

OZONOTERAPIE A JEJÍ UŽITÍ V RÁMCI LÉČBY ONEMOCNĚNÍ ČELISTNÍHO KLOUBU

OZONE THERAPY AND ITS USE IN TREATING TEMPOROMANDIBULAR JOINT DISORDERS

kazuistika

Jiří Kucharský¹
František Rusznyák²

¹RDK FN, Brno

²KÚČOCH FN, Brno

Přijato: 30. 1. 2015.

Korespondenční adresa:

MUDr. Jiří Kucharský
RDK FN Brno
Jihlavská 340/20, 625 00 Brno
e-mail: kucharskyjiri@gmail.com

Článek vznikl v rámci projektu
MUNI/A/1001/2013 Grantové
agentury MU.

Konflikt zájmů: žádný.

SOUHRN

Kucharský J, Rusznyák F. Ozonoterapie a její užití v rámci léčby onemocnění čelistního kloubu

Ozon (O_3) je složen ze tří atomů kyslíku a je silným oxidantem v důsledku značného dipólového momentu, který je velmi nestabilní. Ozon může být potencionálně nebezpečný, přesto mnohé studie dokazují taktéž jeho terapeutické účinky. Možné terapeutické využití ozonu jsou studovány již více než jedno století. Při správném dávkování nebyly zjištěny závažné nežádoucí účinky této léčby a v případě minimálních nežádoucích účinků se jedná o účinky preventabilní. Ozon se používá jako prostředek k dezinfekci a mnoha dalším léčebným účelům. Do skupiny onemocnění čelistního kloubu se řadí poměrně často se vyskytující stavy zejména u dospělých, které jsou charakterizovány především bolestmi a zvukovými fenomény provázejícími pohyb čelisti a změnou hybnosti čelisti. Ženy jsou postiženy častěji než muži, etiologie tohoto onemocnění zatím není plně objasněna. V současné době se uvažuje především o multifaktoriální teorii. V této kazuistice jsou popsány první zkušenosti s intraartikulární aplikací ozonu při léčbě onemocnění temporomandibulárního kloubu.

Klíčová slova: ozon, ozonová terapie, intraartikulární aplikace ozonu, onemocnění temporomandibulárního kloubu.

SUMMARY

Kucharský J, Rusznyák F. Ozone therapy and its use in treating temporomandibular joint disorders

Ozone (O_3) gas is a molecule consisting of three atoms of oxygen and powerful oxidant with dynamically unstable structure due to the presence of mesomeric states. Although O_3 has potential dangerous effects, yet many studies confirm that it has also many therapeutic effects. Ozone therapy has been utilized and heavily studied for more than a century. Its effects are proven, consistent, safe and with minimal and preventable side effects. Temporomandibular joint disorders are common in adults; temporomandibular joint (TMJ) disorder refers to a cluster of conditions characterized by pain in the TMJ or its surrounding tissues, functional limitations of the mandible, or clicking in the TMJ during motion. The etiology of TMJ disorders remains unclear, but it is likely multifactorial. In this case report first experiences with the use of intraarticular application of ozone in treating TMJ are reviewed.

Key words: ozone, ozone therapy, intraarticular application of ozone, temporomandibular joint disorders.

ÚVOD

Ozon O_3 (z řeckého *oζw, ozó, voním*, podle intenzivního zápachu v nepatrných koncentracích) je bezbarvý plyn palčivého zápachu, po chemické stránce složený ze tří molekul kyslíku (1).

Za normálních podmínek se jedná o vysoce reaktivní plyn s mimořádně silnými oxidačními účinky. Při teplotě $-112\text{ }^{\circ}\text{C}$ kondenzuje na kapalný tmavě modrý ozon a při $-193\text{ }^{\circ}\text{C}$ se tvoří červenofialový pevný ozon. Třímolekulová vazba kyslíku je díky značnému dipólovému momentu velmi nestabilní a rozpadá se za vzniku O_2 a energie, která se využívá v oxidačních reakcích (2). Ve stratosféře ozon vytváří ozónovou vrstvu, která absorbuje značnou část ultrafialového záření dopadajícího na Zemi, a chrání nás tak před škodlivými vlivy UV záření.

HISTORIE OZONOVÉ TERAPIE

Ozonoterapie a možnosti jejího využití jsou zkoumány více než jedno století, i když v počátcích byly postoje vůči léčebnému užití ozonu skeptické, efekt této léčby je v současnosti vědecky potvrzen v rámci četných studií. Při správném dávkování nebyly zjištěny závažné nežádoucí účinky této léčby a v případě minimálních nežádoucích účinků se jedná o účinky preventabilní (1).

Ozon se používá již přes 150 let jako prostředek k dezinfekci ran a mnoha dalším léčebným účelům, v některých zdrojích se uvádí až 114 nemocí, které se dají pomocí ozonu léčit, jen pro ilustraci lze uvést např. nemoci kardiovaskulárního ústrojí, makulární degenerace, virová onemocnění, parodontóza, revmatoidní artritida, diabetes mellitus a některá nádorová onemocnění (1, 3). První ozonový generátor si nechal v USA patentovat v roce 1896 geniální vynálezce a fyzik Nikola Tesla, který později založil „Tesla ozone company“ (4). Během první světové války byly při dezinfekci ran ozonem objeveny kromě jeho antibakteriálních účinků také účinky hemodynamické a protizánětlivé, resp. účinky imunostimulační (1).

V pozdních osmdesátých letech 20. století byly testovány možné léčebné účinky ozonu (resp. O_3 autohematerapie) u pacientů trpících AIDS. *In vitro* ozon vykazoval dobré výsledky při dezinfekci extrakorporálních vzorků krve od pacientů s AIDS. *In vivo* se tento léčebný efekt ozonu bohužel nepotvrdil (5, 6). V odborné literatuře lze dohledat klinické studie věnující se podrobněji terapii ozonem u hernií meziobratlových plotének, osteoartrid kolenních kloubů (7–10). Možnosti léčebného využití ozonu jsou dále zkoumány například u akutních nekrotizujících pankreatitid (11) či peritonitid (12) a dalších onemocnění.

MECHANISMY ÚČINKU

Je velmi zajímavé sledovat vývoj v rámci chápání toxických substancí jako primárně pro lidský organismus toxických. Například ještě před 20 lety byly jak oxid dusnatý, tak oxid uhelnatý považovány pouze za plyny znečišťující ovzduší, dnes se nepochybuje o esenciálním významu těchto plynů v rámci metabolických reakcí v lidském organismu (3). Stejně tak toxický hydrogen sulfid je dnes používán jako lék proti osteoporóze (13, 14) a nízké dávky radiačního záření k pro-

dlužování životnosti buněk pomocí mechanismu radiační hormézy (15). Je tedy zcela zjevné, že se v těchto případech jedná o toxicitu dependentní na dávce. Stejně tak v případě ozonu, který je znám svou inhalační toxicitou, bylo na jeho potencionální terapeutické využití z tohoto důvodu nahlíženo skepticky.

Mechanismy účinku ozonu se liší u různých druhů aplikací jako např. autohemoterapie, pomalá intravenózní, intraarteriální či peri-intraartikulární aplikace (16). Jako potencionální mechanismus účinku ozonu je v odborné literatuře mj. zvažován oxidační stres a ovlivnění nukleárních transkripčních faktorů (3). Jak již bylo zmíněno, ozon je znám svou inhalační toxicitou.

Pryor et al. (17) již popsali hlavní mechanismy inhalační toxicity ozonu. Po vdechnutí ozon reaguje s polynenasycenými mastnými kyselinami, které jsou součástí plicního surfaktantu za vzniku specifických tzv. „lipid ozonation products“ (LOPs), které se uplatňují jako hlavní mediátory. Tyto produkty pak mohou aktivovat specifické lipázy jako fosfolipázu A2 a fosfolipázu C s následným uvolněním kyseliny arachidonové, která se dále může přeměnit na četné zánětlivé mediátory jako prostaglandiny a destičky aktivující faktory působící zánětlivou odpověď aktivací lipooxygenázy a cyklooxygenázy (17).

V případě krve však hrají důležitou roli antioxidantní mechanismy, které v případě malých a přesně kontrolovaných dávek ozonu mohou vlivem zmírnění oxidačního stresu umožnit terapeutické působení ozonu (3). V rámci terapie výhřezu meziobratlových plotének se uvažuje o čtyřech hlavních mechanismech účinku (18):

1. Ozon působí protizánětlivě v důsledku inhibice rozpadu kyseliny arachidonové na zánětlivé prostaglandiny. Výsledkem snížení koncentrace zánětlivých mediátorů je tedy i subsekventní zmírnění bolesti.
2. Vzhledem k tomu že herniovaný disk může utlačovat arterie a cévy, omezovat průtok a způsobovat flebostázu či stenózu arterie vedoucí k vážné hypoxémii oblasti, aplikace ozonu s následnou hyperoxygenací tak působí přímými a nepřímými mechanismy snížení bolesti.
3. Ozon také jako velice silné oxidační činidlo působí rozpad některých řetězců glykosaminoglykanů v nucleus pulposus a redukuje jejich schopnost zadržovat vodu. Zmenšení objemu herniovaného disku má za následek antalgický efekt.
4. Stimulaci aktivity fibroblastů ozon iniciuje reparační procesy.

Existují však různé metody aplikace ozonu jako intradiskální, paraverterbrální a juxtaforaminální, ne u všech těchto metod se vyskytují všechny výše popsané mechanismy účinku ozonu (18). U onemocnění čelistního kloubu lze předpokládat obdobné mechanismy působení, tedy stimulaci reparačních procesů, inhibici zánětlivých procesů s podporou růstu nové chrupavčité tkáně.

ANATOMIE ČELISTNÍHO KLOUBU

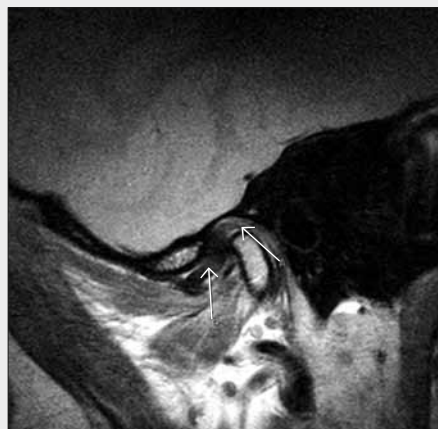
Čelistní kloub (*articulatio temporomandibularis*) patří mezi nejsložitější a nejvíce namáhané klouby lidského těla, jedná se bilaterální kloubní spojení mezi mandibulou a kostí spánkovou, postižení jednoho kloubu se tedy mnohdy projevuje



Obr. 1. UZ, lineární sonda, čelistní kloub v podélném řezu

Fig. 1. USG, linear probe, temporomandibular joint in a sagittal plane

▲ Obr. 1



▲ Obr. 2



▲ Obr. 3

Obr. 2. MR, mikroskopická cívka, aPD sagitálně.

A – bilaminární zóna; B – ventrálně dislokovaný disk
Fig. 2. MRI, microscopy coil, aPD sagittal plane.
A – bilaminar zon; B – ventral dislocation of the articular disc

Obr. 3. MR, mikroskopická cívka, PD koronální rovina, šipka směřuje k bilaminární zóně

Fig. 3. MRI, microscopy coil, PD coronal plane, arrow pointing at bilaminar zone

i na kloubu druhostranném. Kloubní plochy tvoří hlavice a kloubní jamka. Kloubní hlavice (processus condylaris mandibulae) má protáhlý tvar elipsoidu, jamku tvoří fossa mandibularis včetně tuberculum articulare šupiny kosti spánkové. Kloubní jamka je v přední polovině konvexní (díky vyklenutému tuberculum articulare) a v sagitálním řezu má tvar ležatého S (sedlovitý tvar) (19). Na obrázcích 1 až 3 je zobrazen čelistní kloub na sagitálních a koronálních řezech magnetické rezonance v porovnání s jeho sonografickým obrazem.

Jedinečnou komponentou čelistního kloubu je discus articularis, který rozděluje kloubní šterbinu na dva zcela oddělené úseky: horní a dolní kloubní šterbinu, u starších lidí se může objevit centrální perforace (19). Discus articularis je tvořen vazivem, zadní část tvoří vysoce vaskularizovaná bilaminární zóna (obr. 2A, 3). Horní lamela je z elastického vaziva a je připevněna k zadnímu okraji kloubní jamky, dolní lamela je z fibrózního vaziva (neelastická) a je připojena na zadní stranu kloubní hlavice. Na vrcholu zakřivení disku je zadní příčný pruh oddělený od předního příčného pruhu ztenčenou střední zónou (20, 21).

Kloubní disk je pevněji připojen k vnitřní a dolní straně kloubního pouzdra, takže při pohybech se pohybuje stejným směrem jako hlavička. Kloubní pouzdro je zesíleno mnoha vazy. Čelistní kloub je jediným kloubem v lidském těle, který vykonává dva druhy pohybů: pohyb otáčivý (rotační) a pohyb posuvný (translační) (22).

Rozeznáváme tyto základní pohyby v čelistním kloubu (19, 21):

- **deprese** mandibuly – otvírání úst;
- **elevace** mandibuly – zavírání úst;
- **protrakce** mandibuly – posun dopředu;
- **retrakce** mandibuly – posun dozadu.

Při těchto pohybech dochází ke stejnému pohybu v obou kloubech zároveň. Dalším typem pohybu je (19, 21):

- **lateropulse** – pohyb ke stranám.

Při lateropulsi dochází v kloubech pravé a levé strany k odlišným pohybům. Lateropulse je kombinací protrakce strany jedné a rotace strany druhé. Hlavice, na jejíž stranu se lateropulse děje, zůstává v jamce a rotuje mírně laterálně. Kloubní hlavice opačné strany je posunována vpřed a dolů.

ONEMOCNĚNÍ ČELISTNÍHO KLOUBU

Do skupiny onemocnění čelistního kloubu se řadí poměrně často se vyskytující stavy, které jsou charakterizovány především bolestmi a zvukovými fenomény provázejícími pohyb čelisti a změnou hybnosti čelisti (23). Ženy jsou postiženy častěji než muži, etiologie tohoto onemocnění zatím není plně objasněna. V současné době se uvažuje především o multifaktoriální teorii (24).

Nejčastější příčiny, které se podílejí na vzniku onemocnění čelistního kloubu, rozděluje Machoň et al. (22) na anatomické, traumatické, psychosociální, patofyziologické a celkové.

Tab. 1. **Diagnostická klasifikace onemocnění čelistního kloubu (zkrácená verze)**Table 1. **Diagnostic classification of TMJ disorders (an abbreviated version)**

Onemocnění čelistního kloubu
• ankylóza • vrozené nebo vývojové poruchy (aplasie, hyperplazie, hypoplazie kostí lebky nebo mandibuly, neoplazie čelistního kloubu nebo asociovaných struktur) • poruchy artikulárního disku (dislokace disku s repozicí nebo bez repozice) • fraktury kondylárního výběžku • záněty čelistního kloubu (synovity, kapsulitidy, polyartritidy) • osteoartritidy • dislokace čelistního kloubu
Onemocnění svalů čelistního kloubu
• lokální myalgie • myofasciální bolest • myofibrotické kontraktury, myospazmy • myositidy • neoplazie

Mezi anatomické příčiny patří změny tvaru kloubních výběžků a jamky, změny strmosti tuberculum articulare, dále poruchy dentice, nestabilní okluze (vady skusu, chybějící zuby, artikulační překážky, např. povystouplé zuby, vysoké výplně, nevhodné protetické náhrady). Traumatické příčiny zahrnují mikrotraumata, ke kterým dochází opakovaným přetěžováním čelistního kloubu nefyziologickými parafunkčními pohyby, např. skřípáním (bruxismus) a zatínáním zubů, a dále makrotraumata – náraz, úder, přílišné otevření úst. Mezi psychosociální příčiny řadíme především stres, který může vést ke zvýšené aktivitě žvýkacího svalstva a vzniku parafunkčních pohybů způsobujících mikrotraumata. Depresivní a úzkostné stavy mohou také přispívat ke vzniku či exacerbacím onemocnění temporomandibulárního kloubu (22–24). Patofyziologické příčiny zahrnují systémové onemocnění, které se projevuje v oblasti čelistního kloubu, jedná se především o revmatoidní onemocnění (souvisí s degenerativními změnami kloubu), infekční, endokrinní a další. Můžeme sem řadit např. také vertebrogenní onemocnění zejména krční páteře, které vede ke změně napětí krčních svalů. Celkové příčiny zahrnují dědičné faktory, věk, pohlaví a zdravotní kondici jedince. Mezi nejvíce postižené skupiny patří lidé ve věku 20–40 let, a jak již bylo řečeno, ženy jsou postiženy častěji než muži (22, 24).

Existuje celá řada dělení poruch temporomandibulárního kloubu (22). Zkrácenou verzi diagnostické klasifikace onemocnění temporomandibulárního kloubu dle Americké akademie pro orofaciální bolest (AAOO), která rozděluje onemocnění čelistního kloubu na onemocnění svalového a kloubního původu, přehledně zobrazuje tabulka 1 (23).

KAZUISTIKA: OZONOTERAPIE PŘI LÉČBĚ ONEMOCNĚNÍ ČELISTNÍHO KLOUBU

Osmnáctiletá pacientka byla přijata na Klinikou ústní a čelistní chirurgie FN Brno s bolestmi a omezeným pohybem temporomandibulárního kloubu t.č. vlevo, vpravo již v minulosti provedena artroskopie se zrušením četných srůstů. Po zhodnocení klinického nálezu na levostranném temporomandibulárním kloubu je podezření na dislokaci disku bez repozice a degenerativní změny disku. U pacientky je proto indiková-

no artroskopické vyšetření s nálezem mnohočetných fibrilací, srůstů a degenerativních změn ve všech kompartmentech kloubu, následuje provedení laváže a zrušení srůstů. Po artroskopickém zákroku pacientka hodnotí stav jako stacionární, bez výraznějšího zlepšení. V odstupu 3 měsíců od artroskopického vyšetření přichází pacientka na kontrolu, subjektivně udává výrazné zhoršení obtíží s bolestivostí v oblasti levého temporomandibulárního kloubu při jídle. Pacientce je proto nabídnuta možnost aplikace ozonoterapie a zapojení do klinické studie, která probíhá ve spolupráci KÚČOCH a Radiologické kliniky FN Brno. Tato studie má za cíl zhodnotit efektivitu léčby onemocnění temporomandibulárního kloubu intraartikulárně aplikovaným ozonem pod UZ kontrolou. Pacientka souhlasí a v rozmezí 2–3 týdnů podstupuje celkem tři série ozonoterapie s intraartikulární aplikací 2 ml ozonu při každém sezení. Po ukončení poslední série ozonoterapie pacientka udává výrazné zlepšení stavu s kompletním ústupem bolesti a zlepšením hybnosti levostranného čelistního kloubu.

DISKUSE

Prozatím ojedinělé studie se v recentní době zabývají velmi zajímavou možností léčebného využití ozonu v rámci terapie bolestivých onemocnění čelistního kloubu (25–27). U většiny pacientů dochází ke spontánnímu zlepšení až vymizení symptomů onemocnění čelistního kloubu. Při neúspěchu obtíží můžeme v rámci léčby onemocnění temporomandibulárního kloubu v současnosti využít řadu terapeutických možností: dentální procedury, léčebné intervence (intraartikulární injekce kortikosteroidů a anestetik, farmakologická léčba), fyzikální léčba (iontoforéza, transkutánní elektrická nervová stimulace), fyzioterapie, alternativní léčebné metody (akupunktura, akupresura, masáže, hypnóza), psychoterapie a další (23).

V rámci klinické studie bude primárním cílem zhodnocení možného terapeutického efektu intraartikulární aplikace ozonu při neúspěchu obtíží u zánětlivě-degenerativních změn čelistního kloubu, eventuálně porovnání s léčbou farmakologickou. Statisticky významná data t.č. vzhledem k iniciálnímu stadiu klinické studie a malému souboru pacientů nejsou k dispozici. Vzhledem k pozitivnímu efektu léčby intraartikulárně aplikovaným ozonem i v dalších případech bude studovaná skupina dále rozšiřována, hodnocení efektu léčby bude prováděno pomocí subjektivních (vizuální analogová škála bolesti, dotazník) i objektivně měřitelných parametrů (maximum voluntary interincisal mouth opening – MMO).

ZÁVĚR

Intraartikulární aplikace ozonu se tedy do budoucna jeví jako potencionálně efektivní léčebná metoda zánětlivě-degenerativních onemocnění temporomandibulárního kloubu, při správném dávkování prakticky bez vedlejších nežádoucích účinků. Budou však zapotřebí další klinické a experimentální studie ke zjištění přesného mechanismu účinku, optimálního schématu dávkování a zhodnocení možné kombinace ozonoterapie s dalšími výše uvedenými léčebnými modalitami s cílem zvýšení efektivity léčby.

LITERATURA

1. **Elvis AM, Ekta JS.** Ozone therapy: a clinical review. *J Nat Sci Biol Med* 2011; 2(1): 66–70.
2. **Ozon** [Internet]. Wikipedie. 2015 [citován 6. leden 2015]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Ozon&oldid=12132613>
3. **Sagai M, Bocci V.** Mechanisms of action involved in ozone therapy: is healing induced via a mild oxidative stress? *Med Gas Res* 2011; 1: 29.
4. The history of ozone therapy [Internet] [citován 10. únor 2015]. Dostupné z: <http://www.aepromo.org/en/historia.php>
5. **Carpendale MT, Freeberg JK.** Ozone inactivates HIV at noncytotoxic concentrations. *Antiviral Res* 1991; 16(3): 281–292.
6. **Wells KH, Latino J, Gavalchin J, Poiesz BJ.** Inactivation of human immunodeficiency virus type 1 by ozone in vitro. *Blood* 1991; 78(7): 1882–1890.
7. **Zhang Y, Ma Y, Jiang J, Ding T, Wang J.** Treatment of the lumbar disc herniation with intradiscal and intraforaminal injection of oxygen-ozone. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2013; 26(3): 317–322.
8. **Dall'Olio M, Princiotta C, Cirillo L, Budai C, de Santis F, Bartolini S, et al.** Oxygen-ozone therapy for herniated lumbar disc in patients with subacute partial motor weakness due to nerve root compression. *Interv Neuroradiol J Peritherapeutic Neuroradiol Surg Proced Relat Neurosci* 2014; 20(5): 547–554.
9. **Lehnert T, Naguib NNN, Wutzler S, Nour-Eldin N-EA, Bauer RW, Kerl JM, et al.** Analysis of disk volume before and after CT-guided intradiscal and periganglionic ozone-oxygen injection for the treatment of lumbar disk herniation. *J Vasc Interv Radiol JVIR* 2012; 23(11): 1430–1436.
10. **Li J-H, Zhou L-X, Li G-Y, Cheng B.** Treatment of middle-aged and aged patients with knee osteoarthritis of yang-deficiency induced cold-damp syndrome by ozone combined Chinese materia medica: a clinical research. *Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi* 2013; 33(4): 471–475.
11. **Uysal B, Yasar M, Ersoz N, Coskun O, Kilic A, Cayc T, et al.** Efficacy of hyperbaric oxygen therapy and medical ozone therapy in experimental acute necrotizing pancreatitis. *Pancreas* 2010; 39(1): 9–15.
12. **Gadzhiev ND, Nasirov MI, Sushkov SV, Klimova EM.** Effect of combined and local cytokine- and ozone therapy on the indices of lipid peroxidation, endogenous intoxication and ferroproteins in diffuse peritonitis. *Vestn Khir Im I I Grek* 2014; 173(2): 38–41.
13. **Calvert JW, Jha S, Gundewar S, Elrod JW, Ramachandran A, Pattillo CB, et al.** Hydrogen sulfide mediates cardioprotection through Nrf2 signaling. *Circ Res* 2009; 105(4): 365–374.
14. **Xu Z-S, Wang X-Y, Xiao D-M, Hu L-F, Lu M, Wu Z-Y, et al.** Hydrogen sulfide protects MC3T3-E1 osteoblastic cells against H₂O₂-induced oxidative damage-implications for the treatment of osteoporosis. *Free Radic Biol Med* 2011; 50(10): 1314–1323.
15. **Jolly D, Meyer J.** A brief review of radiation hormesis. *Australas Phys & Eng Sci Med/Support Australas Coll Phys Sci Med Australas Assoc Phys Sci Med* 2009; 32(4): 180–187.
16. **Bocci V.** Biological and clinical effects of ozone. Has ozone therapy a future in medicine? *Br J Biomed Sci* 1999; 56(4): 270–279.
17. **Pryor WA, Squadrito GL, Friedman M.** The cascade mechanism to explain ozone toxicity: the role of lipid ozonation products. *Free Radic Biol Med.* 1995; 19(6): 935–941.
18. **Rahimi-Movaghar V, Eslami V.** The major efficient mechanisms of ozone therapy are obtained in intradiscal procedures. *Pain Physician* 2012; 15(6): E1007–1008.
19. **Petrovický P.** Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi. I. svazek, Pohybové ústrojí [Internet] 2001 [citován 25. listopad 2014]. Dostupné z: <http://www.medvik.cz/link/MED00078710>
20. **Sommer OJ, Aigner F, Rudisch A, Gruber H, Fritsch H, Millesi W, et al.** Cross-sectional and functional imaging of the temporomandibular joint: radiology, pathology, and basic biomechanics of the jaw. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc* 2003; 23(6): e14.
21. **Čihák R, Grim M.** Anatomie 1. Praha: Grada Publishing 2001.
22. **Machůň V.** Onemocnění čelistního kloubu, léčba. [Internet] [citován 10. únor 2015]. Dostupné z: <http://www.celistnikloub.cz/>
23. **Buescher JJ.** Temporomandibular joint disorders. *Am Fam Physician* 2007; 76(10): 1477–1482.
24. **Sharma S, Gupta DS, Pal US, Jurel SK.** Etiological factors of temporomandibular joint disorders. *Natl J Maxillofac Surg* 2011; 2(2): 116–119.
25. **Daif ET.** Role of intra-articular ozone gas injection in the management of internal derangement of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 113(6): e10–14.
26. **Hammuda A, Hamed MS, Elsharrawy EA, Elsholkamy MA, Iskandar A.** Use of Ozone in Temporomandibular Joint Arthrocentesis, Clinical Study. *J Am Sci* 2013; 9(7): 513–518.
27. **Hamed MS.** Efficacy of ozone therapy in management of patients with internal derangement of temporomandibular joint. *5th Annu Sci.* 2013; 5: 99–105.