokázána existence souvislosti instability s malokluzí. U pacientů s TMD snímal výchylky COP v situaci s jejich přirozeným skusem a poté s vloženou ortotickou dlahou. Hodnoty anterioposteriorních a mediolaterálních výchylek byly větší při přirozeném skusu a stejně tak plocha výchylek a trajektorie COP byla větší, oproti hodnotám s vloženou dlahou. Z výsledků vyplývá, že čím větší je patologie skusu, tím horší je stabilita vzpřímeného stoje. A pokud je vložena do úst stabilizační dlaha, dojde k modifikaci skusu a tím pádem i ke změně přichozích aferentních informací do centrálního nervového systému a tato situace se pak odrazí i na napětí posturálních svalů. Posturální stabilizace TMK je závislá na funkčním propojení systému posturálního a kranio-mandibulárního, toto propojení je u TMD narušeno.

Ze studií však nelze přesně vyvodit co je příčina a co následek, ale lze usoudit, že v globálním kontextu existuje souvislost mezi TMD a posturální stabilitou (Saito, 2009).

Ve výzkumu Ferraria (1996) zkoumaly vliv TMD na posturální oscilace. Fyziologicky jsou větší anteroposteriorní oscilace oproti mediolaterálním, ale u pacientů s TMD by se mohli objevovat oscilace ve frontální rovině asymetricky. Ve studii však nebyl nalezen signifikantní rozdíl mezi skupinou s TMD a tou kontrolní ve výchylkách COP, ani při klidové poloze mandibuly, ani při sevření okluzní překážky. Při podrobnějším zkoumání levé a pravé nohy zvláště bylo zjištěno, že jedna z nohou, bez stranové preference, vykazovala větší oscilace než druhá.

Některé výzkumy poukazují na to, že mírná až střední TMD u mladých zdravých pacientů (průměrný věk 21 let) nemá vliv na posturu jejich těla, naopak u starších osob k této změně může dojít. Z toho usuzují, že léčba mírné až střední TMD by měla být zahájena u daného jedince co nejdříve, aby nedošlo k rozvinutí závažnějších TMD a následně i posturálních odchylek (Ferrario, 1996).

Dle výše zmíněných důvodů je dle literatury vhodné edukovat pacienty, zejména ty, u kterých proběhl stomatologický výkon (zubní náhrady a jiné úpravy), aby nahlásili, pokud se u nich objeví předčasný skus, nebo nepříjemné pocity při skousnutí. Důvodem těchto obtíží by mohl být rozdíl mezi pozicí ve stoje a vsedě. V takových to případech by bylo vhodné vyšetřit nejen okluzi, ale i držení těla vsedě i ve stoji (Sakaguchi, 2007).

1.5 Subjektivní zraková vertikála

Pro bezpečný pohyb a orientaci v prostoru, udržení rovnováhy a veškeré další jednání je nutné přijímat mnoho zpráv, včetně informací o směru gravitace – vertikály (Cuturi, 2017), (Fraser, 2015). Subjektivní vertikála ukazuje, jaká je vnitřní orientace jednotlivce vůči jeho pozici v prostoru vzhledem ke gravitaci (Docherty, 2012). Pro správné vnímání vertikály je potřeba přijmout a zpracovat informace přicházející ze graviceptorů zrakových, vestibulárních a somatosenzorických, jakožto mechanocepce, propiocepce a viscerocepce (Orgeret, 2011), (Bergmann, 2015). Při patologii některého z těchto systémů může dojít k výraznému ovlivnění vnímání SVV (Docherty, 2012).

Při hodnocení subjektivního vnímání vertikály jsou zkoumány 3 její druhy, subjektivní zraková vertikála (SVV), subjektivní haptická vertikála (SHV) a subjektivní posturální vertikála. Každá z těchto částí se vyšetřují odlišně, i přes to, že se v určitých aspektech překrývají, dostáváme tak však doplňující informace (Bergmann, 2015).

Pokusy naznačují, že SVV je více závislé na informacích přicházejících z receptorů o pozici hlavy, naopak SHV odhaduje vertikálu zejména z polohy těla. Propojovacím segmentem se stává krk, respektive propiocepce z jeho polohy, obě modalities si tak informace vzájemně sdílí tzv. nepřímou cestou. Následně se přijaté zprávy integrují a vzniká odhad vertikály (Fraser, 2015).

U zdravých jedinců je určení SVV velmi přesné, udávaná výchylka je maximálně 2° na jednu, či druhou stranu od objektivní vertikály (Heřman, 2022), stejnou průměrnou odchylku zhruba 2° udává Kheradmand (2017). Někteří autoři udávají fyziologickou odchylku i k hodnotám +/- 2,5° (Fukata, 2017), podobnou hodnotu udává také studie na zdravé brazilské populaci, kde se jednalo o průměrnou odchylku 2,6° (Ferreira, 2016). Ve studii testující vnímání SVV pomocí bucket metody v populaci starší 70 let byla za fyziologickou odchylku považována i hodnota 3° (Ferreira, 2016).

Toto však platí při vzpřímeném stoji se vzpřímenou hlavou, pokud dojde k naklonění těla, dochází k menším výchylkám i ve vnímání vertikály a to, jak na stejnou stranu jako je náklon těla, tak i na opačnou. V situaci, kdy se tělo nachází ve vzpřímeném stoji a je ukloněna pouze hlava, odchylky ve vnímání SVV se vyskytují také, což naznačuje vliv úklonu hlavy na změnu ve vnímání vertikály (Fraser, 2015).

V situaci, kdy se jedinec nachází po delší časový úsek v neměnné nakloněné poloze, dochází k postupné adaptaci systému a při odhadu SVV jsou hodnoty blízké k objektivní vertikále. Naopak v situaci, kdy se jedinec právě navrátí z úklonu, tak okamžité hodnoty SVV jsou s větší odchylkou (Schwarz, 2015).

Ve studiích hodnotících SVV pomocí bucket metody nebyl nalezen rozdíl v odchylkách u probandů různého věku nebo pohlaví (Ferreira, 2016).

1.5.1 Měření subjektivní zrakové vertikály

Měření SVV lze provést dvěma způsoby, jednak metodou výběr právě ze dvou alternativ (two-alternative forced choice) nebo metodou průměrné chyby (the method of average error), která je nazývána metodou přizpůsobení (the method of adjustment). Obě metody pracují s klasickým psychofyzickým modelem. A dle studií jsou tyto metody pro měření SVV srovnatelné (Baccini, 2014).

V metodě přizpůsobení jde o to, že je vyšetřovaný požádán, aby nastavil testovací podnět, v tomto případě subjektivní vertikálu, do takové pozice jako je pozice referenčního podnětu, v našem případě objektivní vertikály (Baccini, 2014). Tímto způsobem pracuje bucket metoda.

V metodě výběru právě ze dvou alternativ se pracuje s tím, že si vyšetřovaný vybírá ze dvou alternativních možností. V rámci této metody je vyšetřovanému na okamžik ukázán podnět, který je náhodně odchýlen od objektivní vertikály, následně musí vyšetřovaný určit, zda došlo k vychýlení ve směru hodinových ručiček, nebo proti jejich směru. Postupně se odhad vyšetřovaného zhoršuje, protože se úhel odchýlení od vertikály zmenšuje (Baccini, 2014).

1.5.1.1 Bucket metoda

SVV bucket metoda je jednoduchou metodou pro zhodnocení náklonu SVV využívající speciálně upraveného kyblíku (anglicky bucket). Tato metoda byla popsána v roce 2009 Zwergalem et al., ti porovnávali propracovanou metodu SVV hemispheric dome s výrazně jednodušší SVV bucket test. Dle výsledků zjistili, že druhá zmíněná je dostatečně spolehlivá pro hodnocení SVV a pro svou jednoduchost i finanční nenáročnost vhodná pro zařazení do klinických vyšetření (Zwergal et al., 2009). Opačný názor je uveden ve studii zabývající se porovnáním Bucket metod a Virtual SVV system. Bylo zde dokázané, že technologicky pokročilejší a náročnější metoda má průměrné odchylky významně menší než jednodušší bucket metoda, u které byla chybovost výrazně vyšší. Z toho tak vyplývá, že je pro klinické spíše nevhodná (Michelson, 2018).

Měření probíhá tak, že vyšetřovaný dostane do rukou kyblík a má za úkol srovnat černou čáru na dně kyblíku do vertikální pozice, po celou dobu musí vidět pouze vnitřní stranu kyblíku, aby nebyl ovlivňován okolím. Vyšetřující si následně zaznamená ze stupnice, která je umístěna na vnějším dně kyblíku, výchylku od reálné vertikály. Je nutné zapsat na jakou stranu došlo k vychýlení. Je doporučeno provést měření několikrát (dle literatury nejideálněji pětkrát) a z naměřených hodnot udělat průměr (Heřman, 2022).

1.5.2 Vliv somatosenzorických změn na subjektivní zrakovou vertikálu

Aferentní dráhy přicházející ze somatosenzorického systému přinášejí důležité informace pro SVV. Podíl informací se však mění v souvislosti se zevními podmínkami, pokud je jedinec na pevné podložce a v dobře osvětleném prostoru, spoléhá se ze 70 % na somatosenzorický systém, 20 % na vestibulární a z 10 % na zrakový systém. S nestabilitou plochy se preference získávaných informací mění (Horak, 2006).

Aference poskytuje informace o zevních i vnitřních podnětech, konkrétně o bolesti, tlaku a dotyku, tepu a chladu a také pohybu a poloze těla (Ambler, 2006). Informace přicházejí z exteroceptorů, proprioreceptorů a visceroreceptorů. Exteroceptory zaznamenávají statický a dynamický dotyk a tlak, včetně hlubokého tlaku, změny v protažení kůže, vibrace a chlad. Proprioreceptory vnímají podněty z pohybového aparátu, zejména z jeho hlubších částí. Přijímají informace o změnách polohy a pohybu i o mechanickém dráždění. Aference přichází ze svalů, kloubů i vestibulárního systému. Visceroreceptory se nalézají ve stěnách cév, žláz a vnitřních orgánů. Mezi jejich vlastnosti patří také schopnost vnímat vertikálu (gravicepce). Nociceptory (volná nervová zakončení) registrují informace zejména o bolesti, dále ale také o silném dotyku a vysoké či nízké teplotě (Trousselard, 2004), (Purves, 2004) (Pfeiffer, 2007), (Standring, 2016).

V několika studiích zkoumajících změnu propriocepce u probandů s TMD byl nalezen redukováný polohocit, pohybecit a snížené vnímání síly mandibuly. Avšak velká část zkoumaných studií nenalezla významný rozdíl mezi skupinou s TMD a skupinou kontrolní ve výše zmíněných schopnostech. Příčinou, proč nebyly nalezeny dostatečné důkazy o změnách v propriopecii u TMD může být i ten, že studie byly velice heterogenní nebo neobsahovaly dostatek informací k vyvození takových závěrů (Dinsdale, 2020).

Vnímání proprioceptivních informací může být také ovlivněno chronickou bolestí, která je způsobená TMD. Ve studii bylo zjištěno, že stálá bolest může odvádět pozornost od přijímaných proprioceptivních informací (Higashiyama, 2006).

Dle studií může existovat souvislost mezi určitou bolestí krční oblasti a větší chybovostí ve vnímání vertikály oproti kontrolní skupině bez bolestí. Příčinou může být již výše zmíněná změna důležitosti aferentních propioceptivních informací přicházející z krční páteře, které jsou v této situaci změněny nocicepcí (Grod, 2002), (Bagust, 2005).

Toto tvrzení potvrdila studie provedená na jedincích s chronickou bolestí krku porovnávaných se zdravou kontrolní skupinou. U jedinců s bolestí byla nalezena větší chybovost ve vnímání SVV oproti kontrolní skupině zdravých, ale nebyla ji přisouzena klinická významnost. Dále nebyla nalezena stranová korelace mezi bolestí krku a odchylkou ve vnímání SVV, stejně tak nebyla nalezena větší chybovost u bilaterálních oproti jednostranným bolestem krční oblasti (Docherty, 2012).

Ke podobnému závěru došel Bagust (2005), který porovnával chybovost v určení vertikály u probandů s bolestí krku a u jedinců bez bolesti. Studie zjistila, že chybovost jedinců s bolestí byla vyšší, ale statisticky nevýznamná. Pripouští, že je možná existence určitých bolestí krční oblasti, které mají specificky vliv na vnímání vertikály.

Ke stejnému závěru došel ve své studii i Grod (2002), který našel statistickou významnost ve vnímání vertikály u symptomatických a asymptomatických jedinců bez bolesti krku.

Důležitým aspektem ve vnímání SVV hraje náklon hlavy. Tuto souvislost popisuje jev, který se nazývá A-efekt. Pokud je hlava, nebo celý jedinec nakloněn na jednu stranu o více než 60° a je mu ukázána čára, kterou má srovnat do vertikály, dochází k tomu, že její horní okraj proband naklopí ve směru svého vlastního náklonu. Vysvětlováno je to tím, že dochází k asymetrii v přicházejících somatosenzorických informací a tím tedy i ke změně ve vnímání SVV (Bronstein, 1999), (Anastasopoulos, 1999), (Saeys, 2010).

Stejně tak pokud dochází k déletrvajícimu náklonu hlavy, dojde pravděpodobně k adaptaci propioceptivního systému a hodnocení SVV je zkreslené (Bronstein, 1999).

Opačným efektem oproti A-efektu je E-efekt, který ukazuje, že pokud je náklon hlavy, nebo těla menší než 60-70°, dochází k odchýlení ve vnímání SVV opačným směrem, než je náklon. Jedním z možných vysvětlení tohoto jevu je změna ve vstupech ze somatosenzorického systému a také z receptorů v oblasti krku. U zdravých jedinců však dochází k potlačení E-efektu za situace, že je hlava v rovnoběžné pozici s testovanou vertikálou, tento jev nebyl vysvětlen, ale udává se možný vliv zrakových vstupů (Saeys, 2010).

Možné souvislosti mezi TMD a jejím vlivem na odchylku ve vnímání SVV nebyly v literatuře zatím příliš zkoumány.

2 CÍLE A HYPOTÉZY

Cílem této diplomové práce bylo zkoumat souvislost mezi experimentálně vytvořenou dysfunkcí temporomandibulárního kloubu a změnami v udržování posturální stability, dále v držení hlavy a vnímání prostoru.

Experiment byl proveden u probandů změnou okluze pomocí okluzní překážky, tím byla ovlivněna somatosenzorická aferentace z temporomandibulárního kloubu a orofaciální krajiny.

Pro experiment byly stanoveny následující hypotézy:

Hypotéza 1 (H1): Po aplikaci okluzní vložky dojde u probandů ke změně posturální stability.

Hypotéza 2 (H2): Po aplikaci okluzní vložky dojde ke změně ve vnímání prostoru (subjektivní zrakové vertikály).

Hypotéza 3 (H3): Po aplikaci okluzní vložky dojde u probandů ke změně ve statické poloze hlavy.

3 METODIKA

V rámci této diplomové práce byly provedeny dvě sady experimentů.

První část experimentu zahrnovala změření zdravých probandů na siloměrné plošině s následnou intervencí, kterou bylo vytvoření dočasné pevné okluzní vložky. Po uplynutí časového intervalu s vloženou skusovou vložkou bylo měření zopakováno.

Druhá část experimentu byla zaměřena na hodnocení odchylek pozice hlavy od vertikály a změn ve vnímání subjektivní zrakové vertikály. Intervencí v této části byla dočasná měkká okluzní vložka. Měření na zdravých probandech proběhla před intervencí, s vloženou intervencí a následně i po jejím odstranění.

Pro potřeby měření v rámci prvního i druhého experimentu probíhala spolupráce se zdravými probandy. Tito probandi museli splňovat následující kritéria:

Inkluzivní kritéria:

- Věk minimálně 18 let.
- Žádné aktuální bolesti v pohybovém ani jiném tělesném systému.
- Žádná přítomnost obtíží ve zrakovém nebo vestibulárním aparátu, které by mohly narušit měření.

Exkluzivní kritéria:

- Úrazy nebo operace v oblasti TMK, hlavy, nebo krku v anamnéze.
- Stanovená diagnóza TMD v anamnéze.
- Znamky klinických nebo objektivních příznaků TMD.
- Přítomnost 5 a více zubních náhrad (tzn. můstky, korunky, implantáty, snímatelné náhrady).
- Přítomnost uvolněných nebo jinak poškozených zubů, či zubních náhrad, u kterých by hrozilo další poškození v rámci měření.

3.1 První část experimentu

3.1.1 Charakteristika zkoumaného souboru v první části experimentu

První části výzkumu se zúčastnilo 6 zdravých jedinců – 5 žen a 1 muž ve věkovém rozmezí 22–43 let, průměr 26,5 let, směrodatná odchylka 8,1 let. Body mass index (BMI) ve skupině byl v rozmezí 18-24 kg/m², průměr 21 kg/m², směrodatná odchylka 2 kg/m².

Všichni dobrovolníci byli s předstihem seznámeni s průběhem studie a s účastí ve studii souhlasili.

3.1.2 Metodika měření první části experimentu

Měření probíhala na pracovišti Neurologické kliniky 2. LF UK a FN Motol. Měření bylo provedeno jedním vyšetřujícím, v klidné místnosti, bez rušivých vlivů. K vyšetření posturální stability byla použita siloměrná deska – statická stabilometrie Kistler.

Probandi byli na stabilometrické plošině naměřeni naboso v následujících šesti senzoricky různých podmínkách:

- Podmínka 1: Stoj, pevná podložka, otevřené oči.
- Podmínka 2: Stoj, pevná podložka, zavřené oči.
- Podmínka 3: Stoj, pěnová podložka, otevřené oči.
- Podmínka 4: Stoj, pěnová podložka, zavřené oči.
- Podmínka 5: Tandemový stoj, otevřené oči
- Podmínka 6: Tandemový stoj, zavřené oči

Výchozí pozicí pro 1.-4. podmínku byl vzpřímený stoj s chodidly na šířku pánve a horními končetinami volně podél těla.

Pro podmínku 3 a 4 byla využita měkká podložka z paměťové pěny.

V 5. a 6. podmínce – tandemový stoj, proband zaujal pozici vzpřímeného tandemového stoje s horními končetinami volně podél těla. Proband si sám zvolil, kterou dolní končetinu bude mít vpředu a kterou vzadu, toto nastavení již v následujících měření nemohl změnit.

Při měření se zrakovou kontrolou dostal proband pokyn fixovat zrak na odraz ve výšce očí ve vzdálenosti 1 metru, v případě tandemového stoje byl pokyn fixovat zrak na bod ve výšce očí, který byl ve vzdálenosti 6 metrů. Při vyloučení zrakové kontroly dostal proband pokyn zavřít oči.

První set měření proběhl ve výše zmíněných 6 podmínkách, a to bez jakékoli intervence.

Následně byla stomatologem vytvořena dočasná okluzní překážka, kterou byla 1 mm vysoká tvrdá epoxidová vložka umístěná na pravostranný první dolní molár.

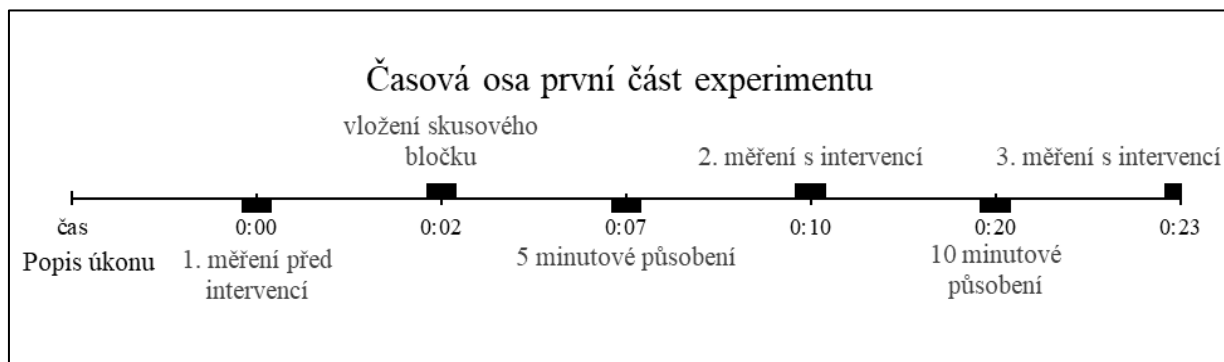
Proband byl instruován, aby volně skoušel, následně byl instruován, aby 5 minut chodil po pevné rovné ploše. Během této doby nebylo vhodné pít, jíst, nebo mluvit. Pokud by měl proband jakýkoli dotaz, nebo se objevily obtíže, bylo možné s přítomným vyšetřujícím komunikovat, případně svou účast ihned přerušit.

Po uplynutí 5 minut proběhl druhý set měření na siloměrné desce ve všech šesti výše zmíněných podmínkách. Podrobně zobrazeno níže (viz. Obr. 4).

Následně dostal proband instrukci procházet se po pevné rovné ploše a to nadcházejících 10 minut. Po splnění časového limitu byl proveden třetí set měření ve výše popsaných 6 podmínkách.

Data byla v každé pozici zaznamenávána po dobu 30 vteřin.

Ihned po dokončení měření byl kompozitní materiál z úst odstraněn a bylo zkontrolováno, že je ústní dutina bez patologií a cizích materiálů. Každý proband slovně potvrdil, že je jeho ústní dutina a zub ve stejném stavu jako před experimentem.



Obr. 4: Časová osa průběhu první části experimentu

3.1.3 Analýza dat první části experimentu

Data zaznamenaná softwarem propojeným se siloměrnou deskou byla ponechána v původním stavu. Následně byla převedena a zpracována pomocí programu Microsoft Excel a statistického programu jamovi 2.3.18.

Data byla charakterizována pomocí aritmetického průměru, mediánu, směrodatné odchylky, minimem a maximem, dále byla zpracována deskriptivním způsobem. Poté bylo zhodnoceno, zda se jedná o normální, či nenormální rozložení dat a následně dle toho byl použit Studentův t-test, případně Wilcoxonův test. Za statisticky významné byly považovány hodnoty $p < 0,05$.

Z dat, které statická stabilometrie zaznamenává byla pro vyhodnocení vybrána následující data týkající se působiště reakční síly těla (COP):

- celková délka trajektorie COP (Sway path total)
- rozsah pohybu COP v anterioposteriorním (A-P) směru (Sway path A-P)
- rozsah pohybu COP v mediolaterálním (M-L) směru (Sway path M-L)
- celková plocha výchylek COP (Sway area total)

3.2 Druhá část experimentu

3.2.1 Charakteristika zkoumaného souboru v druhé části experimentu

Druhé části výzkumu se zúčastnilo 21 zdravých jedinců – 15 žen a 6 mužů s věkovým rozmezím 21-52 let, průměrem 31,7 let a směrodatnou odchylkou 11,1 let. Dále byla zaznamenána hodnota BMI, v souboru se objevila v rozmezí 18-28 kg/m², s průměrem 22,8 kg/m² a směrodatnou odchylkou 2,8 kg/m².

Všichni dobrovolníci byli před započítím experimentu seznámeni s jeho průběhem i s tím, jaké činnosti jsou od nich očekávány, s účastí souhlasili a podepsali informovaný souhlas (viz Příloha 1).

3.2.2 Metodika měření druhé části experimentu

Měření probíhalo v prostorách Kliniky rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol. V této části studie bylo zkoumáno vnímání SVV a dále pozice hlavy ve frontální rovině v pozici v sedu a ve stoji.

Vnímání SVV bylo testováno pomocí Bucket metody, tato metoda byla vybrána zejména pro svou jednoduchou metodiku a dostupnost měřicího nástroje.

Měření pozice hlavy a změn jejího odklonu od vertikály bylo prováděné pomocí čelenky s QR kódy (viz Obr. 5) a počítačového programu, který je snímá.



Obr. 5: Čelenka s QR kódy (archiv autorky).

Jednoduchý program nainstalovaný na přenosném počítači se zabudovanou webkamerou snímal dva QR kódy a umožnil tak sledovat okamžité změny v pozici hlavy ve frontální rovině s přesností na jednu desetinu úhlu. Program snímal spojnice středů obou QR kódů a zobrazoval hodnoty, o kolik stupňů je spojnice odchýlená od vertikály. Tento program a QR kódy byly vytvořeny již pro účely jiné diplomové práce v rámci 2. lékařské fakulty.

Všechna měření prováděl jeden vyšetřující, který se vždy řídil stejnými zásadami měření.

3.2.2.1 Měření subjektivní zrakové vertikály v rámci druhého experimentu

Výchozí pozicí pro měření vnímání SVV byl vzpřímený sed na židli bez područek. Probandi se neopírali zády o opěradlo, dolní končetiny měli v trojflexi a chodidla byla položena na pevné podlaze. Následně byl probandovi do rukou předán kyblík s vyznačenou černou čarou na dně kyblíku (viz Obr. 6) a stupnicí s olovnicí na straně opačné (viz Obr. 7) vhodný pro Bucket metodu (viz Obr. 8).



Obr. 6 a 7: Detaily kyblíku pro Bucket metodu, čára na dně a stupnice na zevní straně (archiv autorky).

Proband dostal pokyn nastavit čáru do vertikální polohy. Proband slovem „stop“ oznámil situaci, kdy nastavil čáru do vertikální polohy. Vyšetřující vyčkal na ustálení olovnice a odečetl hodnotu ze stupnice.

Hodnoty odečtené ze stupnice byly zaznamenány i se znaménkem (znaménko plus – SVV je vychýlena po směru hodinových ručiček z pohledu vyšetřujícího, znaménko minus – vychýlení proti směru hodinových ručiček z pohledu vyšetřujícího). Měření bylo opakováno třikrát, a to náhodně ve směru i proti směru hodinových ručiček.



Obr. 8: Proband při měření SVV (archiv autorky)

Kvůli snaze eliminovat riziko spojené se změnou polohy čelenky s QR kódy z výchozí pozice pohybem kyblíku, byla zvolena varianta, kdy proband otáčí kyblíkem sám. Bylo zdůrazněno, že je nutné držet kyblík a otáčet s ním po celou dobu tak, aby bylo zcela vyloučeno periferní vidění, zároveň nebylo dovoleno se dotýkat kyblíku jinou částí těla než rukama. Měření probíhalo s otevřenýma oběma očima.

3.2.2.2 Měření pozice hlavy v rámci druhého experimentu

Pro měření změn v postavení hlavy ve frontální rovině byl využit program a QR kódy, které byly zmíněny již výše. Měření probíhalo v pozici vsedě a ve stoji.

Vyšetřující nasadil dobrovolníkovi čelenku s napevno připevněnými QR kódy po stranách, tím byly uměle vytvořeny 2 antropometrické body (viz Obr. 9). Následně došlo k zajištění pružnou gumičkou, aby nedošlo v průběhu experimentu ke změně pozice čelenky s QR kódy, čímž by byl daný pokus znehodnocen. Před začátkem měření byla provedena kontrola, zda jsou QR kódy dobře pro program viditelné a zda proband nemá nějaký diskomfort.



Obr. 9: Proband s čelenkou s QR kódy pro snímání pozice hlavy ve frontální rovině (archiv autorky).

První výchozí pozicí pro měření pozice hlavy byl vzpřímený sed na židli bez područek. Probandi se neopírali zády o opěradlo, dolní končetiny měli v trojflexi a chodidla byla položená na podlaze. Horní končetiny měl volně položené na stehnech.

Druhou výchozí pozicí pro měření pozice hlavy byl vzpřímený stoj. Proband stál s chodidly na šířku pánve a horními končetinami volně podél těla.

V obou výše zmíněných výchozích pozicích byl před probandem na rovné ploše ve vzdálenosti jednoho metru položený přenosný počítač, webkamera byla v úrovni probandových očí.

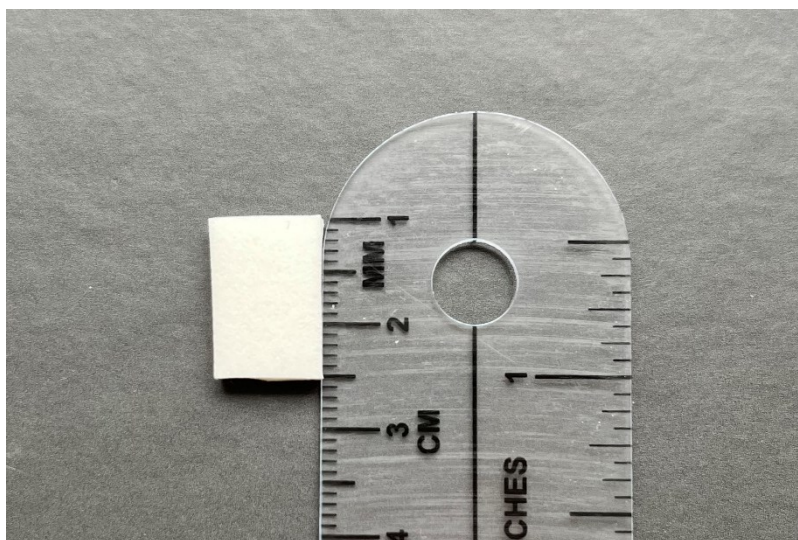
V obou pozicích proband dostal pokyn dívat se rovně před sebe a zavřít oči a měřitel následně zapsal tři hodnoty náklonu, které program zobrazil.

Proband zaujal 1.výchozí pozici, měřitel zapsal hodnoty, proband ihned zaujal 2 výchozí pozici a měřitel opsal zobrazené hodnoty.

3.2.2.3 Průběh měření s experimentálně změněným skusem

Pro experimentálně vytvořenou TMD byl využit skusový bloček. Tato okluzní vložka simulovala u zdravých probandů předčasný skus.

Skusové bločky byly vytvořeny z tuhého pěnového a zdravotně nezávadného materiálu, který byl vybrán Ing. Pavlem Černým, Ph.D. z ortoticko-protetického oddělení ve FN Motol. Rozměry skusových bločků byly 1,5 x 1,0 x 0,3 cm (viz Obr. 10).



Obr. 10: Skusový bloček (archiv autorky)

Po výše popsaném měření SVV vsedě a pozice hlavy vsedě a ve stoji (hodnoty před intervencí) si proband vložil mezi horní a dolní moláry vpravo skusový bloček a byl vyzván, aby ho lehce skouzl a ponechal bloček na místě po celou dobu experimentu (viz Obr. 11).



Obr. 11: Ukázka umístění skusového bločku v pravé straně úst (archiv autorky)

Skusový bloček byl mezi zuby ponechán 60 minut. Proband byl instruován, že není vhodné během experimentu měnit lokalizaci bločku, pít, jíst nebo mluvit. Bylo stanoveno, že maximálně 10 minut z celkového času může proband stát, případně chodit. V případě jakýchkoli dotazů, nebo obtíží mohli probandi s přítomným vyšetřujícím komunikovat, případně svou účast ihned přerušit.

Po uplynutí 60minutového intervalu byla znovu změřena SVV vsedě, pozice hlavy vsedě a ve stoji, a to za stejných podmínek jaké byly uvedeny výše (hodnoty s intervencí).

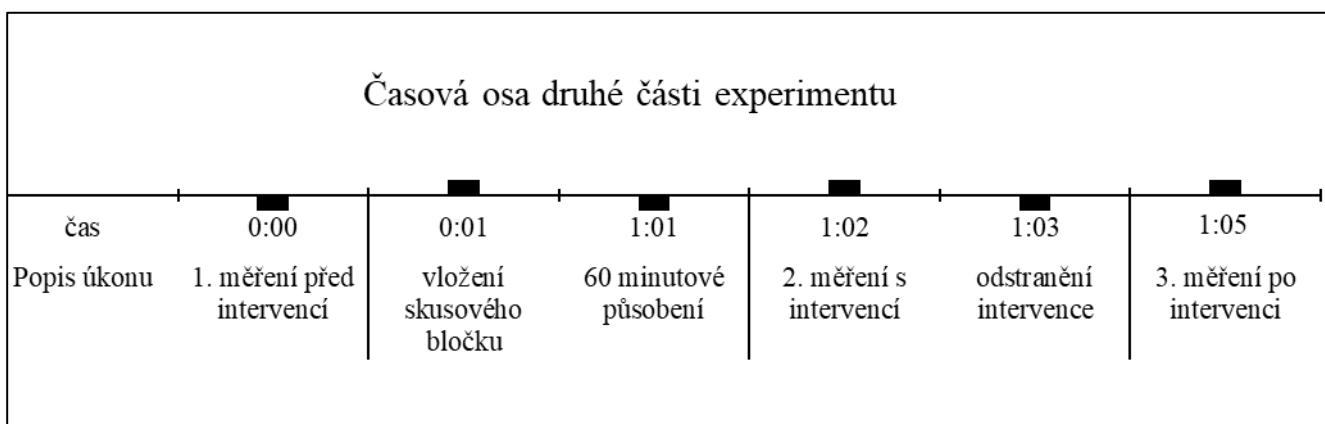
Poté byl skusový bloček z úst odstraněn a výše popsaná měření proběhla znovu ve stejném pořadí – vnímání SVV, pozice hlavy v sedu a následně ve stoji. Znovu byly z každého měření zaznamenány změřené hodnoty (hodnoty po intervenci).

Po skončení experimentu probandi slovně vyšetřujícímu sdělili, zda se u nich objevil nějaký diskomfort, bolest, nebo zaznamenali nějakou změnu.

Kompletní schéma měření jednoho probanda probíhalo následovně:

SVV bez bločku (Před intervencí) – pozice hlavy vsedě bez bločku (PH sed 1) – pozice hlavy ve stoji bez bločku (PH stoj 1) – vložení skusového bločku + 60 minut – SVV s bločkem (S bločkem) – pozice hlavy vsedě s bločkem (PH sed 2) – pozice hlavy ve stoji s bločkem (PH stoj 2) – odstranění skusového bločku – SVV znovu bez bločku (Po odstranění) – pozice hlavy vsedě znovu bez bločku (PH sed 3) – pozice hlavy ve stoji znovu bez bločku (PH stoj 3).

Časová osa celého průběhu druhé části experimentu níže (Obr. 12).



Obr. 12: Časová osa průběhu druhé části experimentu

3.2.3 Analýza dat druhé části experimentu

Data byla zpracována a vyhodnocena pomocí programů Microsoft Excel a jamovi 2.3.18. Všechna zaznamenaná data byla ponechána v původním stavu.

Data byla prvně charakterizována pomocí základních parametrů – aritmetickým průměrem a mediáne, minimem a maximem a směrodatnou odchylkou. Dále byla data zkoumána deskriptivní způsobem s popisem vytvořených grafů. Před samotnou analýzou dat byly údaje zhodnoceny Shapiro-Wilk testem normality a Gaussovou křivkou. Následná kvantitativní analýza provedena pomocí párových t-testů v případě normálního rozložení dat, nebo Wilcoxonova testu při rozložení nenormálním. Za statisticky významné byly považovány p-hodnoty nižší než 0,05.

4 VÝSLEDKY

4.1 Vyhodnocení první části experimentu

Výsledky z měření na siloměrné plošině před intervencí a **po 5minutové intervenci** pomocí skusového bločku za 6 podmínek, sledovány byly 4 parametry.

Podmínka 1:

Celková délka trajektorie COP před intervencí 338 mm ± 78,8 mm a po intervenci 348 mm ± 65,2 mm. Hodnota se po intervenci zvýšila, ale změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v M-L a A-P směru se po intervenci zvýšily, celková plocha výchylek COP se také zvýšila. Změny nebyly statisticky významné ($p > 0,05$).

Podmínka 2:

Celková délka trajektorie COP před intervencí 356 mm ± 68,1 mm, po intervenci 361 mm ± 84 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v M-L směru se po intervenci snížily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v A-P směru před 5,82 mm ± 1,72 mm, po intervenci se výchyly snížily na 3,83 mm ± 2,32 mm. Zde byl statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$). Celková plocha výchylek COP po intervenci se zvětšila. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Podmínka 3:

Celková délka trajektorie COP před intervencí 619 mm ± 228 mm, po intervenci se hodnota snížila - 543 mm ± 187 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Hodnoty výchylek těla v M-L směru a celková plocha COP se po intervenci snížily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v A-P směru po intervenci se výchyly zvýšily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Podmínka 4:

Celková délka trajektorie COP před intervencí 949 mm ± 411 mm, po intervenci se hodnota zvýšila na 1160 mm ± 482 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v M-L směru se po intervenci snížily na 292 mm ± 332 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v A-P směru a celková plocha výchylek COP se po intervenci zvýšily, ale změny nebyly statisticky významné ($p > 0,05$).

Podmínka 5:

Celková délka trajektorie COP před intervencí 1297 mm ± 285 mm, po intervenci 1501 mm ± 600 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Hodnoty výchylek těla v M-L a A-P směru i celková plocha výchylek COP se po intervenci snížily. Změny nebyly statisticky významné ($p > 0,05$).

Podmínka 6:

Celková délka trajektorie COP před intervencí 1752 mm ± 415 mm, po intervenci 2402 mm ± 1254 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchylky těla v M-L se po intervenci zvýšily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchylky těla v A-P směru se po intervenci zvýšily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$), ale významně se oproti jiným hodnotám blížila k hodnotě 0,05. Celková plocha výchylek COP po intervenci se snížila. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Výsledky z měření na siloměrné plošině před intervencí (stejně hodnoty jako výše) a **po 10minutové intervenci** pomocí skusového bločku za stejných 6 podmínek.

Podmínka 1:

Celková délka trajektorie COP se po 10minutové intervenci snížila na 336 mm ± 90,9 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchylky těla v M-L a A-P směru se po intervenci zvýšily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Celková plocha výchylek COP po intervenci se snížila. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Podmínka 2:

Celková délka trajektorie COP po intervenci snížila na 348 mm ± 71,8 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchylky těla v M-L směru se po intervenci snížily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchylky těla v A-P směru a celková plocha výchylek COP se po intervenci zvýšily. Změny nebyly statisticky významné ($p > 0,05$).

Podmínka 3:

Celková délka trajektorie COP po intervenci se snížila na 531 mm ± 162 mm. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchylky těla v M-L směru a celková plocha výchylek COP se po intervenci oproti původním hodnotám snížily. Změny nebyly statisticky významné ($p > 0,05$). Výchylky těla v A-P směru se po intervenci zvýšily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Podmínka 4:

Celková délka trajektorie COP po intervenci se hodnota snížila oproti původní hodnotě na $936 \text{ mm} \pm 356 \text{ mm}$. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v M-L a A-P směru a hodnoty celkové plochy výchylek COP se po intervenci snížily. Změny nebyly statisticky významné ($p > 0,05$).

Podmínka 5:

Celková délka trajektorie COP po intervenci došlo ke zvýšení hodnot na $1374 \text{ mm} \pm 509 \text{ mm}$. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v M-L směru a celková plocha výchylek COP se po intervenci zvýšily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v A-P směru po intervenci snížily. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Podmínka 6:

Celková délka trajektorie COP po intervenci se zvýšila na $2089 \text{ mm} \pm 913 \text{ mm}$. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). Výchyly těla v M-L a A-P směru se po intervenci zvýšily. Změny nebyly statisticky významné ($p > 0,05$). Celková plocha výchylek COP po intervenci se snížila. Změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Podrobnější zpracování výsledků v Příloze 3.

Z výsledků z první části experimentů vyplývá, pokud probanda se simulovanou změnou skusu změříme na siloměrné plošině, nenastanou téměř žádné statisticky významné změny ($p > 0,05$).

Statisticky významné změny se objevily pouze v parametru oscilací těla v A-P směru ($p < 0,05$). A to před intervencí a po jejím pěti minutovém působení při podmínce 2 – na pevné podložce se zavřenými očima.

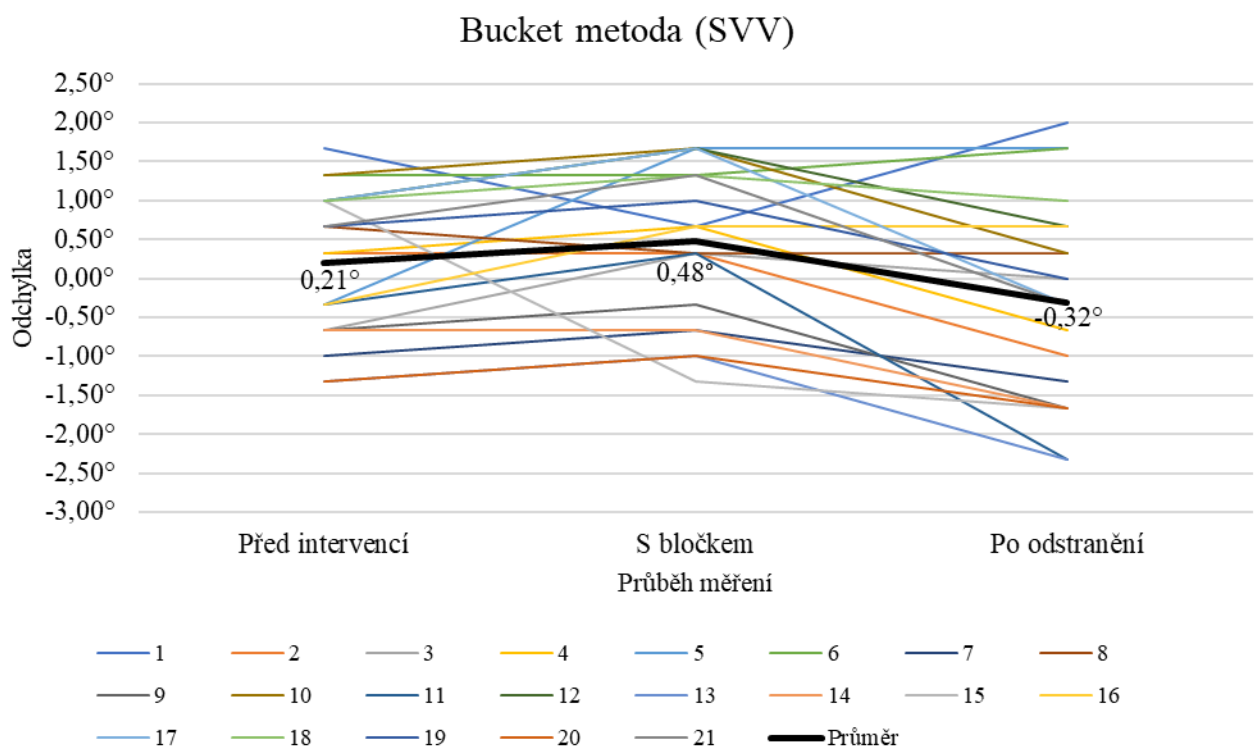
Na základě výsledků můžeme potvrdit H1. Rovnováha byla u probandů s aplikovanou okluzní vložkou ovlivněna pouze v A-P oscilacích v jedné podmínce (pevná podložka, zavřené oči).

V podmínce 6 (tandemový stoj se zavřenými očima) před intervencí a po 5minutovém působení intervence byla hodnota změny na hranici statistické významnosti ($p=0,061$).

4.2 Vyhodnocení druhé části experimentu

4.2.1 Subjektivní zraková vertikála

Z měření vyplynulo, že před intervencí (Před intervencí) i po působení intervence (S intervencí) žádný z probandů nevnímal v průměru SVV mimo fyziologickou odchylku 2° . Po odstranění intervence (Po odstranění) se u 2 probandů (číslo 11 a 13) dostal průměr odchylky SVV za fyziologickou hranici, a to shodně na hodnotu $-2,33^\circ$ (viz Graf 1).



Graf 1: Výsledky měření Bucket metodou u všech probandů se zvýrazněním průměrných hodnot, SVV – subjektivní zraková vertikála

Před intervencí byla průměrná hodnota odchylky od SVV $0,21^\circ$, tedy odklon od vnímání vertikály ve směru hodinových ručiček (viz Graf 1).

Z grafu je viditelný trend, při kterém v období mezi SVV před a SVV s dochází k posunu hodnot v kladném směru. Což znamená, že probandi měli tendenci vnímat SVV s intervencí s ještě větší odchylkou ve směru hodinových ručiček (průměr SVV s $0,48^\circ$).

Po odstranění intervence dochází k poklesu hodnot ve směru negativním – odchylka od vertikály jde proti hodinovým ručičkám (znaménko -), průměrná hodnota byla $-0,32^\circ$ (viz Graf 1).

Při porovnání hodnot před intervencí a po jejím odstranění vyplývá, že vnímání SVV po odstranění intervence (SVV po) se pohybuje opačným směrem – proti hodinovým ručičkám oproti hodnotě před intervencí (SVV před) (viz Graf 1).

Hodnoty před vložením intervence byly v průměru $0,21^\circ \pm 0,93^\circ$, hodnoty s intervencí (s okluzním bločkem) se zvýšily na $0,48^\circ \pm 0,98^\circ$. Tato změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Průměrné hodnoty po odstranění intervence oproti hodnotám s vloženou intervencí se snížily na hodnoty $-0,32^\circ \pm 1,32^\circ$. Tato změna byla statisticky významná ($p < 0,001$).

Hodnoty před intervencí a po jejím odstranění se statisticky významně změnily ($p = 0,03$).

Podrobnější informace v Tabulce 1 a 2 níže.

	Před intervencí	S bločkem	Po odstranění
N	21,00	21,00	21,00
Průměr	0,21	0,48	-0,32
Medián	0,33	0,67	-0,33
Směrodatná odchylka	0,93	0,98	1,32
Minimum	-1,33	-1,33	-2,33
Maximum	1,67	1,67	2,00

Tabulka 1: SVV – charakteristika naměřených hodnot

		p		Effect Size		95% Confidence Interval	
Před intervencí	S bločkem	Student's t	0,15	Cohen's d	-0,33	-0,76	0,12
S bločkem	Po odstranění	Student's t	<,001	Cohen's d	0,90	0,38	1,40
Před intervencí	Po odstranění	Student's t	0,03	Cohen's d	0,51	0,05	0,96

Tabulka 2: SVV – analýza hodnot, CI 95 % - 95% Confidence Interval

Dle absolutní hodnoty Cohenova d lze rozdíl mezi hodnotami s bločkem a po jeho odstranění hodnotit jako velký. U hodnot před intervencí a po jejím odstranění jako střední. Rozdíly před intervencí a s intervencí pouze jako malý (viz Tabulka 2).

Na základě výše uvedených výsledků můžeme potvrdit H2. U probandů došlo k statisticky významné změně ve vnímání SVV, a to v situaci po odstranění skusového bločku ($p < 0,001$). A statisticky významná změna ve vnímání SVV nastala také v hodnotách před intervencí a po jejím odstranění ($p < 0,05$).

Ve výsledcích byl odhalen trend, probandi na začátku experimentu vnímali v průměru odchýlenou SVV po směru okluze, s intervencí se odchylka po směru vložené okluze zvětšila, po odstranění intervence bylo průměrné vnímání SVV proti směru okluze.

Vnímání SVV se stále většinou pohybuje ve fyziologických hodnotách.

4.2.2 *Pozice hlavy*

Pozice vsedě:

Data v pozici vsedě ukazují, že v průměru měli probandi před intervencí hlavu ukloněnou ve směru doprava ($0,02^\circ \pm 3,19^\circ$). S vloženou intervencí se hlava uklonila ještě více doprava ($0,41^\circ \pm 3,27^\circ$). Tato změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Průměrné hodnoty po odstranění intervence se oproti hodnotě s intervencí zvýšily na $0,44^\circ \pm 3,64^\circ$. Hlava tedy v průměru ještě více změnila pozici ve směru vložené intervence, doprava. Statisticky významná změna tato nebyla ($p > 0,05$).

Rozdíl mezi hodnotou před intervencí a po odstranění intervence nebyl statisticky významný ($p > 0,05$).

Při popisu změn pozice hlavy mediánem byl trend takový, že hlava před intervencí byla ukloněna doprava (medián $0,57^\circ$), následně se úklon doprava zvětšil (medián $0,97^\circ$), ale po odstranění intervence se navrátila zpět k původní pozici, tedy ve směru doleva (medián $0,60^\circ$).

Podrobné informace v Tabulce 3 a 4 níže.

	Sed před intervencí	Sed s bločkem	Sed po odstranění
N	21,00	21,00	21,00
Průměr	0,02	0,41	0,44
Medián	0,57	0,97	0,60
Směrodatná odchylka	3,19	3,27	3,64
Minimum	-6,60	-6,13	-6,73
Maximum	5,07	5,27	5,00

Tabulka 3: Pozice hlavy – charakteristika hodnot v pozici vsedě

		p		Effect Size		95% Confidence Interval	
Sed před intervencí	Sed s bločkem	Student's t	0,10	Cohen's d	-0,37	-0,81	0,07
Sed s bločkem	Sed po odstranění	Student's t	0,93	Cohen's d	-0,02	-0,45	0,41
Sed po odstranění	Sed po odstranění	Student's t	0,39	Cohen's d	-0,19	-0,62	0,24

Tabulka 4: Pozice hlavy – analýza hodnot v pozici vsedě, CI 95% - 95% Confidence Interval

Pozice ve stoji:

Data získaná z pozice ve stoji ukazují, že v průměru měli probandi před intervencí hlavu ukloněnou ve směru doprava ($0,84^\circ \pm 2,08^\circ$). S vloženou intervencí se hlava uklonila ještě více doprava ($1,08^\circ \pm 2,81^\circ$). Tato změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$).

Průměrné hodnoty po odstranění intervence se oproti hodnotě s intervencí zvýšily na $1,34^\circ \pm 2,55^\circ$. Hlava tedy v průměru ještě více změnila pozici ve směru doprava, tedy do strany, kde byla vložená intervence. Statisticky významná změna tato nebyla ($p > 0,05$).

Rozdíl mezi hodnotou před intervencí a po odstranění intervence nebyl statisticky významný ($p > 0,05$).

Při popisu změn pozice hlavy mediánem nastala stejná situace jako v pozici vsedě. Hlava před intervencí byla ukloněna doprava (medián $1,57^\circ$), s intervencí se úklon doprava zvětšil (medián $2,30^\circ$), ale po odstranění intervence se navrátila zpět, ve směru doprava, v tomto případě až přes původní pozici (medián $1,43^\circ$).

Podrobné informace v Tabulce 5 a 6 níže.

	Stoj před intervencí	Stoj s bločkem	Stoj po odstranění
N	21,00	21,00	21,00
Průměr	0,84	1,08	1,34
Medián	1,57	2,30	1,43
Směrodatná odchylka	2,08	2,81	2,55
Minimum	-4,13	-5,73	-3,97
Maximum	4,63	5,93	4,90

Tabulka 5: Pozice hlavy – charakteristika hodnot v pozici ve stoji

		p		Effect Size		95% Confidence Interval	
Stoj před intervencí	Stoj s bločkem	Student's t	0,56	Cohen's d	-0,13	-0,56	0,30
Stoj s bločkem	Stoj po odstranění	Student's t	0,63	Cohen's d	-0,11	-0,54	0,32
Stoj po odstranění	Stoj po odstranění	Student's t	0,39	Cohen's d	-0,19	-0,62	0,24

Tabulka 6: Pozice hlavy – analýza hodnot v pozici ve stoji, CI 95% - 95% Confidence Interval

Dle výše uvedených výsledků zamítáme H3, a to pro pozici vsedě, tak i pro pozici ve stoji. Výsledky souhrnně ukazují, že pozice hlavy v obou polohách těla se nemění se statistickou významností pro žádnou z nalezených hodnot.

Směr pozice hlavy se měnil v pozici vsedě i v pozici ve stoji se stejným trendem. S vloženým skusovým bločkem změnila hlava pozici ve směru vloženého bločku. Po odstranění skusového bločku se průměrně pozice hlavy změnila více ve směru původně vloženého bločku.

5 DISKUZE

TMK je jedním z nejvyužívanějších a tím i nejzatěžovanějších nenosných kloubů v lidském těle, co se počtu pohybů týká, a který má značné množství důležitých funkcí, jako je příjem potravy nebo komunikace (Velebová, 2006). A tím pádem má i dle mého názoru významnou sociální funkci a velký vliv na kvalitu života.

O TMK by se také dalo říct, že je jedním z nejsložitějších kloubů v lidském těle, a to nejen jeho anatomii, ale i biomechanikou (Hlišáková, 2015) a i z toho důvodu se u něj objevuje značné množství poruch.

TMD jsou rozmanitou skupinou poruch, které mají více klasifikací a dělení, například dle Machoně (2008), podle Americké akademie orofaciální bolesti z roku 1993 (Peñas, 2016), nebo dle nejnovější DC/TMD (Schiffman, 2014).

Charakteristikou TMD je trio klinických příznaků, mezi které patří bolest, zvukové fenomény a změna rozsahu pohybu, dále se objevuje velká řada subjektivních příznaků a přidružených obtíží, jimiž jsou například bolest (nejen v samotném TMK), otologické nebo muskuloskeletální problémy (Braun, 1991), (Garstka, 2022).

V literatuře nepanuje jednotný názor na výskyt TMD. Problematické se jeví také to, že někteří autoři rozlišují v rámci prevalence klinické příznaky a subjektivní obtíže, jiní autoři však nikoli.

Subjektivní symptomy se vyskytují u zhruba 1/3 až 1/2 populace dospělých. Při podrobnějším vyšetření se dle studií nachází minimálně jeden z trojice klinických příznaků u 50-75 % dospělých jedinců. Z velké většiny se jedná o svalovou problematiku (Koh, 2004), (Hlišáková, 2012), (Lövgren, 2016), (Girouard, 2020).

TMD má obecně nejvyšší výskyt v užším spektru produktivního věku, ale s narůstajícím věkem narůstá i degenerativních změn. Významně vyšší je výskyt u žen, kde příčina není jasně dána, ale jedná se pravděpodobně o soubor několika faktorů (Velebová, 2006), (Peñas, 2016), (Fichera, 2020).

I přes tento významný podíl problematiky v populaci, statistika udává, že maximálně 20 % z postižených jedinců se za odborníkem vydá (Velebová, 2006), (Hlišáková, 2012).

Mezi anatomické příčiny vzniku TMD patří například anatomické anomálie, nebo poruchy okluze. Patologické okluze se dříve udávaly jako jedny z hlavních příčin TMD, dnes se však v literatuře setkáme i s tím, že je porucha okluze brána čistě jen jako důsledek TMD (Machoně, 2008), (Chang, 2018), (Michalowicz, 2000).

Další příčinou jsou traumata, systémová onemocnění, například revmatoidní artritida spojená s degenerativními procesy. Degenerativní procesy se mohou objevit i vlivem pokročilejšího věku (Machoň, 2008), (Hlíňáková, 2012), (Chang, 2018).

Genetické faktory spolu s hyperlaxitou jsou další z faktorů, na kterých se autoři neshodnou. Genetika a hyperlaxita jsou běžně udávány jako jedny z rizikových faktorů pro vznik TMD, ale dle výzkumů Michalowicze (2000) a Poveda Rody (2007) nebyla nalezena souvislost mezi TMD a genetickými podmínkami, respektive hyperlaxitou.

Možnou příčinou jsou i poruchy postury, jakožto neideální postavení hlavy a krční páteře, ale i vzdálené segmenty jako opěrná báze (Ekici, 2021), (Hlíňáková, 2012).

Nejčastějším faktorem jsou psychosociální faktory, dlouhodobé deprese, stres, ale dle mého názoru také úzkosti, nebo déletrvající neventilovaný vztek. Ten je často spojený s napětím nejen svalů trupu, ale i žvýkacích a mimických svalů.

Důsledkem výše uvedených faktorů je zvýšený tonus svalů v okolí TMK, které následně způsobují parafunkční pohyby, mikrotraumatizaci až v důsledku může vzniknout TMD (Poveda Roda, 2007), (Machoň, 2008), (Hlíňáková, 2012).

V nynější době se dle mého názoru zvětšuje procento populace, která trpí TMD právě z náročného životního stylu spojeného se stresem, nedostatečnou psychohygienou, či nekvalitním spánkem, což způsobí stažení obličejových svalů včetně žvýkacích. Ale dalším významným faktorem by mohly být právě poruchy okluze, z důvodu množství stomatologických výkonů, vytvářejících korunky, můstky a další potenciální okluzní překážky.

Kraniomandibulární systém, do něhož patří i TMK funguje jako celek, jehož jednotlivé systémy se vzájemně ovlivňují. Vzájemné souvislosti jsou vysvětlovány nejen anatomickou blízkostí struktur, ale také neurofyziologickými mechanismy a funkčním propojením pomocí svalů, fascií, ligament. Neurofyziologicky je vysvětlován i vzájemný vztah orofaciální a krční oblasti (Pradham, 2001), (Ambler, 2011), (Silvestrini-Biavati, 2013). Propojení celé této oblasti se ukazuje i na nocicepci. Pokud vychází z kraniomandibulární oblasti nociceptivní dráždění, tak je tento vjem vnímán i v oblasti cervikální, důvodem je nervové propojení struktur (D'Attilio, 2005), (Torisu, 2014), (Crăciun, 2022). Toto propojení je potvrzeno i několika studiemi, ve kterých měl bolestivý i nebolestivý vjem (např. změna okluze) vliv na reakci svalů krční páteře (Sakaguchi, 2007), (Torisu, 2014), (Kamal, 2019). Čímž by mohla být vysvětlena změna v napětí svalů krku, a tím tedy i změna pozice hlavy, pokud nastane patologie v TMK.

Že toto propojení existuje i v opačném směru zkoumaly studie, které potvrdily, že při změně nastavení krční páteře dochází ke změně aktivity žvýkacích svalů a TMK (Strini, 2009), (Ekici, 2021), (Garstka, 2022).

Předpokladem tedy je, že pokud jsou struktury hlavy a krku propojeny za fyziologických situací, dochází k vzájemnému ovlivňování i v době, kdy se objeví v některém ze systémů patologie. V případě patologie, zejména té dlouhodobější by tedy mohla být změna v ostatních strukturách výraznější z důvodu kompenzace.

Existují studie, kde je potvrzeno, že TMD ovlivňují postavení krční páteř (funkčně, a dokonce i anatomicky), ovlivněna byla v sagitální i ve frontální rovině. K ovlivnění došlo i ve vzdálenějších segmentech páteře a těla (Festa, 2003), (Korbmacher, 2007), (Saito, 2009), (Girouard, 2020), (Cardinal, 2022), (Garstka, 2022).

Ve studiích zabývajících se terapií TMD došli k závěru, že při stabilním zajištění TMK dojde k pozitivnímu ovlivnění postavení krční páteře (Huggare, 1992), (Strini, 2009), (Garstka, 2022).

K dohledání je i množství studií, které zkoumaly experimentálně vytvořenou TMD na zdravých probandech, nejčastěji vytvořením okluzní překážky. Tímto druhem studií byla inspirována i tato práce.

V množství studií byla nalezena souvislost mezi dočasně změněnou okluzí u zdravých probandů a aktivitou krčních a žvýkacích svalů (Ferraria, 2000), (Kibana, 2002), (Ferrario, 2003), (Fink, 2003), (Ohlendorf, 2014). Ke stejnému vlivu experimentálně vytvořené TMD a její úpravy na páteř dospěla i studie prováděná na zvířatech (D'Attilio, 2005).

V rámci této diplomové práce byl proveden experiment, kdy bylo snímána pozice hlavy a zjišťováno, zda dojde ke změně úklonu hlavy ve frontální rovině, což se statisticky nepotvrdilo, ale ke změnám v pozici hlavy docházelo, a to jak při měření vsedě, tak ve stoji.

Při hodnocení měření v pozici vsedě měli probandi před vložením intervence (skusového bločku) v průměru více ukloněnou hlavu doprava ($0,02^\circ$), při měření s vloženou intervencí se ukláněla hlava také ve směru doprava ($0,41^\circ$) a po odstranění intervence se hlava ukláněla stále doprava ($0,44^\circ$). Tedy stále na stranu vložené skusové překážky.

Podobně se hlava probandů chovala i v pozici ve stoji. Před intervencí měli také probandi v průměru více ukloněnou hlavu doprava, v případě stoje však byla hodnota větší ($0,84^\circ$), což by mohlo být kvůli posturálně náročnější situaci. Z větších změn v rámci úklonu v pozici ve stoji by se mohlo předpokládat, že ve vyšších pozicích se bude patologie v jednom systému více odrážet v systému druhém.

Po působení intervence byl změřen průměrný náklon hlavy doprava $1,08^\circ$, po následném odstranění skusového bločku byla hodnota úklonu průměrně $1,34^\circ$.

Avšak žádná ze zmíněných změn v uklonění hlavy nebyla statisticky signifikantní.

V pozici vsedě náklon hlavy ve směru doprava zaznamenán u 13 z 21 probandů ve všech měřeních situacích (před, s intervencí i po odstranění intervence). V pozici ve stoji mělo před intervencí 15 z 21 probandů hlavu ukloněnou doprava. Po vložení skusového bločku mělo ukloněnou hlavu doprava 16 z 21 probandů a po odstranění intervence se počet snížil na 14 probandů.

Z našeho měření vyplývá, že se hlava, při vložení artikulační překážky vpravo, měla tendenci stáčet k této straně, tento výsledek se shoduje s výsledkem Finka (2003) a Kibana (2002), v jehož studii se více aktivoval stejnostranný m. SCM a hlava by se tedy měla tendenci uklánět také ke stejné straně.

Naopak Ferrario (2003) v podobném experimentu nenalezl stranovou korelaci, stejně tak Krombacher (2007) nezaznamenal korelaci mezi stranou TMD a polohou krku. Ani populační studie na náctiletých nezjistila závislost mezi stranou UCB a postavením hlavy (Perillo, 2008).

Studie Ohlendorfa (2014) taktéž nenalezla stranovou korelaci. V dynamických i statických měření byla hlava naopak stále ukloněna ve směru doleva, i přes to, že byla měněna strana uložení artikulační překážky, včetně jejího vložení mezi první pár zubů.

U některých studií bylo problematické, že autoři neuvedli stranu TMD, Saito (2009) zjistil úklon hlavy doprava u skupiny s jednostranným posunem disku, z práce ale nevyplývá informace, na které straně se posun u probandů nalézal. Stejný nedostatek měla práce Garstky (2022), kde se taktéž jedinci s jednostranným posunem intraartikulárního disku lišili v postavení hlavy oproti kontrolní skupině, ale strana posunu nebyla zaznamenána. V obecném měřítku je tedy náročné specifikovat vztah mezi stranovou přítomností TMD a postavením hlavy.

Při vytváření inkusivních a exkusivních kritérií jsme také postupovali dle studií, které se zabývaly podobným tématem (Fink, 2003), (Sakaguchi, 2007), (Saito, 2009).

Nedostatkem této části práce byl malý počet probandů. Jelikož byla TMD pouze simulována, bylo by vhodné v příštích studiích získat větší množství probandů. Problematika s menším počtem probandů se objevovala ve větším počtu studií.

Dalším možným nedostatkem mohla být délka intervence. Bylo by možné, že v případě působení intervence po delší časový úsek, než je 60 minut, by mohlo být odhaleno větší množství signifikantních změn. V takovém experimentu by však pravděpodobně musela být řešena forma intervence jiným způsobem než skusovým bločkem, který probandi jen skously, ale například dočasnou napevno vloženou okluzní překážkou.

Dalším nedostatkem mohl být věk probandů. Byla snaha spolupracovat s probandy ve věku 20-50 let, kdy se TMD nejvíce vyskytuje, toto věkové rozpětí bylo splněné, ale bylo by vhodnější mít lepší věkové rozložení samotných probandů.

Způsob hodnocení postavení hlavy a páteře je v rámci studií velice heterogenní. Někteří autoři hodnotili změny na RTG (D'Attilio, 2005), palpačně (Garstka, 2022), jiní ultrasonografickým systémem (Ohlendorf, 2014), nebo elektromyograficky (Ferrario, 2003). V naší práci byl zvolen neinvazivní způsob s vytvořením umělých antropometrických bodů.

Dalším možným faktorem by mohlo být zkoumání pouze změn v nastavení hlavy ve frontální rovině. I zde je vidět rozdílnost s literaturou. Část studií se zabývá pouze postavením hlavy ve frontální rovině a část v sagitální, jen menší procento hodnotí obě, či více rovin. Z mého pohledu by bylo lepší zaměřit se na všechny roviny možných změn polohy hlavy, avšak takové měření by bylo pravděpodobně velice náročné na provedení.

Další částí experimentu v této diplomové práci bylo hodnocení odchylek ve vnímání SVV před intervencí, s intervencí a po jejím odstranění. Toto měření probíhalo současně s měřením změn pozice hlavy, a tedy na stejných probandech a za stejných podmínek. Jako intervence byl taktéž použit dočasný skusový bloček. Značnou nevýhodou této části experimentu bylo to, že při rešeršním zkoumání možného vlivu TMD na vnímání SVV bylo zjištěno, že tato problematika nebyla detailněji zkoumána a vyšetřována.

Z literatury bylo zjištěno, že pro správné vnímání vertikály musí CNS zpracovat informace přicházející ze zrakových, vestibulárních a somatosenzorických receptorů, včetně proprioreceptorů (Orgeret, 2011), (Bergmann, 2015). Pokud však nastane patologie v některém ze zmíněných systémů, odrazí se tato skutečnost na vnímání SVV (Orgeret, 2011), (Docherty, 2012), (Bergmann, 2015). Z experimentů se ukazuje, že správné vnímání SVV je závislé především na propriorepci z cervikální oblasti, a to zejména při stoji na pevné podložce s dobrým okolním osvětlením (Fraser, 2015).

Studie potvrzují, že při změně pozice hlavy do úklonu, tedy změně propriocepce, se zhorší odhad ve vnímání vertikály (Schwarz, 2015), (Fraser, 2015). Pokud je však úklon časově delší, může se systém zadaptovat a vnímání SVV je v normě (Bronstein, 1999), zde by však mohla být velká variabilita v jakém časovém úseku se systém dokáže adaptovat. Fraser (2015) udává, že při úklonu hlavy se vyskytují odchylky ve vnímání SVV na jednu i druhou stranu. Dále je řečeno, že při náklonu hlavy menším než 60° se objevují odchylky ve vnímání SVV v opačném směru, než je náklon (Saeys, 2010).

Změna v odchylkách ve vnímání SVV u jedinců s TMD by se dala vysvětlit tím, že patologií změněné informace přicházející ze somatosenzorického systému se promítnou do vnímání SVV (Orgeret, 2011), (Docherty, 2012), (Bergmann, 2015). Stejně tak by změněná propriocepce z TMK mohla ovlivnit svaly krku, změnila by se pozice hlavy a mohlo by tím následně dojít i ke změně ve vnímání SVV.

Do této problematiky by se také mohla promítnout bolest, která se při TMD vyskytuje nejen v oblasti TMK. Studie zkoumaly také vliv bolesti přicházející z krční páteře na SVV. Studie Dochertyho (2012), Bagusta (2005) a Groda (2002) našly větší odchylky od SVV u skupiny s bolestí krční oblasti oproti zdravým jedincům, Zde by se dalo uvažovat o bolesti z TMK přenášející se do krční páteře. Klinická významnost ale ve zmíněných studiích nalezena nebyla. Některé studie i ukazují na to, že by u jedinců s TMD mohla být propriocepce redukována, a to z toho důvodu, že nocicepce přehluší ostatní proprioceptivní informace (Higashiyama, 2006), jiné studie tuto skutečnost však vyvrací (Dinsdale, 2020).

Při hodnocení SVV v rámci této práce se většina probandů se svou odchylkou vešla do fyziologických hodnot 2° dle Kheradmanda (2017) i Heřmana (2022), dvě ženy se po skončení intervence dostaly na průměrnou odchylku -2,33°, což je však dle Fukata (2017) a Ferreira (2016) stále fyziologická hodnota.

Změna ve vnímání SVV před intervencí a po intervenci byla v našem experimentu statisticky významná ($p=0,03$), stejně tak hodnoty s intervencí a po jejím odstranění ($p < 0,001$). V obou případech se odchylky ve vnímání SVV ukázala ve směru změněné okluze. Toto korelovalo s úklonem hlavy, který byl také na stranu okluze. Toto nesouhlasí s tvrzením Schwarze (2015), kdy se větší výchyly ve vnímání SVV objevují zejména po návratu z úklonu. V našem pokusu se zvětšily výchyly ve směru okluze a hlava se z úklonu nevrátila. U probandů se ukázal trend takový, že před intervencí se odchylky v průměru ukazovaly ve směru budoucí změněné okluze, při vložené intervenci se odchylky ještě více zvýraznily na tutéž stranu, tedy na stranu okluzní překážky a po odstranění intervence se stáčely proti směru hodinových ručiček, od strany s okluzí.

V literatuře je řečeno, že při náklonu hlavy menším než 60° se objevují odchylky ve vnímání SVV v opačném směru, než je náklon (Saeys, 2010), v našem případě byl úklon hlavy menší než 60° , ale odchylky ve vnímání SVV se objevovaly na stejnou stranu i na opačnou stranu, než byl náklon hlavy.

Porovnat výsledky vnímání SVV s postavením hlavy v kontextu simulované TMD je tedy složité z vícero důvodů. V literatuře se objevuje značné množství protichůdných informací nejen v souvislosti vlivu TMD na postavení hlavy, ale také postavení hlavy na vnímání SVV. V literatuře doposud nebyl příliš zkoumán možný přímý vztah mezi TMD a odchylkami ve vnímání SVV.

I tato část práce má výrazná negativa, například již výše zmíněný malý počet probandů. Další nevýhodou by mohla být metoda zvolená pro měření změn ve vnímání SVV – Bucket metoda. I přes to, že je Bucket metoda považována za dostatečně spolehlivou při hodnocení vnímání SVV (Zwergal et al., 2009), v řadě prací byly využívány technologicky složitější metody, které by pro tyto experimentální účely mohly být vhodnější.

Dalším cílem bylo otestovat souvislost mezi nasimulovanou TMD a změnou posturální stability, jelikož poruchy TMK mohou mít i vliv i na vzdálenější segmenty těla.

Vzpřímený stoj je udržován pomocí konstantního zpracování informací přicházejících z vestibulárního, vizuálního a proprioceptivního aparátu. V případě TMD by mohlo docházet ke změně somatosenzorických informací z TMK a cervikální oblasti a tím ovlivňovat i posturální stabilitu (Ries, 2008), (Šidlauskienė, 2015), (Girouard, 2020), (Cardinal, 2022). Studie se na tomto však neshodnou, případně nejsou dle Perinettiho (2013, 2011) dostatečně kvalitní na to, aby klinickou souvislost potvrdily.

Studie potvrzují souvislost se stabilním zajištěním mandibuly a následným zmenšením oscilačních parametrů oproti kontrolní zdravé skupině (Sakaguchi, 2007), Girouard (2020). V jiných studiích tento vztah statisticky potvrzen nebyl. Skupiny s TMD a bez TMD nevykazovaly významně odlišně výchylky těla (Ferrario, 1996). V některých studiích se ukázal i opak, probandi s TMD vykazovali menší oscilace těla (Ries, 2008).

Stejně jako studie Riese (2008) jsme si pro analýzu vybraly parametry týkající se velikosti výchylek v A-P a M-L směru, dále jsme pak vybrali celkovou délku trajektorie COP a plochu COP.

Při zpracování výsledků jsme až na jednu výjimku nenalezly žádnou statisticky významnou změnu, což se shoduje s výsledky Ferraria (1996). Jediná statistická významnost byla nalezena u změny oscilací v A-P směru před intervencí a při měření po 5minutové intervenci na tvrdé podložce bez zrakové kontroly. Dále byla v podmínce 6 (tandemový stoj se zavřenýma očima) před intervencí a po 5minutovém působení intervence nalezena hodnota změny na hranici statistické významnosti ($p=0,061$). Dalo by se tedy předpokládat, že by se tato hodnota mohla přiblížit k hodnotě 0,05 při delším působení okluzní vložky.

Výsledky týkající se výchylek v této práci koreluje s výsledky Riese (2008), v naší práci však nebyly statisticky významné. Došlo ke snížení oscilací před a po 5minutové intervenci, v experimentu Riese (2008) byly taktéž zaznamenány menší M-L oscilace u skupiny s TMD. Sakaguchi (2007) a Girouard (2020) po intervenci a vytvořením stabilnější pozice TMK zaznamenali zkrácení trajektorie COP, v našem případě při vytvoření méně stabilní pozice (okluzní překážka) došlo k prodloužení délky trajektorie, ale signifikantní změna nalezena nebyla. Girouard (2020) zaznamenal také zmenšení A-P a M-L oscilací při stabilnější pozici TMK, nám se tento vzorec neprokázal. Hodnoty A-P a M-L oscilací s intervencí vycházely snížené i zvýšené za různých podmínek.

V případě vložení okluzní vložky by se dalo předpokládat, že dojde ke snížení stability nejen čelisti, ale také těla. Tato skutečnost se ve výsledcích této práce nepotvrdila, s vloženou intervencí se v některých podmínkách a parametrech výchylky, nebo délka trajektorie zvýšily a v jiných situacích naopak snížily.

Ve studiích a jejich výsledcích se autoři značně liší. Jedním z možných faktorů může být velká heterogenita studií. Metodika zpracování se často liší věkem, pohlavím, počtem probandů, délkou intervence, či metodou hodnocení posturální stability (Perillo, 2008).

Další nevýhodou studií je to, že část pracuje přímo s pacienty s TMD a porovnává je s asymptomatickou skupinou (Ries, 2008), jiní pracovali s asymptomatickými jedinci s tím, že u poloviny změnu v TMK nasimulovaly (Sakaguchi, 2007), další studie pracovaly pouze s jedinci s TMD (Girouard, 2020). V této práci jsme se rozhodly pro měření pouze zdravých probandů, kterým jsme TMD nasimulovali dočasnou tvrdou okluzní vložkou.

Největší nevýhodou této části práce byl počet probandů, ten by bylo v budoucích pracích nutné navýšit. Proto i statistické výsledky vycházející z této části práce je nutné brát v kontextu měřeného malého vzorku probandů. Tato problematika počtu probandů byla tak významná, že jsme se nakonec rozhodli změnit přístup a metodiku a pokračovat odlišným experimentem, ten byl prodiskutován již v části výše. Problematika malého počtu probandů však byla častým úkazem studií zkoumající tuto problematiku. brát

Při vyšetření oscilací je nutné také řešit věk probandů, protože větší oscilace těla se objevují u dětí a starší populace v porovnání se zdravými dospělými. Tato část byla v této práci splněna a věk probandů se nacházel mezi 20 a 45 lety.

Negativní roli ve výsledcích může hrát také délka intervence, pokud je příliš krátká, nemusí být ještě zaznamenána tělesnými systémy, případně pokud byly zaznamenány změny, může po ukončení intervence dojít k okamžitému návratu do původního stavu. (Ferrario, 1996). Délka intervence se řadí k dalším negativům této práce. Intervence působila na probandy celkem 15 minut, což by se dle výsledků mohlo zdát jako příliš krátká doba intervence. V budoucnu by bylo vhodné prodloužit dobu intervence a na větší skupině probandů sledovat, zda se posturální stabilita změní.

Bylo by vhodné s ohledem na všechny části této práce vytvořit dlouhodobé studie nebo randomizované kontrolní studie s větším počtem probandů, které by lépe reflektovaly, zda se TMD výrazněji odrážejí v ostatních segmentech těla a mohou jedinci způsobovat další diskomfort (Ohlendorf, 2014). V krátkodobých studiích, které sice objeví změny v držení těla i statisticky významné, nemusejí být významné klinicky.

V případě, že by tyto studie zaznamenaly významnou vzájemnou souvislost mezi TMD a jeho vlivem na rovnováhu, postavení hlavy, nebo vnímání SVV, byl by to další krok k tomu ozřejmit diagnostiku při obtížích v těchto systémech. Bylo by tím také dokázáno to, že se při obtížích s posturální stabilitou je vhodné kromě jiného myslet i na patologii v oblasti TMK. Stejně tak při bolestech, tuhosti nebo asymetrii v oblasti krční páteře nebo hlavy je vhodné doptat se na anamnézu související s TMK, případně ho vyšetřit.

ZÁVĚR

Tato diplomové práce shrnuje problematiku týkající se temporomandibulárního kloubu a jeho poruch na základě recentních dat.

Na základě výsledků z provedených experimentů bylo zjištěno, že existuje souvislost mezi temporomandibulární poruchou a jejím vlivem na držení těla.

Poté co byla aplikovaná okluzní vložka došlo ke změně posturální stability. Byla nalezena významná změna v oscilacích těla v anterioposteriorním směru před aplikací okluzní vložky a po jejím 5minutovém působení, a to za situace, kdy proband stál na měkké podložce bez zrakové kontroly. V žádné další podmínce neměl skusový bloček na tento ani jiný parametr žádný vliv.

Při hodnocení vlivu skusového bločku na vnímání SVV byla nalezena statistická významnost ve dvou případech. Statisticky významný rozdíl nastal v hodnotách změřených s vloženým skusovým bločkem a v hodnotách změřených po jeho odstranění. Druhý statisticky významný rozdíl byl pozorován při porovnání hodnot získaných před vložením bločku a po jeho odstranění.

V průběhu měření SVV se objevil trend, kdy probandi s vloženým skusovým bločkem vnímali SVV odchýlenou na stranu změněné okluze. Po odstranění skusového bločku nastala změna a probandi SVV vnímali odchýlenou proti směru změněné okluze.

Pozice hlavy ve frontální rovině aplikací skusového vložku ovlivněna nebyla, ani při vyšetření vsedě ani ve stoji. Ve stoji byly nalezeny větší rozdíly v pozici hlavy oproti měření vsedě. V pozici vsedě i ve stoji má hlava tendenci stáčet se na stranu skusového bločku.

REFERENČNÍ SEZNAM

ALOMAR, X, et al., 2007. Anatomy of the Temporomandibular Joint. *Seminars in Ultrasound CT and MRI: Emerging Ultrasound Technology* [online]. Philadelphia: W B Saunders Company, 28(3), 170-183 [cit. 2023-03-04]. ISSN 0887-2171. Dostupné z: doi: 10.1053/j.sult.2007.02.002

Ambler, Z. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]* (6., přeprac. a dopl. vyd.). Praha: Galén, 2006.

AMBLER, Z., 2011. Cervikokraniální syndrom. *Med. praxi* [online]. 8(4), 177-180 [cit. 2022-04-07]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/med/2011/04/07.pdf>

ANASTASOPOULOS, D. et al., 1999. The Role of Somatosensory Input for the Perception of Verticality. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. New York: New York Academy of Sciences, 871(1), 379-383 [cit. 2023-04-29]. ISSN 0077-8923. Dostupné z: doi:10.1111/j.1749-6632.1999.tb09199.x

BACCINI, M., et al., 2014. The assessment of subjective visual vertical: comparison of two psychophysical paradigms and age-related performance. *Attention, perception & psychophysics: a journal of the psychonomic society* [online]. Austin, Tex.: Psychonomic Society, 76(1), 112-122 [cit. 2023-04-22]. ISSN 1943-3921. Dostupné z: doi:10.3758/s13414-013-0551-9

BAGUST, J. et al., 2005. Use of a Computer Rod and Frame (CRAF) Test to assess errors in the perception of visual vertical in a clinical setting—A pilot study. *Clinical Chiropractic*, 8(3), 134-139 [cit. 2023-04-29].

BERGMANN, J. et al., 2015. The subjective postural vertical in standing: Reliability and normative data for healthy subjects. *Attention, perception & psychophysics: a journal of the psychonomic society* [online]. Austin, Tex.: Psychonomic Society, 77(3), 953-960 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1943-3921. Dostupné z: doi:10.3758/s13414-014-0815-z

BRAUN, Barbara Lafferty, 1991. Postural differences between asymptomatic men and women and craniofacial pain patients. *Arch Phys Med Rehabil* [online]. **72**(9), 653-656 [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.5555/uri:pii:000399939190208Z>

BRONSTEIN, ADOLFO M, 1999. The Interaction of Otolith and Proprioceptive Information in the Perception of Verticality: The Effects of Labyrinthine and CNS Disease. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. New York: New York Academy of Sciences, **871**(1), 324-333 [cit. 2023-04-29]. ISSN 0077-8923. Dostupné z: doi:[10.1111/j.1749-6632.1999.tb09195.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1999.tb09195.x)

BUESCHER, JENNIFER J., 2007. Temporomandibular joint disorders. *American family physician* [online]. Leawood, KS: American Academy of Family Physicians, **76**(10), 1477 [cit. 2023-03-16]. ISSN 0002-838X.

CARDINAL, L. et al., 2022. Evaluation of the three-dimensional (3D) position of cervical vertebrae in individuals with unilateral posterior crossbite. *Clinical oral investigations* [online]. Berlin: Springer, **26**(1), 463-469 [cit. 2022-04-28]. ISSN 1432-6981. Dostupné z: doi:[10.1007/s00784-021-04020-5](https://doi.org/10.1007/s00784-021-04020-5)

CRĂCIUN, Maria Daniela a Oana GEMAN, 2022. Effectiveness of Physiotherapy in the Treatment of Temporomandibular Joint Dysfunction and the Relationship with Cervical Spine. *Biomedicines* [online]. Basel, Switzerland: MDPI, **10**(11), 2962 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: doi:[10.3390/biomedicines10112962cr](https://doi.org/10.3390/biomedicines10112962cr)

CUTURI, Luigi F a Monica GORI, 2017. The Effect of Visual Experience on Perceived Haptic Verticality When Tilted in the Roll Plane. *Frontiers in neuroscience* [online]. Lausanne, Switzerland: Frontiers Research Foundation, **11**, 687 [cit. 2023-04-21]. ISSN 1662-4548. Dostupné z: doi:[10.3389/fnins.2017.00687](https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00687)

ČIHÁK, Radomír, 2002. Anatomie 2 Druhé, upravené a doplněné vydání. 2. Praha: Grada, 488 s. ISBN 80-247-0143-X.

D'ATTILIO, M. et al., 2005. The Influence of an Experimentally-Induced Malocclusion On Vertebral Alignment in Rats: A Controlled Pilot Study. *Cranio: the journal of craniomandibular practice* [online]. Chattanooga, Tenn.: Chroma, **23**(2), 119-129 [cit. 2022-04-28]. ISSN 0886-9634. Dostupné z: doi:10.1179/crn.2005.017

DAUBER, Wolfgang, 2007. Feneisův obrazový slovník anatomie. 3. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1456-1.

DINSDALE, A. et al., 2020. Are jaw range of motion, muscle function and proprioception impaired in adults with persistent temporomandibular disorders? A systematic review and meta-analysis. *Journal of oral rehabilitation* [online]. [Oxford, England]: Blackwell Science, **47**(11), 1448-1478 [cit. 2023-04-30]. ISSN 0305-182X. Dostupné z: doi:10.1111/joor.13090

DOCHERTY, S. et al., 2012. Perception of subjective visual vertical and horizontal in patients with chronic neck pain: A cross-sectional observational study. *Manual therapy* [online]. Edinburgh ; New York: Churchill Livingstone, **17**(2), 133-138 [cit. 2023-04-29]. ISSN 1356-689X. Dostupné z: doi:10.1016/j.math.2011.11.002

Dworkin SF, Le Resche L, 1992. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord.*6:301-55.

EKICI, Ömer a Hasan CAMCI, 2021. Relationship of temporomandibular joint disorders with cervical posture and hyoid bone position. *Cranio: the journal of craniomandibular practice* [online]. Chattanooga, Tenn.: Chroma, 1-10 [cit. 2022-04-06]. ISSN 0886-9634. Dostupné z: doi:10.1080/08869634.2021.1926745

FERRARIO, V. et al., 1996. Occlusion and center of foot pressure variation: Is there a relationship?. *The Journal of Prosthetic Dentistry* [online]. **76**(3), 302-308 [cit. 2022-02-27]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1016/S0022-3913(96)90176-6

FERRARIO, V. F. et al., 2000. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. *Journal of oral rehabilitation* [online]. [Oxford, England]: Blackwell Science, **27**(1), 33-40 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0305-182X. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2842.2000.00490.x

FERRARIO, V. F. et al., 2003. Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle. *Journal of oral rehabilitation* [online]. [Oxford, England]: Blackwell Science, **30**(1), 34-40 [cit. 2023-03-30]. ISSN 0305-182X. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2842.2003.00986.x

FERREIRA, M. et al., 2016. Subjective visual vertical with the bucket method in Brazilian healthy individuals. *Brazilian journal of otorhinolaryngology* [online]. São Paulo, SP, Brasil: ENT Brazilian Society, **82**(4), 442-446 [cit. 2023-04-30]. ISSN 1808-8694. Dostupné z: doi:10.1016/j.bjorl.2015.08.027

FESTA, F. et al., 2003. Relationship Between Cervical Lordosis and Facial Morphology in Caucasian Women with a Skeletal Class II Malocclusion: A Cross-Sectional Study. *Cranio: the journal of craniomandibular practice* [online]. Chattanooga, Tenn.: Chroma, **21**(2), 121-129 [cit. 2023-03-26]. ISSN 0886-9634. Dostupné z: doi:10.1080/08869634.2003.11746240

FICHERA, G. Et al., 2020. Craniomandibular Disorders in Pregnant Women: An Epidemiological Survey. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* [online]. **5**(2), 1-12 [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.3390/jfmk5020036

FINK, M. et al., 2003. The Functional Relationship Between the Craniomandibular System, Cervical Spine, and the Sacroiliac Joint: A Preliminary Investigation. *Cranio: the journal of craniomandibular practice* [online]. Chattanooga, Tenn.: Chroma, **21**(3), 202-208 [cit. 2023-04-02]. ISSN 0886-9634. Dostupné z: doi:10.1080/08869634.2003.11746252

FRANCOVÁ, K. a M. EBER, 2014. Okluzní interference – část druhá. *Česká stomatologie / Praktické zubní lékařství* [online]. **114**(2), s. 27-34 [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-stomatologie/2014-2/okluzni-interference-cast-druha-48761>

FRASER, L. et al., 2015. The Subjective Visual Vertical and the Subjective Haptic Vertical Access Different Gravity Estimates. *PloS one* [online]. San Francisco, CA: Public Library of Science, **10**(12), e0145528 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0145528

FUKATA, Kazuhiro, et al., 2017. The effects of aging on the subjective vertical in the frontal plane in healthy adults. *J. Phys. Ther. Sci.* [online]. **29**(11), 1950–1953 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/29/11/29_jpts-2017-366/_pdf

GARSTKA, A, et al., 2022. Cause-Effect Relationships between Painful TMD and Postural and Functional Changes in the Musculoskeletal System: A Preliminary Report. *Pain research & management: the journal of the Canadian Pain Society = journal de la société canadienne pour le traitement de la douleur* [online]. Oakville, Ont.: Pulsus Group, **2022**, 1-14 [cit. 2022-09-06]. ISSN 1203-6765. Dostupné z: doi:10.1155/2022/1429932

GIROUARD, Patrick, Paul STARK a Ben SUTTER, 2020. Treatment of Temporomandibular Joint Disorders with an Oral Orthotic Provides Postural Stabilization: A Retrospective Cohort Analysis. *Advanced Dental Technologies & Techniques* [online]. **3**(1), 63-72 [cit. 2022-04-18]. ISSN 2640-1932. Dostupné z: <file:///C:/Users/filip/Downloads/18580-treatment-of-temporomandibular-joint-disorders-with-an-oral-orthotic-provides-postural-stabilization-a-retrospective-cohort-analysis.pdf>

GROD, Jaroslaw P.; DIAKOW, Peter R, 2002. Effect of neck pain on verticality perception: a cohort study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. **83**(3), 412-415 [cit. 2023-04-29].

HANÁKOVÁ, D., B. JUREČEK a P. KONEČNÝ, 2005. Zhodnocení efektu propriosenzitivního reedukačního cvičení při léčbě temporomandibulárních poruch. *Čes. Stomat.* [online]. **105**(1), 30–34 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-stomatologie/2005-1/zhodnoceni-efektu-propriosenzitivniho-reedukacniho-cviceni-pri-lecbe-temporomandibularnich-poruch-5535/download?hl=cs>

HEŘMAN, Jan, Tomáš FÜRST a Richard SALZMAN, 2022. Vyšetření subjektivní vizuální vertikály pomocí upraveného kbelíku (SVV bucket test). *Neurol. praxi.* [online]. **23**(5), 413-416 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.36290/neu.2021.016>

HIGASHIYAMA, Atsuki, Mark HOLLINS a William MAIXNER, 2006. Tactile orientation constancy: Do proprioception and attention affect the tactile vertical?. *Japanese psychological research* [online]. [Tokyo]: Japanese Psychological Association, **48**(4), 255-269 [cit. 2023-04-30]. ISSN 0021-5368. Dostupné z: doi:10.1111/j.1468-5884.2006.00322.x

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, Tatjana.

HLIŇÁKOVÁ, P. et al., 2012. Výsledky konzervativní léčby pacientů s poruchami temporomandibulárního kloubu. *Česká stomatologie / Praktické zubní lékařství* [online]. **112**(5), 89-96 [cit. 2022-02-16]. ISSN 1805-4471. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-stomatologie/2012-5/vysledky-konzervativni-lecby-pacientu-s-poruchami-temporomandibularniho-kloubu-38753>

HORAK, Fay B, 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and ageing* [online]. [Oxford, England]: Oxford University Press, **35**(suppl_2), ii7-ii11 [cit. 2023-04-29]. ISSN 0002-0729. Dostupné z: doi:10.1093/ageing/afl077

Huggare, J. Å., Raustia, A. M., & Makofsky, H. W. 1992. Head Posture and Cervicovertebral and Craniofacial Morphology in Patients with Craniomandibular Dysfunction. *CRANIO®*, 10(3), 173–179. doi:10.1080/08869634.1992.11677908
10.1080/08869634.1992.11677908

HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK, 2017. *Memorix Anatomie*. 4. Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.

CHANG, Chih-ling, Ding-han WANG, Mu-chen YANG, Wun-eng HSU a Ming-lun HSU, 2018. Functional disorders of the temporomandibular joints: Internal derangement of the temporomandibular joint. *The Kaohsiung journal of medical sciences* [online]. [Kaohsiung City, Taiwan, Republic of China]: Kaohsiung Medical College, **34**(4), 223-230 [cit. 2022-09-05]. ISSN 1607-551X. Dostupné z: doi:10.1016/j.kjms.2018.01.004

IVKOVIC, Nedeljka a Maja RACIC, 2018. Structural and Functional Disorders of the Temporomandibular Joint (Internal Disorders). *Maxillofacial Surgery and Craniofacial Deformity* [online]. [cit. 2022-09-09]. Dostupné z: doi:DOI: 10.5772/intechopen.81937

KAMAL, Adeel Tahir a Mubassar FIDA, 2019. Evaluation of cervical spine posture after functional therapy with twin-block appliances: A retrospective cohort study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* [online]. St. Louis, MO: Mosby, **155**(5), 656-661 [cit. 2023-05-06]. ISSN 0889-5406. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajodo.2018.06.012

KHERADMAND, Amir a Ariel WINNICK, 2017. Perception of Upright: Multisensory Convergence and the Role of Temporo-Parietal Cortex. *Frontiers in neurology* [online]. [Lausanne]: Frontiers Research Foundation, **8**, 552 [cit. 2023-04-30]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2017.00552

KIBANA, Y, T ISHIJIMA a T HIRAI, 2002. Occlusal support and head posture. *Journal of oral rehabilitation* [online]. [Oxford, England]: Blackwell Science, **29**(1), 58-63 [cit. 2023-05-05]. ISSN 0305-182X. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2842.2002.00794.x

KOH, H a P G ROBINSON, 2004. Occlusal adjustment for treating and preventing temporomandibular joint disorders. *Journal of oral rehabilitation* [online]. [Oxford, England]: Blackwell Science, **31**(4), 287-292 [cit. 2023-03-15]. ISSN 0305-182X. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2842.2003.01257.x

KORBMACHER, Heike a L. KOCH, 2007. Associations between orthopaedic disturbances and unilateral crossbite in children with asymmetry of the upper cervical spine. *European Journal of Orthodontics* [online]. **29**(1), 100-104 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: doi:https://doi-org.ezproxy.is.cuni.cz/10.1093/ejo/cj1066

KUSHAGRA, Maini a Anterpreet DUA, 2020. Temporomandibular Syndrome. StatPearls Publishing: StatPearls [Internet] [online]. [cit. 2023-03-04].

LEWIT, Karel, 2003. Manipulační léčba v myoskeletální medicíně. 5. přepracované vydání. Praha: Sdělovací technika, 411 s. ISBN 80-86645-04-5.

LÖVGREN, A. et al., 2016. Validity of three screening questions (3Q/TMD) in relation to the DC/TMD. *Journal of Oral Rehabilitation* [online]. **43**(10), 729-736 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: https://doi-org.ezproxy.is.cuni.cz/10.1111/joor.12428

MACHOŇ, Vladimír et al., 2008. Léčba onemocnění čelistního kloubu [online]. Praha: Grada Publishing [cit. 2022-04-10]. ISBN 978-80-247-6281-4.

MACHOŇ, V. a J. PASKA, 2007. Stres jako etiologický faktor onemocnění čelistního kloubu. *Prakt. zub. Lék.* [online]. **55**(6), 107–109. [cit. 2022-09-09]. Dostupné z: <http://cspzl.dent.cz/pdfs/sto/2007/06/08.pdf>

MANFREDINI, D, G CHIAPPE a M BOSCO, 2006. Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD) axis I diagnoses in an Italian patient population. *Journal of oral rehabilitation* [online]. [Oxford, England]: Blackwell Science, **33**(8), 551-558 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0305-182X. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2842.2006.01600.x

MICHALOWICZ, B. et al., 2000. No Heritability of Temporomandibular Joint Signs and Symptoms. *Journal of dental research* [online]. Baltimore, Md.: Journal of Dental Research, **79**(8), 1573-1578 [cit. 2023-04-08]. ISSN 0022-0345. Dostupné z: doi:10.1177/00220345000790080801

MICHELSON, P. et al., 2018. Assessment of Subjective Visual Vertical (SVV) Using the “Bucket Test” and the Virtual SVV System. *American Journal of Audiology* [online]. **27**(3), 249-259 [cit. 2023-04-30]. ISSN 1059-0889. Dostupné z: doi:10.1044/2018_AJA-17-0019

MULLER-WACHENDORFF, R., 1961. Untersuchungen über die Häufigkeit des Auftretens von Gebißanomalien in Verbindung mit Skelettdeformierungen mit besonderer Berücksichtigung der Skoliosen. *Fortschritte Der Kieferorthopädie*, **22**(4), 399–408. doi:10.1007/bf02198266

NOTA, A. et al., 2017. Postural stability in subjects with temporomandibular disorders and healthy controls: A comparative assessment. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. **37**, 21-24 [cit. 2022-04-09]. ISSN 1050-6411. Dostupné z: doi:10.1016/j.jelekin.2017.08.006

OHLENDORF, D. et al., 2014. The effects of a temporarily manipulated dental occlusion on the position of the spine: a comparison during standing and walking. *The spine journal* [online]. [Amsterdam]: Elsevier Science, **14**(10), 2384-2391 [cit. 2023-05-06]. ISSN 1529-9430. Dostupné z: doi:10.1016/j.spinee.2014.01.045

ORGERET, G, 2011. Rehabilitation of Patients Suffering from Parkinson's Disease by Normotensive Therapy. In *Diagnostics and Rehabilitation of Parkinson's Disease*. IntechOpen.

PEÑAS, F. D. L. a Peter SVENSSON, 2016. Myofascial Temporomandibular Disorder. *Current Rheumatology Reviews* [online]. **12**(1), 40-54 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <http://www.pacientesatm.com/wp-content/uploads/2016/06/Myofascial-Temporomandibular-Disorders.pdf>

PERILLO, L. et al., 2008. Dental occlusion and body posture in growing subjects. A population-based study in 12-year-old Italian adolescents. *International Dentistry SA* [online]. **10**(6), 46-53 [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Letizia-Perillo/publication/237738286_Dental_occlusion_and_body_posture_in_growing_subjects_A_population-based_study_in_12-year-old_Italian_adolescents/links/0046353907e629d622000000/Dental-occlusion-and-body-posture-in-growing-subjects-A-population-based-study-in-12-year-old-Italian-adolescents.pdf

PERINETTI, G. Et al., 2013. The diagnostic potential of static body-sway recording in orthodontics: a systematic review. *European journal of orthodontics* [online]. Oxford: Oxford University Press, **35**(5), 696-705 [cit. 2023-03-26]. ISSN 0141-5387. Dostupné z: doi:10.1093/ejo/cjs085

PFEIFFER, J. Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi (1. vyd.). Praha: Grada, 2007

POVEDA RODA, Rafael. Et al., 2007. Review of temporomandibular joint pathology: Part I: Classification, epidemiology and risk factors. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal* [online]. Valencia, España: Medicina Oral SL, **12**(4), 292 [cit. 2023-04-07]. ISSN 1698-4447.

PRADHAM, N. et al., 2001. Mandibular deviations in TMD and non-TMD groups related to eye dominance and head posture. *J Clin Pediatr Dent* [online]. **25**(2), 147-155 [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: https://www.posturalrestoration.com/_resources/e30d:msci71-67/files/1092139z1cec6c87/fn/Mandibular%20deviations.pdf

PROGIANTE, P. S. et al. 2015. Prevalence of Temporomandibular Disorders in an Adult Brazilian Community Population Using the Research Diagnostic Criteria (Axes I and II) for Temporomandibular Disorders (The Maringá Study). *Int J Prosthodont* [online]. (28), 600–609 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: doi:doi: 10.11607/ijp.4026

PURVES, D. 2004 Neuroscience (3rd ed. vyd.). Sunderland, Mass.: Sinauer Associates, Publishers,

REITER, S. et al., 2012. Masticatory muscle disorders diagnostic criteria: the American Academy of Orofacial Pain versus the research diagnostic criteria/temporomandibular disorders (RDC/TMD). *Journal of oral rehabilitation* [online]. [Oxford, England]: Blackwell Science, **39**(12), 941-947 [cit. 2023-03-15]. ISSN 0305-182X. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2842.2012.02337.x

RIES, Lilian Gerdi Kittel a Fausto BÉRZIN, 2008. Analysis of the postural stability in individuals with or without signs and symptoms of temporomandibular disorder. *Brazilian oral research* [online]. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, **22**(4), 378-383 [cit. 2023-03-28]. ISSN 1806-8324. Dostupné z: doi:10.1590/S1806-83242008000400016

SAEYS, W. et al., 2010. Suppression of the E-effect during the subjective visual and postural vertical test in healthy subjects. *European journal of applied physiology* [online]. Heidelberg: Springer-Verlag Heidelberg, **109**(2), 297-305 [cit. 2023-04-30]. ISSN 1439-6319. Dostupné z: doi:10.1007/s00421-010-1355-4

SAITO, E. et al., 2009. Global Body Posture Evaluation in Patients with Temporomandibular Joint Disorder. *Clinics* [online]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, **64**(1), 35-39 [cit. 2023-03-26]. ISSN 1807-5932. Dostupné z: doi:10.1590/S1807-59322009000100007

SAKAGUCHI, K. et al., 2007. Examination of the Relationship Between Mandibular Position and Body Posture. *Cranio: the journal of craniomandibular practice* [online]. Chattanooga, Tenn.: Chroma, **25**(4), 237-249 [cit. 2023-03-01]. ISSN 0886-9634. Dostupné z: doi:10.1179/crn.2007.037

SCHIFFMAN, Eric. et al. 2014. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: Recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network* and Orofacial Pain Special Interest Group†. *J Oral Facial Pain Headache* [online]. **28**(1), 6-27 [cit. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4478082/>

SCHWARZ, Aline J, Dominik STRAUMANN a Alexander A TARNUTZER, 2015. Diurnal Fluctuations of Verticality Perception – Lesser Precision Immediately after Waking up in the Morning. *Frontiers in neurology* [online]. [Lausanne]: Frontiers Research Foundation, **6**, 195 [cit. 2023-04-22]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2015.00195

SILVESTRINI-BIAVATI, A., MIGLIORATI, M., DEMARZIANI, E. *et al.* Clinical association between teeth malocclusions, wrong posture and ocular convergence disorders: an epidemiological investigation on primary school children. *BMC Pediatr* **13**, 12 (2013). <https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-12>

STANDRING, S. Gray's Anatomy: the anatomical basis of clinical practice (41. edition. vyd.). New York: Elsevier Limited, 2016.

STRINI, Paulinne Junqueira Silva Andresen, Naila Aparecida de Godoi MACHADO *et al.* Postural evaluation of patients with temporomandibular disorders under use of occlusal splints. *Journal of applied oral science* [online]. Bauru, SP, Brazil: University of São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru, 2009, 17(5), 539-543 [cit. 2023-02-27]. ISSN 1678-7757. Dostupné z: doi:10.1590/S1678-77572009000500033

ŠIDLAUSKIENĖ, M. *et al.*, 2015. Relationships between Malocclusion, Body Posture, and Nasopharyngeal Pathology in Pre-Orthodontic Children. *Medical science monitor: international medical journal for experimental and clinical research* [online]. Warsaw, Poland: Medical Science International, **21**, 1765-1773 [cit. 2023-03-26]. ISSN 1234-1010. Dostupné z: doi:10.12659/MSM.893395

THANATHORNWONG, Bhornsawan a Wattana JALAYONDEJA, 2020. Vibrotactile - Feedback Device for Postural Balance Among Malocclusion Patients. *IEEE journal of translational engineering in health and medicine* [online]. New York, NY: Institute of Electrical and Electronics Engineers, **8**, 1-6 [cit. 2022-10-12]. ISSN 2168-2372. Dostupné z: doi:10.1109/JTEHM.2020.2990527

TORISU, T. et al., 2014. Modulation of neck muscle activity induced by intra-oral stimulation in humans. *Clinical neurophysiology / official organ of International Federation of Clinical Neurophysiology* [online]. Shannon, Amsterdam, London, New York: Elsevier, **125**(5), 1006-1011 [cit. 2023-03-28]. ISSN 1388-2457. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinph.2013.10.018

TROUSSELARD, M. et al., 2004. Contribution of tactile and interoceptive cues to the perception of the direction of gravity. *Brain research. Cognitive brain research*, 20(3), 355-62. doi:10.1016/j.cogbrainres.2004.03.008

URBAN, František a František NEUWIRT, 1964. *Stomatologie*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 243 s.

VELEBOVÁ, K. a D. SMÉKAL, 2006. DIAGNOSTIKA TEMPOROMANDIBULÁRNÍCH PORUCH. *Rehabil. fyz. Lék* [online]. **13**(3), 134–144 [cit. 2023-03-15]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2006-3/diagnostika-temporomandibularnich-poruch-4886/download?hl=cs>

YOUNG, Andrew L, 2015. Internal derangements of the temporomandibular joint: A review of the anatomy, diagnosis, and management. *Journal of Indian Prosthodontic Society* [online]. Mumbai: Medknow Publications, 15(1), 2-7 [cit. 2023-03-04]. ISSN 0972-4052. Dostupné z: doi:10.4103/0972-4052.156998

ZEMEN, Jiří, 1999. *Konzervativní léčba temporomandibulárních poruch*. Praha: Galén. Alma mater. ISBN 8072620053.

ZWERGAL A, RETTINGER N, FRENZEL C, et al. A bucket of static vestibular function. *Neurology*. 2009;72:1689-1692.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Anatomie temporomandibulárního kloubu (Čihák, 2002).

Obrázek 2: Čelistní kloub, ligamenta (Čihák, 2002).

Obrázek 3: Studie s okluzní překážkou na animálních subjektech (D'Attilio, 2005)

Obrázek 4: Časová osa průběhu první části experimentu

Obrázek 5: Čelenka s QR kódy (archiv autorky)

Obrázek 6 a 7: Detaily kyblíku pro Bucket metodu, čára na dně a stupnice na zevní straně (archiv autorky)

Obrázek 8: Proband při měření SVV (archiv autorky)

Obrázek 9: Proband s čelenkou s QR kódy pro snímání pozice hlavy ve frontální rovině (archiv autorky)

Obrázek 10: Skusový bloček (archiv autorky)

Obrázek 11: Ukázka umístění skusového bločku v pravé straně úst (archiv autorky).

Obrázek 12: Časová osa průběhu druhé části experimentu

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Výsledky měření Bucket metodou u všech probandů se zvýrazněním průměrných hodnot, SVV – subjektivní zraková vertikála

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: SVV – charakteristika naměřených hodnot

Tabulka 2: SVV – analýza hodnot, CI 95 % - 95% Confidence Interval

Tabulka 3: Pozice hlavy – charakteristika hodnot v pozici vsedě

Tabulka 4: Pozice hlavy – analýza hodnot v pozici vsedě

Tabulka 5: Pozice hlavy – charakteristika hodnot v pozici ve stoji

Tabulka 6: Pozice hlavy – analýza hodnot v pozici ve stoji

PŘÍLOHY

Příloha 1: Informovaný souhlas probanda

INFORMOVANÝ SOUHLAS PROBANDA

Vážená paní/ vážený pane,

Žádám vás tímto o spolupráci na výzkumu v rámci mé diplomové práce s názvem „Vliv temporomandibulární dysfunkce na pozici hlavy“, v oboru aplikovaná fyzioterapie pod vedením doc. PhDr. Ondřeje Čákrta, Ph.D.

Tato diplomová práce zkoumá vliv dočasně experimentálně změněného skusu na pozici hlavy a na subjektivní vnímání vertikály.

Pro účely praktické části diplomové práce proběhne vyšetření subjektivní zrakové vertikály pomocí tzv. Bucket method a vyšetření pozice hlavy pomocí čelenky s připevněnými QR kódy, které budou snímány počítačovým programem. Tato vyšetření proběhnou před, během a po intervenci.

Informace o vaší osobě budou shromažďovány a zpracovávány jen pro potřeby vypracování a prezentování této diplomové práce a budou brány za zcela důvěrné. Veškerá získaná data budou anonymizována a nebudou nijak vázána na vaši osobu.

Vaše účast v této studii je dobrovolná a můžete ji v průběhu kdykoli ukončit.

Velice vám děkuji za účast.

Nikola Veselá, autorka diplomové práce, studentka 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy

PROHLÁŠENÍ

Souhlasím s mou účastí v této studii. Souhlasím s poskytnutím informací Nikole Veselé pro účely výše popsané studie. Souhlasím se zpracováním a následným publikováním získaných údajů pro účely diplomové práce v souladu s výše uvedenými informacemi.

V:

Dne:

Jméno:

Podpis:

Příloha 2: DC/TMD Taxonomická klasifikace pro temporomandibulární poruchy, (Schiffman et al., 2014).

I. Poruchy temporomandibulárního kloubu		
1. Bolesti kloubu	A) Artralgie B) Artritida	
2. Poruchy kloubu	A) Poruchy disku B) Poruchy s hypomobilitou, rozdílné od poruch disku C) Poruchy s hypermobilitou	A1) Dislokace disku s redukcí A2) Dislokace disku s redukcí s občasným zamčením A3) Dislokace disku bez redukce s omezeným otevíráním A4) Dislokace disku bez redukce bez omezeného otevírání B1) Srůst/přilnutí B2) Ankylóza B2a) Vazivová B2b) Kostěná C1) Dislokace C1a) Subluxace C1b) Luxace
3. Onemocnění kloubu	A) Degenerativní poruchy kloubu B) Systémová artritida C) Destrukce kondylu/idiopatická reorpce kondylu D) Osteochondrosis dissecans E) Osteonekróza F) Nádor G) Synoviální chondromatóza	A1) Osteoartróza A2) Osteoartritida
4. Fraktury		
5. Vrozené/Vývojové poruchy	A) Aplázie B) Hypoplázie C) Hyperplázie	
II. Poruchy žvýkacích svalů		
1. Bolesti svalů	A) Myalgie B) Tendinitida C) Myositida D) Spasmus	A1) Lokální myalgie A2) Myofasciální bolest A3) Myofasciální bolest se zřetěžením
2. Kontraktura		
3. Hypertrofie		
4. Nádor		
5. Poruchy hybnosti	A) Orofaciální dyskineze B) Oromandibulární dystonie	
6. Bolest žvýkacích svalů patřící k systémové/centrální bolestivé poruše	A) Fibromyalgie/šířící se bolest	
III. Bolesti hlavy		
1. Bolest hlavy patřící k TMD		
IV. Přidružené struktury		
1. Hyperplázie koronoideu		

Příloha 3: Analýza dat z posturální stabilometrie

Paired Samples T-Test							
p				p			
P1 - SP total	P7 SP total	Student's t	0,600	P1 - SP total	P13 SP total	Student's t	0,962
		Wilcoxon W	0,844			Wilcoxon W	0,438
P1 SP AP	P7 SP AP	Student's t	0,624	P1 SP AP	P13 SP AP	Student's t	0,907
		Wilcoxon W	0,598			Wilcoxon W	1,000
P1 SP ML	P7 SP ML	Student's t	0,723	P1 SP ML	P13 SP ML	Student's t	0,897
		Wilcoxon W	0,752			Wilcoxon W	0,787
P1 SA	P7 SA	Student's t	0,867	P1 SA	P13 SA	Student's t	0,813
		Wilcoxon W	1,000			Wilcoxon W	1,000
P2 SP total	P8 SP total	Student's t	0,877	P2 SP total	P14 SP total	Student's t	0,867
		Wilcoxon W	0,787			Wilcoxon W	1,000
P2 SP AP	P8 SP AP	Student's t	0,003	P2 SP AP	P14 SP AP	Student's t	0,203
		Wilcoxon W	0,035			Wilcoxon W	0,233
P2 SP ML	P8 SP ML	Student's t	0,636	P2 SP ML	P14 SP ML	Student's t	0,351
		Wilcoxon W	0,563			Wilcoxon W	0,279
P2 SA	P8 SA	Student's t	0,732	P2 SA	P14 SA	Student's t	0,863
		Wilcoxon W	0,892			Wilcoxon W	1,000
P3 SP total	P9 SP total	Student's t	0,474	P3 SP total	P15 SP total	Student's t	0,345
		Wilcoxon W	0,563			Wilcoxon W	0,281
P3 SP AP	P9 SP AP	Student's t	0,718	P3 SP AP	P15 SP AP	Student's t	0,264
		Wilcoxon W	0,824			Wilcoxon W	0,223
P3 SP ML	P9 SP ML	Student's t	0,281	P3 SP ML	P15 SP ML	Student's t	0,137
		Wilcoxon W	0,313			Wilcoxon W	0,058
P3 SA	P9 SA	Student's t	0,590	P3 SA	P15 SA	Student's t	0,583
		Wilcoxon W	0,416			Wilcoxon W	0,789
P4 SP total	P10 SP total	Student's t	0,133	P4 SP total	P16 SP total	Student's t	0,908
		Wilcoxon W	0,156			Wilcoxon W	0,855
P4 SP AP	P10 AP	Student's t	0,156	P4 SP AP	P16 SP AP	Student's t	0,765
		Wilcoxon W	0,031			Wilcoxon W	0,713
P4 SP ML	P10 SP ML	Student's t	0,533	P4 SP ML	P16 SP ML	Student's t	0,983
		Wilcoxon W	0,688			Wilcoxon W	0,855
P4 SA	P10 SA	Student's t	0,343	P4 SA	P16 SA	Student's t	0,693
		Wilcoxon W	0,688			Wilcoxon W	0,854
P5 SP total	P11 SP total	Student's t	0,264	P5 SP total	P17 SP total	Student's t	0,685
		Wilcoxon W	0,563			Wilcoxon W	0,855
P5 SP AP	P11 SP AP	Student's t	0,490	P5 SP AP	P17 SP AP	Student's t	0,472
		Wilcoxon W	0,688			Wilcoxon W	0,584
P5 SP ML	P11 SP ML	Student's t	0,116	P5 SP ML	P17 SP ML	Student's t	0,142
		Wilcoxon W	0,201			Wilcoxon W	0,201
P5 SA	P11 SA	Student's t	0,338	P5 SA	P17 SA	Student's t	0,663
		Wilcoxon W	0,418			Wilcoxon W	1,000
P6 SP total	P12 SP total	Student's t	0,130	P6 SP total	P18 SP total	Student's t	0,227
		Wilcoxon W	0,156			Wilcoxon W	0,281
P6 SP AP	P11 SP AP	Student's t	0,061	P6 SP AP	P18 SP AP	Student's t	0,296
		Wilcoxon W	0,063			Wilcoxon W	0,418
P6 SP ML	P11 SP ML	Student's t	0,315	P6 SP ML	P18 SP ML	Student's t	0,415
		Wilcoxon W	0,418			Wilcoxon W	0,418
P6 SA	P11 SA	Student's t	0,176	P6 SA	P18 SA	Student's t	0,549
		Wilcoxon W	0,313			Wilcoxon W	0,787

P1 atd. – podmínka 1 atd., SP total - celková délka trajektorie COP, SP AP - Výchylky těla v anterioposteriorním směru, SP ML - Výchylky těla v mediolaterálním směru, SA - celkové plochy výchylek COP