

Settling po ortodontické terapii v závislosti na typu retence

Settling After Orthodontic Treatment According to Type of Retention



*MDDr. Daniela Vrátná, *, **MUDr. Ivo Marek, Ph.D., *MUDr. Hana Tycová

*Ortodontické oddělení Stomatologické kliniky 1. LF UK a VFN Praha

*Department of Orthodontics, Clinic of Stomatology, 1st Medical Faculty of Charles University and General University Hospital, Prague

**Ortodontické oddělení Kliniky zubního lékařství, LF UP Olomouc

**Department of Orthodontics, Clinic of Dental Medicine, Medical Faculty of Palacký University, Olomouc

Souhrn

Cíl: Pomocí systému T-Scan III kvantifikovat v průběhu retenční fáze okluzní změny v laterálních úsecích chrupu. Zjistit, zda se změny v okluzních kontaktech liší u různých typů retenčních aparátů.

Materiál a metodika: Do prospektivní studie bylo zahrnuto 99 pacientů. Soubor byl rozdělen do 3 skupin podle typu obdrženého snímacího retenčního aparátu po ukončení aktivní fáze léčby a čtvrté skupiny kontrolní (20 pacientů): I. skupina - retenční fólie (30), II. skupina - retenční desky (30), III. skupina - kombinace aparátů (19). Měření okluzních sil bylo prováděno systémem T-Scan III (Tekscan Inc., Boston, USA) ve 3 časech: po sejmutí fixního aparátu (T0), po 3 měsících (T1) a 6 měsících v retenci (T2).

Výsledky: Porovnáním změn rozdílů rozložení relativních okluzních sil mezi pravou a levou stranou mezi skupinami (I., II., III.) byly prokázány statisticky významné rozdíly v období T0 až T2. U pacientů s retenčními deskami byl podíl pacientů, u nichž došlo ke snížení rozdílu mezi stranami, statisticky významně vyšší (21 pacientů, 70 %), než u skupiny s retenčními fóliemi (7, 23 % pacientů).

Závěr: V průběhu retence došlo ve všech skupinách k okluzním změnám. Přestože bylo aktivní ortodontickou léčbou dosaženo předem určeného výsledku léčby, nebyly okluzní síly rozloženy mezi zuby rovnoměrně. Největší změny v dosažení co nejlepších okluzních kontaktů ve vertikálním směru v průběhu prvních šesti měsíců retence umožnily retenční desky (Ortodoncie 2015, 24, č. 2, s. 93-106).

Abstract

Aims: With the T-Scan III system to quantify occlusal changes in lateral segments of dentition during the retention period. To determine whether the changes of occlusal contacts differ depending on various types of retainers.

Material and methods: The prospective study included 99 patients. The sample of patients was divided into 3 groups according to the type of removable retainer after the completion of the active phase of therapy, and the control group (20 patients): Group I - vacuum formed retainers (30), Group II - Hawley retainers (30), Group III - combination of removable retainers (19). Occlusal forces were measured with T-Scan III system (Tekscan Inc., Boston, USA) at 3 times: after the fixed appliance removal (T0), after 3 months (T1) and after 6 months of retention (T2).

Results: By comparison of difference changes in relative occlusal forces distribution between right and left side among the groups (I, II, III) statistically significant differences were proved at T0 - T2. In the group with Hawley retainers the proportion of patients in which the difference between the sides was reduced was significantly higher (21 patients, 70%) than in the group with vacuum formed retainers (7.23%).

Conclusion: Occlusal changes were found in all groups during the retention period. In spite of the fact that orthodontic therapy had achieved the planned results, occlusal forces were not distributed evenly among the teeth. The best occlusal contacts in vertical direction during the first six months of retention were achieved with the help of Hawley retainers (Ortodoncie 2015, 24, č. 2, s. 93-106).

Klíčová slova: okluzní změny, T-Scan, retence

Key Words: occlusal changes, T-Scan, retention

Úvod

Dosažení ideální okluze lze pokládat za primární cíl ortodontické léčby. Vyrovnání zubů a okluzní stabilita mají podstatnou úlohu v předcházení recidivě [1, 2]. Perfektní interkuspídace zubů posteriorních segmentů chrupu a zajištění špičákového a řezákového vedení patří bezesporu k nejlepším způsobům retence. Okluzní stabilitu lze definovat ve statických a funkčních podmínkách [2, 3]. Dosažením statické stability je získána i stabilita funkční. Funkční stabilita vznikne díky dobré interkuspídaci s četnými vertikálními i horizontálními mezizubními kontakty a současně nepřítomností okluzních překážek v centrálním vztahu čelistí mimo řádných okluzních kontaktů, ke kterým dochází během excentrických pohybů dolní čelisti [4].

Kvalitní interkuspídace laterálních zubů a dobré okluzní kontakty mají vliv na ustálený ortodontický výsledek. Okluze je i po ukončení aktivní fáze léčby ještě dlouhodobě ovlivňována řadou dalších faktorů, které mohou na ortodontický výsledek působit příznivě i destabilizačně [1]. Nejenom získání, ale především udržení okluzní stability docílené aktivní ortodontickou léčbou je tak významným cílem ortodontické terapie [5].

Jakmile jsou zuby ortodontickou léčbou fixním aparátem postaveny do řádné okluze, vstupuje pacient do retenční fáze ortodontické léčby. Aktivní komponenta léčby se v tu chvíli ukončí, přesto však není následující stádium zcela pasivní a i posléze dochází k jemným změnám na okluzi. Některé změny jsou žádané a jiné naopak nevídané. Z toho důvodu a s cílem zabránit recidivě, kterou je nazýván částečný nebo úplný návrat k původní anomálii, ortodontisté indikují retenční aparáty [1]. Po sejmutí fixního aparátu nadále věnují chrupu pozornost, dokud se neusadí ve své konečné pozici [6]. V retenci dochází k relativním, nejčastěji vertikálním pohybům zubů v laterálních úsecích chrupu a tím ke zvýšení počtu mezizubních kontaktů [7, 8]. Tyto pohyby zubů jsou označovány jako settling [7, 9, 10, 11, 12]. Settling je pojem, pro který není český ekvivalent. Je možné ho popsat jako konečnou úpravu okluze či vyartikulování. Díky probíhajícímu settlingu se upevňuje stabilita ortodontického výsledku [8].

Systém T-Scan III byl představen americkou společností Tekscan (Tekscan Inc., Boston, USA) již v roce 1987. T-Scan je první senzor, vyvinutý Williamem Ma-

Introduction

The primary target of orthodontic treatment is to achieve the ideal occlusion. The alignment of teeth and stable occlusion play the important role in the prevention of relapse [1, 2]. The perfect intercuspation of teeth in posterior segments of dentition and securing of canine and incisor guiding belong to the best methods of retention. Occlusal stability may be defined under static and functional conditions [2, 3]. Static stability ensures functional stability. Functional stability results from the correct occlusion with a number of vertical and horizontal interdental contacts, and from the absence of occlusal impediments in the central relation outside occlusal contacts that result from the eccentric movements of the mandible [4].

A good quality occlusion of lateral teeth and good occlusal contacts influence stable orthodontic results. Occlusion is affected by a number of other factors after the completion of the active treatment. These factors may affect the orthodontic outcome favorably; however, they may also destabilize it [1]. The important goal of orthodontic therapy is thus not only to achieve stable occlusion through active orthodontic treatment but also its preservation [5].

Once the teeth are aligned with orthodontic treatment, a patient begins retention phase of the treatment. The active phase is completed; however, the following phase is not absolutely passive, minor changes in occlusion appear even later. Some of the changes are desirable, others unwanted. Therefore, and also to avoid relapse (i.e. partial or complete return to the pre-treatment condition) orthodontists use retainers [1]. After the removal of fixed appliance they check-up the dentition regularly, until the dentition is settled in desirable position [6]. During retention relative, most often vertical, tooth movements occur in the lateral segments of dentition, and thus the number of interdental contacts increases [7, 8]. These tooth movements are referred to as settling [7, 9, 10, 11, 12]. Settling may be described as the final adjustment of occlusion, i.e. occlusion refining. Settling leads to better stability of orthodontic treatment [8].

T-Scan III system was developed by the company Tekscan (Tekscan Inc., Boston, USA) in 1987. T-Scan is the first sensor developed by William Maness on the basis of gridded sensor providing an immediate detailed

nessem na základě technologie mřížkového senzoru, který nám okamžitě přináší detailní dynamický záznam okluze, včetně časování a síly skusu. Tento ultratenký senzor se vkládá do snímače propojeného přes USB-port do počítače. Velice jednoduše a rychle tak pořídíme časový snímek v jakém pořadí a jakou silou jednotlivých zubů dojde k okluzi, včetně záznamu procentuálního zatížení zubů a předčasných kontaktů. Vše přehledně v barevném 2-D i 3-D zobrazení. Celý záznam okluzního kontaktu v podobě videa lze uložit a kdykoliv znovu podle potřeby přehrávat a analyzovat. Systém T-Scan napomáhá v diagnostickém procesu analýzy pacientova skusu tím, že analyzuje pořadí vznikajících okluzních kontaktů během interkuspidace a v jejím průběhu současně měří procentuální rozložení relativních sil zatížení jednotlivých zubů včetně všech změn během funkčních pohybů dolní čelisti. Celé měření probíhá od momentu prvního kontaktu zubů až do maximální interkuspidace (Obr. 2). T-Scan umí zhodnotit iniciální okluzní kontakt včetně pořadí, ve kterém se objeví veškeré další kontakty zubů a v neposlední řadě také velikost relativní síly okluze, která ke každému z kontaktů náleží [13].

T-Scan umožňuje posoudit změny zatížení zubů během celého vývoje pacientova skusu a procentuálně vyčíslit velikost relativních sil v okluzi, díky čemuž jsme mimo jiné například schopni identifikovat a lokalizovat místo traumatického kontaktu [13, 14, 15]. I tyto nejmenší disharmonie skusu mohou být příčinou bolesti zubů a hlavy [13].

Materiál a metodika

V prospektivní studii bylo hodnoceno 99 pacientů, z toho 65 žen a 34 mužů. 79 pacientů podstoupilo léčbu fixním aparátem, 20 tvořilo kontrolní skupinu měření. Retenční aparáty byly pacientům přiřazovány metodou náhodného výběru. Výjimku tvořili 4 pacienti,

dynamic record of occlusion, including timing and bite force. An ultra-thin sensor is connected via USB port with PC. With the help of T-Scan we can make very easily and quickly time scans describing the order and the force of individual teeth in occlusion, including the record of the proportion of teeth loading and premature contacts. The records are well-arranged in color 2D and/or 3D image. The recording of the occlusal contact can be stored as a video-recording, used and analyzed whenever required. The T-Scan system helps in the diagnostic analysis of a patient's bite - it analyzes the sequence of occlusal contacts during intercuspatation, and at the same time it measures proportional distribution of the relative load forces on individual teeth together with all the changes in the functional movements of the mandible. The measurement starts with the first contact of teeth and ends with achieving the maximum intercuspatation (Fig. 2). T-Scan can assess the initial occlusal contact together with the order of all following teeth contacts; it can assess the amount of occlusal relative force of each contact [13].

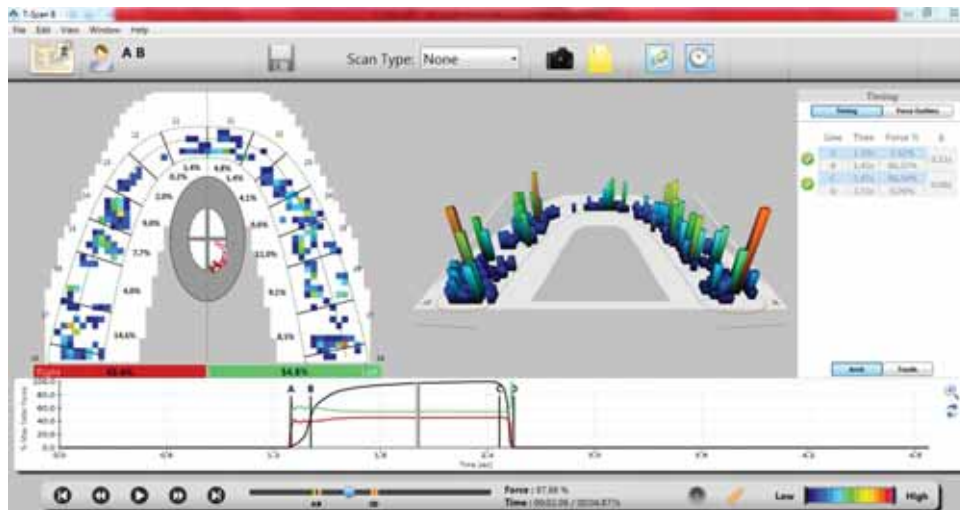
T-Scan makes it possible to evaluate the changes in teeth load during the development of a patient's occlusion, and express the amount of relative forces in occlusion in per cents. Thus we are able to identify and locate the place of traumatic contact [13, 14, 15]. Even the least disharmony in occlusion can lead to tooth pain and headache [13].

Material and methods

In the prospective study we evaluated 99 patients (65 female, 34 male). 79 patients underwent treatment with fixed appliance, 20 patients formed the control group. Retainers were assigned to patients at random. Four patients with the retention of corrected lateral cross-bite were immediately indicated for Hawley retainers.



Obr. 1. Snímač sil se senzorem
Fig. 1. T-Scan handle with sensor



Obr. 2. Hlavní okno po ukončeném měření
Fig. 2. Main window after finished measurements

u kterých se jednalo o retenci korekce zkříženého skusu. Těmto pacientům byly okamžitě indikovány deskové retenční aparáty.

Mezi kritéria pro zařazení pacientů do souboru patřila: léčba fixním aparátem v obou zubních obloucích, kompletní dokumentace před zahájením léčby a po ukončení aktivní fáze léčby fixním aparátem, souhlas s nošením retenčních aparátů podle zadaných instrukcí a dodržení časových intervalů pro opakování měření. Pacienti byli informováni o nutnosti perfektního dodržování protokolu nošení nejen z důvodu dobré retence, ale i výzkumu. Podmínkou zařazení do souboru dále byla artikulace po skončení ortodontické léčby: špičáky v Angleově I. třídě, řezákové vedení a moláry v Angleově I. třídě (resp. Angleově II. třídě, v případě extrakcí pouze v horní čelisti). Pacienti byli léčeni pro všechny typy vad a nerozhodovalo, zda byla léčba extrakční či neextrakční. Do studie nebyli zařazeni: pacienti s extrémními vadami na skeletálním podkladě, pacienti léčení rupturou švu patrového, pacienti s rozštěpy a syndromy, pacienti s dentálními implantáty a fixními (i snímacími) protetickými náhradami. Ze studie byli vyřazeni pacienti, u kterých byla v průběhu výzkumu provedena jakákoliv konzervační sáňce chrupu.

Soubor byl rozdělen do tří skupin podle typu obdrženého snímacího retenčního aparátu po ukončení aktivní fáze ortodontické léčby a čtvrté kontrolní skupiny (viz. Tab. 1): I. skupina - horní a dolní retenční fólie (30 pacientů), II. skupina - horní a dolní retenční deska (30 pacientů), III. skupina - kombinace aparátů (19 pacientů), IV. skupina - kontrolní (20 pacientů).

U všech pacientů, kteří podstoupili léčbu fixním aparátem, byl v obou zubních obloucích v čase sejmutí fixován samopolymerující pryskyřicí (Spofacryl, SpofaDental, ČR) retainer z vícepramenného spletaného ocelového drátu (ocel 5pramenná pozlacená 0.0215", Gold'n BRACES INC., USA). V dolním oblouku byl fixní retainer nalepen vždy v rozsahu šesti zubů od špičáku po špičák. V horním oblouku byl fixní retainer v témže rozsahu u 60 pacientů, v ostatních 19 případech byl horní retainer pouze na řezácích, tedy v rozsahu čtyř zubů. Nákus dolních řezáků do fixního retaineru v horní čelisti byl vyloučen. (Z těchto 19 případů se v I. skupině se jednalo o 9 pacientů, ve II. skupině o 8 pacientů a ve III. skupině o 2 pacienty.)

Pacienti zařazení do IV. skupiny měli ideální okluzi bez ortodontické terapie a v čase mezi 2 měřeními byli beze změn na okluzi (bez konzervační a protetické sáňce či chirurgické intervence).

Měření bylo prováděno systémem T-Scan III (Teksan Inc., Boston, USA) ve standardizovaných podmínkách. Během jednotlivých měření pacienti seděli vzpřímeně s podepřenou hlavou, senzor byl vložen do úst

The criteria for the patients to meet were the following: treatment with fixed appliance in both dental arches; complete records prior to the treatment and after end of the active phase of treatment with fixed appliance; consent to wear a retainer according to given instructions, and keeping the time intervals for repeated measurement. The patients were informed about the required perfect abiding of the retainer wearing protocol not only for the good quality retention, but also for the research purposes. The patients included in the sample had to meet the required occlusion after completed orthodontic therapy: canines in Class I, incisal guiding and molars in Class I (or Class II in case the extractions were performed only in the upper arch). The patients were treated for all kinds of anomalies; the therapy included extractions or was without extractions. The following cases were not included in the study: patients with extreme skeletal anomalies; patients treated with rapid palatal expansion; patients with clefts and syndromes; patients with dental implants and fixed (also removable) dental prosthodontic restorations. Patients in which any conservative reconstruction of dentition was performed during the study were excluded from the sample.

The sample was divided into three groups according to the type of removable retainer, the fourth was the control group (see Table 1): Group I - upper and lower vacuum formed retainers (30 patients), Group II - upper and lower Hawley retainers (30 patients), Group III - combination of removable retainers (19 patients), Group IV - control (20 patients).

Tab. 1. Charakteristika I. - IV. Skupiny

Tab. 1. Characteristics of Group I - IV

Groups		Group I	Group II	Group III	Group IV
Number of patients		30	30	19	20
Sex	Female	17	21	16	11
	Male	13	9	3	9
Age	Female	14.1 - 42.3	13.0 - 39.4	13.4 - 42.4	17.8 - 40.5
	Male	12.1 - 33.1	14.6 - 39.5	14.3 - 31.4	26.0 - 47.9

In all patients who had undergone treatment with fixed appliance the retainer of multi-stranded steel wire (5-stranded steel 0.0215", Gold'n BRACES INC., USA) was bonded with self-polymerizing resin (Spofacryl, SpofaDental, CR). In the lower dental arch fixed retainer was bonded on six teeth, canine-to canine. In the upper dental arch the same method was used in 60 patients, in 19 the retainer was only on incisors, i.e. on four teeth. The bite of lower incisors into the fixed retainer in the upper arch was eliminated. (Out of the 19 patients, 9 belong to Group I, 8 to Group II, and 2 to Group III.)

The patients in Group IV had an ideal occlusion without orthodontic treatment, and at the time between 2

pacienta s ukazatelem středu na držadle naměřeným mezi horní střední řezáky a snímačem paralelním s okluzní rovinou. Pacienti byli požádáni, aby skousli dolů do fólie - senzoru, podrželi 1 vteřinu ve svém maximálním skusu a poté otevřeli ústa. U každého pacienta po ortodontické léčbě fixním aparátem byly zhotoveny 3 skeny v každém ze tří časů T0 - ihned po sejmutí fixních aparátů, T1 - 3 měsíce po sejmutí a T2 - 6 měsíců po sejmutí.

Kontrolní skupina byla změřena za účelem zjištění chyby měření, nikoliv k posouzení míry settlingu. Měření T-Scanem u ní proběhlo shodným postupem dvakrát, s odstupem několika dní. Všechna měření byla provedena jedním vyšetřujícím.

Analýza okluze systémem T-Scan III byla hodnocena procentuálně v maximální interkuspidaci. Jednalo se o hodnoty rozložení sil skusu v pravé a levé polovině a ve čtyřech segmentech (pravý a levý anteriorní a posteriorní) horního zubního oblouku. Dále bylo analyzováno rozložení relativních sil zatížení jednotlivých zubů.

Předmětem výzkumu se vzhledem k přítomnosti fixních retainerů ve frontálních úsecích chrupu staly zuby laterálních úseků. Jednalo se o premoláry a první a druhý molár na obou stranách oblouku, respektive 1. (pravý posteriorní) a 4. (levý posteriorní) segment horního zubního oblouku. U každého pacienta byl poté ve všech časech měření vyloučen jeden záznam okluzního kontaktu (sken), ve kterém se objevovalo nejvíce odlehklých nebo extrémních hodnot. Ze zbylých dvou měření v každém čase byl pro statistické zpracování spočítán aritmetický průměr.

Ke statistickému zpracování byl použit statistický software SPSS verze 15, SPSS Inc. Chicago USA a program Microsoft Excel 2010. Všechny statistické testy byly provedeny na hladině signifikance 0,05. Získaná data byla popsána pomocí ukazatelů popisné statistiky - počtu měření (N), aritmetického průměru, směrodatné odchylky, minimální a maximální hodnoty a mediánu. Statistické porovnání bylo provedeno párovými t-testy. Testy normality Shapiro-Wilk bylo prokázáno, že data jsou normálně rozdělena, proto byly pro statistické zpracování použity parametrické metody (párové t-testy a analýza rozptylu (ANOVA)). Vzhledem k existenci odlehklých a extrémních hodnot byly výsledky parametrických metod ověřeny i neparametrickými metodami, jejichž výsledky byly obdobné.

Výsledky

Porovnáním rozložení relativních hodnot okluzních sil při maximální interkuspidaci (vyjádřeno v procentech) na pravé a levé straně u retenčních fólií (v tabulkách a grafech dále jen folie, viz. Tab. 2 a Graf 1), retenčních desek (viz. Tab. 3 a Graf 2) a u kombinace

measurements there were no changes in their occlusion (without restorative or prosthetic reconstruction or surgical intervention).

Measurements were done with the T-Scan III system (Tekscan Inc., Boston, USA) under standard conditions. Patients were sitting upright with their head supported, the sensor was inserted into a patient's mouth, the indicator of the center on the handle pointing between the upper central incisors, and the scanner parallel with occlusal plane. The patients were asked to bite down into the foil - sensors, remain for 1 second in their maximum intercuspation, and then open their mouth. In each patient 3 scans were made at each of the three times: T0 - immediately after the removal of fixed appliance, T1 - 3 months after the removal, T2 - 6 months after the removal.

The control group was measured to identify the measurement error, not to assess the degree of settling. The measurements were done according to the same protocol, twice, after several days. All measurements were performed by the same person.

The analysis of occlusion with T-Scan III was evaluated in per cents in the maximum intercuspation. The values assessed were distribution of occlusal forces in right and left half, and in four segments (right and left anterior and posterior) of the upper dental arch. The distribution of relative forces loading individual teeth was also analyzed.

Due to fixed retainers in anterior segments of dentition, the study focused on the teeth of lateral segments: premolars, first and second molar on both sides of the dental arch; 1st (right posterior) and 4th (left posterior) segment of the upper dental arch, respectively. In each patient one recording of the occlusal contact (scan) was excluded at each time of measurement. It was the scan showing most distant or extreme values. The arithmetic mean for statistical data processing was then calculated from the two remaining measurements at each time.

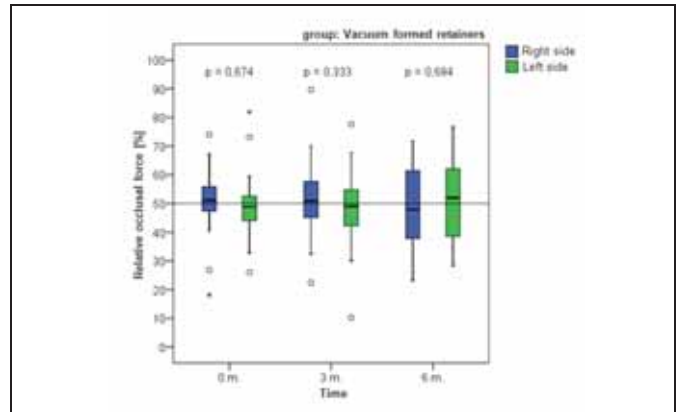
The data were statistically processed with the software SPSS, version 15, SPSS Inc. Chicago, USA, and Microsoft Excel 2010. All statistical tests were performed on the level of significance 0.05. The data obtained were described with the use of descriptive statistics - number of measurements (N), arithmetic mean, standard deviation, minimum and maximum values, and median. Statistical comparisons were performed with pair t-tests. Shapiro-Wilk tests of normality proved the normal distribution of the data, and therefore, for statistical processing parametric methods (pair t-tests, and analysis of variance (ANOVA)) were used. With regard to existing distant and extreme values, the results of parametric methods were verified with non-parametric methods the results of which were similar.

Tab. 2. Procentuální rozložení okluzních sil na pravé a levé straně zubního oblouku pro I. skupinu - retenční fólie

Tab. 2. Proportional distribution of occlusal forces on right and left side of the dental arch for Group I - vacuum formed retainers

čas time	retenční fólie, vacuum formed retainers							p ^a
	strana side	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	maximum	
0 m.	right	30	50.9	11.0	51.2	18.1	74.0	0.674
	left	30	49.1	11.0	48.9	26.0	81.9	
3 m.	right	30	52.3	13.0	51.0	22.4	89.7	0.333
	left	30	47.7	13.0	49.0	10.3	77.6	
6 m.	right	30	49.0	13.5	48.0	23.2	71.7	0.684
	left	30	51.0	13.5	52.0	28.3	76.8	

^a pair t-test, N - počet, number, S.D. - směrodatná odchylka, standard deviation



Obr. 3. Rozložení okluzních sil na pravé a levé straně zubního oblouku v čase 0, 3 a 6 měsíců pro I. skupinu - retenční fólie

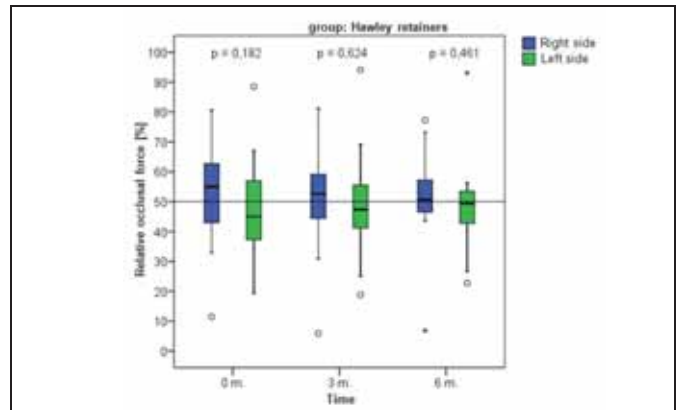
Fig. 3. Distribution of occlusal forces on right and left side of the dental arch at 0, 3 and 6 months for Group I - vacuum formed retainers

Tab. 3. Procentuální rozložení okluzních sil na pravé a levé straně zubního oblouku pro II. skupinu - retenční desky

Tab. 3. Proportional distribution of occlusal forces on right and left side of the dental arch for Group II - Hawley retainers

čas time	retenční desky, Hawley retainers							p ^a
	strana side	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	maximum	
0 m.	Right	30	53.6	14.2	55.0	11.5	80.6	0.182
	Left	30	46.4	14.2	45.0	19.4	88.5	
3 m.	Right	30	51.4	13.9	52.6	5.9	81.2	0.624
	Left	30	48.9	13.8	47.4	18.9	94.1	
6 m.	Right	30	51.6	11.8	50.7	6.9	77.3	0.461
	Left	30	48.3	11.9	49.3	22.8	93.1	

^a pair t-test, N - počet, number, S.D. - směrodatná odchylka, standard deviation



Obr. 4. Rozložení okluzních sil na pravé a levé straně zubního oblouku v čase 0, 3 a 6 měsíců pro II. skupinu - retenční desky

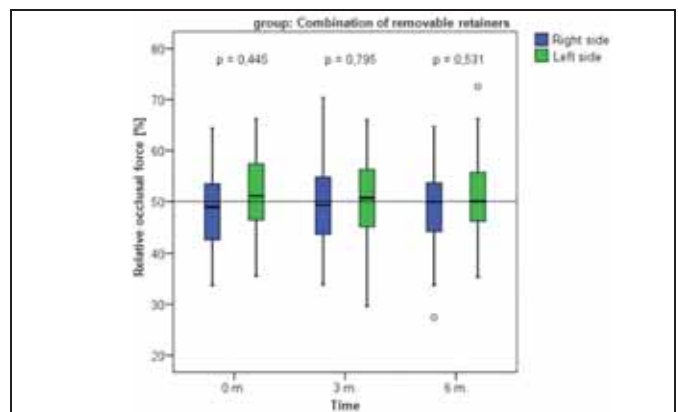
Fig. 4. Distribution of occlusal forces on right and left side of the dental arch at 0, 3 and 6 months for Group II - Hawley retainers

Tab. 4. Procentuální rozložení okluzních sil na pravé a levé straně zubního oblouku pro III. skupinu - kombinace aparátů

Tab. 4. Proportional distribution of occlusal forces on right and left side of the dental arch for Group III - combination of removable retainers

čas time	kombinace aparátů, combination of removable retainers							p ^a
	strana side	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	maximum	
0 m.	right	19	48.4	8.9	48.9	33.8	64.5	0.445
	left	19	51.6	8.9	51.1	35.6	66.3	
3 m.	right	19	49.4	9.2	49.3	33.9	70.4	0.795
	left	19	50.6	9.2	50.7	29.6	66.1	
6 m.	right	19	48.8	8.5	50.0	27.5	64.7	0.531
	left	19	51.3	8.5	50.1	35.4	72.6	

^a pair t-test, N - počet, number, S.D. - směrodatná odchylka, standard deviation



Obr. 5. Rozložení okluzních sil na pravé a levé straně zubního oblouku v čase 0, 3 a 6 měsíců pro III. skupinu - kombinace aparátů

Fig. 5. Distribution of occlusal forces on right and left side of the dental arch at 0, 3 and 6 months for Group III - combination of removable retainers

aparátů (v tabulkách a grafech dále jen kombinace, viz. Tab. 4 a Graf 3) v časech T0 (ihned po sejmutí, 0 měsíců), T1 (po 3 měsících) a T2 (po 6 měsících) nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi okluzními silami, p bylo ve všech situacích větší než 0,05.

Porovnáním změn rozdílů relativních okluzních sil mezi pravou a levou stranou u vyšetřovaných skupin (skupina I., II., III.), které nastaly v časech T0 (ihned po sejmutí, 0 měsíců), T1 (po 3 měsících) a T2 (po 6 měsících) bylo pro každé období, tedy T0 až T1 (0 až 3 měsíců), T0 až T2 (0 až 6 měsíců) a T1 až T2 (3 až 6 měsíců) u každého pacienta zjištěno, zda se rozdíl v okluzních silách mezi pravou a levou stranou snížil, zvýšil či zda se nezměnil. Data byla zapsána do kontingenčních tabulek. Statistické porovnání bylo provedeno Fisherovým přesným testem.

Statisticky významné rozdíly mezi skupinami byly prokázány při sledování období T0 až T2 (0 až 6 měsíců), $p = 0,001$ (viz. Tab. 5 a 6). Následně provedenými testy mnohonásobného porovnání s Bonferroniho korekcí bylo zjištěno, že u pacientů s retenčními deskami byl podíl pacientů, u nichž došlo ke snížení rozdílu mezi pravou a levou stranou, statisticky významně vyšší (21 pacientů, 70%), než u skupiny pacientů s retenčními fóliemi (ke snížení došlo pouze u 7 tj. 23 % pacientů), $p = 0,002$.

U každého pacienta byly na zubech v 1. segmentu (17, 16, 15, 14) a ve 4. segmentu (27, 26, 25, 24) horního zubního oblouku spočítány rozptyly sil. Analýzou rozptylu s opakovanými měřeními byly tyto rozptyly porovnány v časech T0 (ihned po sejmutí, 0 měsíců), T1 (po 3 měsících) a T2 (po 6 měsících). Statisticky významné rozdíly byly prokázány ve III. skupině (kombinace aparátů) při porovnávání rozdílů rozptylů zubů 17, 16, 15 a 14, $p = 0,042$ (viz. Tab. 7). Po léčbě fixním aparátem je pozice jednotlivých zubů u různých pacientů ve velkém rozptylu, a tak i settling, vykazuje velký rozptyl naměřených hodnot. Následnými Bonferroniho testy mnohonásobného porovnání byl zjištěn významný rozdíl mezi rozptyly v časech T1 (po 3 měsících) a T2 (po 6 měsících). Průměrný rozptyl v čase T1 byl signifikantně vyšší ($79,1 \pm 62,7$) než v čase T2 ($43,7 \pm 33,8$), $p = 0,019$. Došlo tedy ke snížení průměrných rozptylů na zubech 17, 16, 15, 14. Při měření na retenčních fóliích a retenčních deskách významné rozdíly nalezeny nebyly. Při analyzování rozptylů hodnot sil u jednotlivých zubů 27, 26, 25, 24 statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

Pro ověření vývoje rozptylů hodnot procentuálního rozložení relativních okluzních sil byly u každého pacienta v 1. a 4. segmentu spočítány rozptyly jednotlivých zubů. Analýzou rozptylu s opakovanými měřeními byly tyto rozptyly porovnány v časech T0 (ihned

Results

Comparison of relative values distribution of occlusal forces in the maximum intercuspation (in per cents) on right and left sides in case of vacuum formed retainers (see Table 2 and Chart 1), Hawley retainers (see Table 3 and Chart 2), and in combination of removable retainers (see Table 4 and Chart 3) at times T0 (immediately after the removal, 0 month), T1 (after 3 months), and T2 (after 6 months), revealed no statistically significant differences between the occlusal forces; in all cases $p > 0.05$.

The changes in relative occlusal forces between right side and left side in the groups examined (I, II, III) that occurred at times T0, T1 and T2 were compared for each period, i.e. T0-T1 (0-3 months), T0-T2 (0-6 months), and T1-T2 (3-6 months). In each patient it was recorded whether the difference in occlusal forces between the right side and the left side decreased, increased or remained stable. The data were recorded in contingency tables. Statistical comparisons were made with Fisher's exact test.

Statistically significant differences between the groups were proved at the period T0-T2 (0-6 months), $p = 0.001$ (see Table 5 and 6). The subsequent tests of multiple comparison with Bonferroni correction revealed that in the group with Hawley retainers, the proportion of patients with reduced differences between left and right side was significantly higher (21 patients, 70%) than in the group with vacuum formed retainers (7 patients, 23%), $p = 0.002$.

In each patient there was calculated dispersion of forces in teeth of the 1st segment (17, 16, 15, 14) and in teeth of the 4th segment (27, 26, 25, 24) of the upper dental arch. The dispersions were compared at times T0, T1, and T2 with the analysis of variance (with repeated measurements). Statistically significant differences were proved in Group III (combination of removable retainers) in comparison of differences in variance of 17, 16, 15 and 14, $p = 0.042$ (see Table 7). After the treatment with fixed appliance the positions of individual teeth as well as settling show significant variance in individual patients. Bonferroni tests of multiple comparisons proved significant difference between variances at time T1 and T2. The mean value of variance at T1 was significantly higher (79.1 ± 62.7) than at time T2 (43.7 ± 33.8), $p = 0.019$. The mean variance decreased for teeth 17, 16, 15, 14. Measurements of vacuum formed and Hawley retainers did not prove significant differences. The analysis of value variance of forces in the teeth 27, 26, 25, 24 showed no significant differences.

To verify the development of variance of proportional distribution of relative occlusal forces we calculated variance of individual teeth in the 1st and 4th se-

Tab. 5. Změny rozdílů procentuálního rozložení okluzních sil mezi pravou a levou stranou v období T0 až T2 (0 až 6 měsíců) mezi skupinami

Tab. 5. Changes in the differences of proportional distribution of occlusal forces between right and left side at T0 - T2 (0 - 6 months) between the groups

		Rozdíl mezi pravou a levou stranou v období 0-6 m. se: Difference between right and left side at 0-6 months:				celkem total
		snížil decreased	nezměnil remained	zvýšil increased		
skupina group	retenční fólie vacuum formed retainers	počet,rate %	7 23.3%	0 0%	23 76.7%	30 100.0%
	retenční desky Hawley retainers	počet,rate %	21 70.0%	0 0%	9 30.0%	30 100.0%
	kombinace aparátů combination of removable retainers	počet,rate %	7 36.8%	1 5.3%	11 57.9%	19 100.0%
celkem, overall		počet,rate %	35 44.3%	1 1.3%	43 54.4%	79 100.0%

Tab. 6. Výsledky testů. Byly prokázány statisticky významné rozdíly při sledování období T0 až T2 (0 až 6 měsíců) mezi skupinami

Tab. 6. Tests results. Statistically significant changes were proved at T0 - T2 (0 - 6 months) between the groups

	Value	Bilateral exact significance
Fischer's exact test	16.091	0.001
Number of valid cases	79	

po sejmutí, 0 měsíců), T1 (po 3 měsících) a T2 (po 6 měsících).

Statisticky významné rozdíly byly prokázány u III. skupiny (kombinace aparátů), $p = 0,043$ (viz. Tab. 8). Následnými Bonferroniho testy mnohonásobného porovnání byl zjištěn významný rozdíl mezi rozptily v časech T1 (po 3 měsících) a T2 (po 6 měsících). Průměrný rozptyl v čase T1 byl signifikantně vyšší ($81,9 \pm 38,1$) než v čase T2 ($60,2 \pm 40,1$), $p = 0,009$. Došlo tedy ke snížení průměrných rozptylů na zubech 17, 16, 15, 14, 24, 25, 26, 27. Při měření na retenčních fóliích a retenčních deskách významné rozdíly nalezeny nebyly.

Diskuse

Cílem této prospektivní studie bylo systémem T-Scan III zjistit, zda v průběhu retence dochází ke zvýšení počtu okluzních kontaktů (settling) a pomocí počítačové analýzy okluze porovnat procentuální rozložení okluzních sil v chrupu při maximální interkuspidaci. Dále si studie kladla za cíl posoudit, zda se tyto změny liší v závislosti na typu zvoleného retenčního aparátu. Okluzním změnám u pacientů v retenční fázi ortodontické léčby při retenci zajištěné rozdílnými retenčními aparáty se ve svých studiích věnovalo několik autorů [7, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18]. V naší studii jsme se zaměřili

Tab. 7. Procentuální rozložení okluzních sil na zubech 17, 16, 15, 14 v 1. segmentu horního zubního oblouku

Tab. 7. Proportional distribution of occlusal forces in the teeth 17, 16, 15, 14 in the 1st segment of the upper dental arch

čas time	retenční fólie, vacuum formed retainers						p^b
	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	maximum	
0 m.	30	90.0	92.3	71.2	13.1	493.0	0.438
3 m.	30	84.2	92.8	52.5	3.1	393.8	
6 m.	30	67.8	70.1	49.8	3.5	342.4	

čas time	retenční desky, Hawley retainers						p^b
	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	Maximum	
0 m.	30	90.0	89.1	65.5	0.0	390.4	0.889
3 m.	30	85.5	62.4	77.3	0.0	271.1	
6 m.	30	92.4	73.4	87.7	0.0	325.7	

čas time	kombinace aparátů, combination of removable retainers						p^b
	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	Maximum	
0 m.	19	52.9	83.1	32.8	0.9	381.4	0.042
3 m.	19	79.1	62.7	53.2	0.7	228.3	
6 m.	19	43.7	33.8	37.9	1.3	127.6	

^b ANOVA s opakovanými měřeními, ANOVA with repeated measurements

Tab. 8. Procentuální rozložení okluzních sil na zubech 17, 16, 15, 14, 27, 26, 25, 24 v 1. a 4. segmentu horního zubního oblouku

Tab. 8. Proportional distribution of occlusal forces in the teeth 17, 16, 15, 14, 27, 26, 25, 24 in the 1st and 4th segments of the upper dental arch

čas time	retenční fólie, vacuum formed retainers						p^b
	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	maximum	
0 m.	30	80.2	57.0	71.5	14.2	307.6	0.951
3 m.	30	79.8	75.8	54.9	3.6	301.1	
6 m.	30	76.2	47.1	60.2	13.1	183.5	

čas time	retenční desky, Hawley retainers						p^b
	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	maximum	
0 m.	30	90.0	61.8	72.1	24.7	257.6	0.797
3 m.	30	84.0	44.9	78.8	18.2	172.0	
6 m.	30	90.1	49.0	83.5	19.8	193.6	

čas time	kombinace aparátů, combination of removable retainers						p^b
	N	průměr mean	S.D.	median	minimum	maximum	
0 m.	19	62.5	53.3	48.9	15.6	256.9	0.043
3 m.	19	81.9	38.1	75.9	15.0	137.5	
6 m.	19	60.2	40.1	42.7	7.8	143.9	

^b ANOVA s opakovanými měřeními, ANOVA with repeated measurements

gment for each patient. ANOVA with repeated measurements was used to compare the variances at times T0, T1 and T2.

Statistically significant differences were proved in Group III (combination of removable retainers), $p = 0.043$ (see Table 8). Bonferroni tests of multiple comparisons found a significant difference between variances at T1 and T2. The mean variance at time T1 was significantly higher (81.9 ± 38.1) than at T2 (60.2 ± 40.1), $p = 0.009$. The mean variance decreased for the teeth 17, 16, 15, 14, 24, 25, 26, 27. Measurements

na estetické retenční fólie, retenční desky a kombinace aparátů.

Porovnáním rozložení relativních okluzních sil (vyjádřeno v procentech) na pravé a levé straně zubního oblouku nebyl v žádné skupině prokázán statisticky významný rozdíl mezi okluzními silami. Nesignifikantní výsledky uvedeného porovnání jsou výsledky kladné a žádané. Lze říci, že co se týče procentuálního rozložení okluzních sil na strany zubního oblouku ve sledovaném souboru, trval po celé období 6 měsíců oboustranně vybalancovaný harmonický skus a v průběhu retence nedošlo ke zhoršení skusu ve smyslu stranové nevyváženosti. V průběhu času se ve II. skupině, kde byla retence ortodontického výsledku zajištěna retenčními deskami, variabilita naměřených hodnot během šesti měsíců postupně snižovala, což lze přikládat probíhajícímu settlingu. Dále bylo cílem studie porovnat změny rozdílů procentuálního rozložení okluzních sil mezi stranami v zubním oblouku. Zjistit, zda se rozdíl v okluzních silách mezi pravou a levou stranou snížil, zvýšil či zda se nezměnil. U pacientů s retenčními deskami byl v období T0 až T2 (0 až 6 měsíců) podíl pacientů, u nichž došlo ke snížení rozdílu mezi pravou a levou stranou, statisticky významně vyšší, než u skupiny pacientů s retenčními fóliemi. V období T0 až T2 tedy umožnily retenční desky statisticky významně lepší settling oproti retenčním fóliím.

Změny v počtech okluzních kontaktů při retenci zajištěné retenčními fóliemi nebo retenčními deskami zjišťovali také Sauget et al. [7]. Vyšetřovaný soubor tvořilo celkem třicet pacientů; patnáct z nich obdrželo po léčbě fixním aparátem retenční fólie a patnáct retenční desky. Registrace okluzních kontaktů byla provedena vinylpolysiloxanovou otiskovací hmotou a jejím následným prosvícením. Nárůst počtu okluzních kontaktů v laterálním úseku chrupu byl zjištěn u obou skupin, ve skupině s retenčními deskovými aparáty signifikantně významnější. Díky tomuto výzkumu je usuzováno, že retenční deskové aparáty umožňují více relativních vertikálních pohybů zubů v laterálních úsecích chrupu, zatímco retenční fólie drží zuby v pozici podobné stavu při sejmutí fixního aparátu.

K dalším cílům naší studie patřilo zjistit rozptyly procentuálního rozložení okluzních sil na zubech v 1. a 4. segmentu horního zubního oblouku u každého pacienta. Analýzou rozptylu s opakovanými měřeními potom tyto rozptyly v čase porovnat. Bylo zjištěno statisticky významné snížení průměrných rozptylů v 1. segmentu ve III. skupině (kombinace aparátů) v čase T1 až T2 (po 3 až 6 měsících). V tomto čase proběhl ve skupině s kombinacemi aparátů settling.

Nárůst počtu okluzních kontaktů během retence potvrdili při různých retenčních aparátech ve svých studiích také další autoři. Başçiftçi et al. [10] zjišťovali,

of vacuum formed and Hawley retainers did not show significant differences.

Discussion

The aim of this prospective study was to determine, using the T-Scan III system, whether during retention period there occurs a higher number of occlusal contacts (settling), and with computer analysis of occlusion to compare the occlusal forces distribution in the maximum intercuspation. Another aim was to assess whether these changes differ in relation to the type of the retainer applied. Several authors dealt with occlusal changes in patients during retention period of the orthodontic treatment where the retention was secured with different retainers [7, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18]. Our study focused on the esthetic vacuum formed retainers, Hawley retainers and combination of removable retainers.

Comparison of relative occlusal forces distribution (in per cents) on right and left side of the dental arch did not prove any statistically significant difference in any group. Insignificant results of the comparison are the positive and desirable results. We can say that for the period of 6 months there remained bilaterally balanced and harmonious bite and the bite did not worsen during retention phase in terms of lateral imbalance. During the time, in Group II (Hawley retainers) the variance of the values measured gradually decreased, which can be assigned to ongoing settling. The study also aimed to compare the changes in different distribution of occlusal forces between the sides of the dental arch - to find out, whether the difference of occlusal forces between left and right side decreased, increased, or remained the same. In the group with Hawley retainers in the period T0 - T2 (0 - 6 months) the proportion of patients with the decreased difference was significantly higher than in the group with vacuum formed retainers. Within the period T0 - T2 thus Hawley retainers led to statistically significant better settling compared to vacuum formed retainers.

Changes in the number of occlusal contacts during retention phase secured with clear overlay or Hawley retainers were dealt with by Sauget et al. [7]. The sample included thirty patients; fifteen treated with clear overlay and fifteen with Hawley retainers. Occlusal contacts were registered with help of vinylpolysiloxane impression material and the following transillumination. In both groups the authors reported the increase in number of occlusal contacts in lateral segment of dentition; the increase was significantly higher in the group with Hawley retainers. Therefore, it is assumed that Hawley retainers allow for more relative vertical movements of teeth in lateral segments of dentition,

jak se mění okluzní kontakty v průběhu jednoho roku retence ve třech skupinách po dvaceti pacientech. V první skupině obdrželi pacienti retenční deskové aparáty (Hawley retainer), ve druhé skupině horní deskový aparát podle Jensena (Jensen plate) v kombinaci s dolním fixním retainerem a třetí skupina byla kontrolní. Registrace okluzních kontaktů byla provedena v centrální okluzi pomocí silikonového otiskovacího materiálu. Autoři výzkumu zjistili, že ve všech třech skupinách došlo k relativnímu vertikálnímu pohybu posterionních zubů, signifikantně významnému v molárech. Ve skupině neléčených subjektů přičítali tyto vertikální pohyby růstovým změnám. Durbin a Sadowsky [18] porovnávali pozicionátor s retenční deskou. Okluzní kontakty registrovali polyetherovou otiskovací hmotou s následným přenesením informací z registrátu skusu na studijní modely. Již po třech měsících v retenční fázi našli 16,3% nárůst počtu okluzních kontaktů v laterálních úsecích chrupu. Statisticky efektivnějším aparátem byl v této studii pozicionátor, u kterého se totální číslo okluzních kontaktů v laterálních úsecích zvýšilo z 9,73 na 10,66; u retenční desky se jednalo o nárůst z 10,65 na 11,39. Změny okluze při retenci zajištěné retenčními deskami nebo pozicionátorem shodně s Durbinem a Sadowským zjišťovali také Haydar et al. a Bauerová et al. Haydar et al. [16] porovnávali okluzní kontakty u dvaceti pacientů ve dvou časech; ihned po sejmutí fixního aparátu po třech měsících v retenci. Deset pacientů dostalo horní a dolní retenční desku a deset pozicionátor. Ke srovnávání výsledků sloužila ještě třetí skupina deseti subjektů s neléčenou ideální okluzí. Registrace okluze byla provedena silikonovou otiskovací hmotou, okluzní kontakty přeneseny na studijní modely a následně pořízeny standardní fotografie těchto modelů. K určení změny v okluzních kontaktech se fotografie z obou časů měření překryly. Nalezen byl pouze malý vzestup počtu kontaktů, který u retenčních deskových aparátů činil 22,4 a ve skupině pacientů s pozicionátorem 27,0. V porovnání s kontrolní skupinou byl tento výsledek s téměř o polovinu nižším počtem zjištěných kontaktů považován za neuspokojivý. Bauerová et al. [12] zkoumali okluzní změny v laterálních úsecích chrupu v průběhu osmi měsíců retence ve dvou skupinách pacientů. Patnáct pacientů obdrželo snímací deskový aparát, pětadvacet na dva měsíce pozicionátor a po této době taktéž deskový aparát. Okluzní kontakty zjišťovali pomocí silikonové otiskovací hmoty aplikované na zuby dolního zubního oblouku. Registrace skusu byla provedena v maximální interkuspidaci a každý registrát skusu byl za standardizovaných podmínek oskenován k analýze okluzních kontaktů. V obou skupinách byl prokázán významný nárůst počtu okluzních kontaktů, který se mezi skupinami signifikantně nelišil.

while clear overlay retainers keep the teeth in the position similar to that after the removal of fixed appliance.

Our study also dealt with variances of proportional distribution of occlusal forces on the teeth in the 1st and 4th segments of the upper dental arch in each patient. With ANOVA and repeated measurements the variances in time were compared. Statistically significant decrease of mean variances was proved in the 1st segment in Group III (combination of removable retainers) at time T1-T2 (after 3 to 6 months). At that period settling took place in the group with combined retainers.

Increase in the number of occlusal contacts during the retention was reported by other authors, too. Başıçiftçi et al. [10] monitored the change in occlusal contacts within one year of retention in three groups, each of twenty patients. In the first group patients received modified Hawley retainers, in the second group upper Jensen plate combined with lower fixed retainer, and the third was a control group. Occlusal contacts were registered in central occlusion with silicon impression material. The authors found out that in all three groups relative vertical movement of posterior teeth occurred, statistically significant in molar area. They assumed that vertical movements in the control group were related to growth changes. Durbin and Sadowski [18] compared positioner with Hawley retainer. Occlusal contacts were registered with polyether impression material and then transferred on study casts. As early as after three months of retention they found a 16.3% increase in the number of occlusal contacts in lateral segments of dentition. Positioner proved to be statistically more effective - the number of occlusal contacts in lateral segments increased from 9.73 to 10.66; in case of Hawley retainers it was from 10.65 to 11.39. Haydar et al. [16] compared occlusal contacts in twenty patients at two times - immediately after the removal of fixed appliance, and after three months of retention. Ten patients were treated with upper and lower Hawley retainer, ten patients with positioner. The third group, a control one, included ten people with an ideal occlusion and without any treatment. Occlusion was registered with silicon impression material, the contacts were transferred on study casts and photographs of the casts were taken. To determine the change in occlusal contacts, the photographs taken at individual times were superimposed. Only a minor increase in the number of contacts was found - in Hawley retainers 22.4, in positioner 27.0. When compared with the control group, the result was considered unsatisfactory. Bauerova et al. [12] dealt with occlusal changes in lateral segments of dentition during eight-month retention period in two groups of patients. Fifteen patients were treated with removable Hawley retainer, twenty five patients were treated with Perfector

V dalších dvou studiích zaměřených na zjištění změn v okluzních kontaktech v retenční fázi ortodontické léčby, byli porovnáváni pacienti, kteří absolvovali ortodontickou léčbu fixním aparátem a obdrželi retenční aparát, s kontrolní skupinou subjektů s ideální okluzí bez ortodontické terapie. V první studii porovnávali Dinçerová et al. [8] okluzní kontakty dvaceti ortodonticky neléčených subjektů s dvaceti pacienty, kteří obdrželi na devítiměsíční sledované období retenční fáze deskové retenční aparáty. Ve druhé studii srovnávali Dinçerová et al. [9] patnáct neléčených subjektů s patnácti pacienty, kterým byl přidělen fóliový retenční aparát. K registraci okluzních kontaktů v centrální okluzi sloužila silikonová otiskovací hmota. V obou studiích byl zjištěn signifikantní nárůst počtu okluzních kontaktů, nicméně v případě retenční fólie až po 2,5 roce od ukončení aktivní fáze léčby a v porovnání s kontrolní skupinou byl počet ideálně lokalizovaných kontaktů stále nižší. [8, 9] Sari et al. [11] srovnávali počet okluzních kontaktů mezi třemi skupinami. V jedné pětadvacetičlenné skupině obdrželi pacienti po ortodontické léčbě fixním aparátem jako retenční aparát horní a dolní retenční desku. Ve druhé skupině o stejném počtu pacientů byla retence zajištěna horním a dolním fixním retainerem. Třetí skupinu tvořilo dvacet neléčených subjektů s ideální okluzí. Ve všech skupinách byly nejdříve alginátovou otiskovací hmotou zhotoveny otisky na studijní modely. Registrace okluze byla provedena silikonovou otiskovací hmotou. Výzkumem bylo zjištěno, že oba sledované typy retence dovolují relativní vertikální pohyb posteriočních zubů. Počet okluzních kontaktů v laterálních úsecích chrupu však byl větší u fixních retainerů než u retenčních desek a neléčených okluzí.

Systémem T-Scan III je možné analyzovat velikost okluzních kontaktů během maximální interkuspidace. Díky T-Scanu se získají podrobné informace o rozložení relativních okluzních sil vztážené k jednotlivým zubům, jejich skupinám či na poloviny zubního oblouku. Celý systém prošel od doby, kdy byl poprvé představen, řadou vývojových změn hardwaru a softwaru až k současné verzi 8, která je s původním systémem T-Scan I dnes již nesrovnatelná. [20] Posouzení spolehlivosti systému T-Scan III se věnovalo několik autorů. Lee et al. [21] provedli výzkum, jehož cílem bylo zhodnotit preciznost a důvěryhodnost systému T-Scan III jako nástroje k analýze okluze. Ve studii byla hodnocena korelace mezi hodnotami získanými měřeními okluze pomocí systému T-Scan III v porovnání s dvěma indexy k hodnocení okluze; PAR Indexem (Peer Assessment Rating Index) a OGS (Objective grading system for dental cast and panoramic radiographs). Na základě výsledků studie byl index OGS doporučen jako objektivnější metoda k hodnocení okluze než PAR

for two months and then with Hawley retainer. Occlusal contacts were registered with silicone impression material applied on the teeth in the lower dental arch. The registration was made in the maximum intercuspation and each occlusal register was scanned under standard conditions to serve the following analysis of occlusal contacts. Statistically significant increase in the number of occlusal contacts was found in both groups, there were no significant differences between the two groups.

Other two studies focused on the changes in occlusal contacts during the retention period of orthodontic treatment and compared patients that underwent orthodontic treatment with fixed appliance and wore retainer with the control group of those with an ideal occlusion without orthodontic management. Dinçer et al. [8] compared occlusal contacts of twenty people without orthodontic treatment with twenty patients wearing Hawley retainers for the nine-month retention period. Dinçer et al. [9] compared fifteen subjects without any orthodontic treatment with fifteen patients wearing thermoplastic retainers. Occlusal contacts in central occlusion were registered with silicone impression material. Both studies found significant increase in the number of occlusal contacts. However, in patients wearing thermoplastic retainer the increase was determined only 2.5 years after the active treatment completion, and the comparison with the control group showed that the number of ideal contact locations was still lower [8, 9]. Sari et al. [11] compared the number of occlusal contacts in three groups. One group of twenty five patients was treated with upper and lower Hawley retainer following orthodontic therapy. The second group (twenty five patients) wore upper and lower fixed retainer. The third group included subjects with an ideal occlusion. Impressions for study casts were made with alginate impression material. The research proved that the two types of retention allowed for relative vertical movement of posterior teeth. Nevertheless, the number of occlusal contacts in lateral segments of dentition was higher in fixed retainers than in patients with Hawley retainers and ideal occlusions.

The T-Scan III system may be used to analyze the range of occlusal contacts during maximum intercuspation. T-Scan provides detailed information on the distribution of relative occlusal forces in relation to individual teeth, their groups or halves of dental arches. Since its introduction the system underwent a number of hardware and software developments. The current version 8.0 cannot compare to the original T-Scan system [20]. Several authors dealt with the reliability of the system. Lee et al. [21] carried out the research the objective of which was to assess the precision and credibility of T-Scan III as the tool for occlusion analysis. The study evaluated the correlation between

index. T-Scan byl shledán klinicky prospěšnou metodou v určování relativní okluzní nerovnováhy, extrémních okluzních sil a změn na okluzi v čase. Výhody systému T-Scan III nejsou spatřovány pouze v reálnosti a opakovatelnosti získaných dat, ale také v možnosti zachytit změny v okluzních kontaktech v průběhu času. Jde o jedinou metodu k vyšetření dynamické okluze. Korelace mezi okluzním indexem a měřením T-Scanem byla signifikantní, prokazující spolehlivost a objektivitu T-Scanu, jakožto systému k hodnocení okluze. Systém T-Scan III vykazuje dostatečnou míru reprodukovatelnosti a proto ho lze pokládat za objektivní, kvantitativní a dynamický systém k hodnocení okluze, který může nahradit statické okluzní indexy. Koos et al. [14] a Trpevska et al. [15] studovali přesnost a spolehlivost systému T-Scan a zjistili, že jde o dostatečně přesnou kvalitní metodu k hodnocení okluze, výjimečnou zejména v možnosti získání informací o síle skusu vztažené ke každému jednotlivému zubu. Vysokou reprodukovatelnost dat získaných T-Scan analýzou okluze potvrdili ve své studii i Cohenovi [22], kteří provedli měření u pacientů léčených fixním lingválním aparátem. Z jejich studie vyplynulo, že přestože je ortodontickou léčbou dosaženo výsledku stanoveného na základě set-upu, okluzní síly mohou být rozloženy nerovnoměrně, setrvávají asymetrické a mohou signalizovat funkční nerovnováhu. Během dvacetiměsíčního období retenční fáze se zvýšila kvalita okluzních kontaktů. Došlo také k vyrovnání asymetrických kontaktů, které byly zjištěny v čase po sejmutí fixního aparátu. Výjimku tvořilo několik případů, u kterých byly zaznamenány odlehle hodnoty.

Ačkoliv je T-Scan shledán objektivní a přesnou metodou k analýze okluze, statistickým zpracováním naměřených výsledků této studie byla zjištěna velká variabilita hodnot. V čase ihned po sejmutí a tři měsíce v retenční fázi se navíc objevovaly i hodnoty odlehle a extrémní, které byly v dalším průběhu retenční fáze eliminovány. Je otázkou, zda by výzkum v delším časovém horizontu potvrdil settling doložením většího množství výsledků se statistickou významností. U všech pacientů bylo dosaženo cíleného výsledku léčby, tj. artikulace v I. Angleově třídě v molárech i špičácích na obou stranách, fyziologického překusu a předkusu. T-Scanem se u některých z nich přesto zjistila extrémní stranová nevyváženost skusu. Některé zuby byly v supraokluzi, jiné v infraokluzi. Náhodným výběrem však byli do studie zařazeni i tito pacienti. Extrém dokládá měření v čase 3 měsíce po sejmutí fixního aparátu ve II. skupině, kdy při maximální artikulaci bylo zaznamenáno procentuální rozložení okluzních sil na pravé a levé straně s minimem 5,9 % a maximem 94,1 % (viz. Tab. 3). Nakolik mohly takové hodnoty měření ovlivnit výsledek celé studie je diskutabilní. Před-

the values obtained with the T-Scan III system compared to two indexes of occlusion evaluation: PAR Index (Peer Assessment Rating Index), and OGS (Objective Grading System for dental cast and panoramic radiographs). OGS was recommended as a more objective method for occlusion assessment than PAR Index. T-Scan was found as a clinically beneficial method for determination of relative occlusal imbalance, extreme occlusal forces, and changes in occlusion during the period of time. The advantages of T-Scan III are considered reality and repeatability of the data obtained, as well as possibility to register changes in occlusal contacts over the time. T-Scan is the only method for the assessment of dynamic occlusion. The correlation between the occlusal index and measurements taken with T-Scan was significant, proving reliability and objectivity of T-Scan as the system used for the occlusion assessment. The T-Scan III system shows sufficient extent of repeatability, and thus is considered as an objective, quantitative, and dynamic system for occlusion assessment that may substitute static occlusal indexes. Koos et al. [14] and Trpevska et al. [15] examined accuracy and reliability of the T-Scan system, and concluded that it represents a sufficiently precise and good quality method of occlusion assessment, that can collect information on bite force related to each individual tooth. Cohen [22] confirmed the high repeatability of the data obtained through T-Scan occlusion analysis; the authors performed the measurements in patients treated with fixed lingual appliance. They conclude that though orthodontic therapy may lead to results established at the beginning, occlusal forces may be distributed unevenly, they remain asymmetrical, and may imply functional imbalance. During the twenty-month retention period the quality of occlusal contacts increased; asymmetric contacts found at the time of fixed appliance removal were aligned. There were only several exceptions in which distant values were recorded.

Though T-Scan is considered an objective and accurate method of occlusion analysis, the statistical processing of this study results shows a great variability of values measured. Moreover, at the time T₀, immediately after the removal of fixed appliance, and at T₁ of the retention period also distant and extreme values occurred that were subsequently eliminated. The question is whether the following long-term research would prove settling with more statistically significant results. In all the patients the aim of the therapy was achieved, i.e. Angle Class I occlusion in molars and canines bilaterally, physiological overjet and overbite. However, in some patients T-Scan revealed an extreme lateral imbalance of bite. Some teeth were in supraocclusion, others in infraocclusion. These pa-

mětem studie byly okluzní změny při nošení rozdílných typů snímacích retenčních aparátů, nicméně efektivita působení všech snímacích aparátů (tedy i retenčních) je však vždy závislá na spolupráci pacienta. Nelze proto s jistotou tvrdit, že přes opakovaná důkladná poučení o nutnosti pravidelného nošení retenčních aparátů z důvodu dobré retence a současně probíhajícího výzkumu, dodrželi všichni pacienti absolutně určené retenční schéma.

Závěr

Bylo potvrzeno, že v průběhu retenční fáze dochází k okluzním změnám. Settling distálních zubů je přirozenou součástí retenční fáze léčby a vede nejen k lepší interkuspidaci, ale i stabilitě ortodontického výsledku. Přestože bylo aktivní ortodontickou léčbou dosaženo předem určeného výsledku, tj. normookluze s optimálními hodnotami incizálního schůdku a hloubky skusu, nebyly okluzní síly rozloženy mezi zuby zcela rovnoměrně. Statistickým zpracováním dat byla potvrzena velká variabilita naměřených relativních hodnot okluzních sil. Změny v okluzních kontaktech byly zjištěny ve všech sledovaných skupinách, resp. u všech retenčních aparátů.

Průměrné hodnoty procentuálního rozložení okluzních sil při maximální interkuspidaci v polovinách zubního oblouku se ve všech skupinách pohybovaly v čase po sejmutí a 3 i 6 měsíců v retenci blízko úplné rovnováhy, tj. 50 % na každé straně oblouku.

Největší změny v dosažení co nejlepších okluzních kontaktů ve vertikálním směru v průběhu prvních šesti měsíců retenční fáze umožnily retenční desky. V období půl roku po sejmutí fixního aparátu došlo při retenci zajištěné retenčními deskami, oproti skupině, kde byly použity retenční fólie, ke statisticky významnému snížení rozdílu rozložení relativních okluzních sil mezi pravou a levou stranou oblouku.

Ve skupině, kde se k zajištění retence používala kombinace retenčních aparátů, došlo v porovnání s ostatními skupinami (retenční desky a retenční fólie) ke statisticky významnému snížení rozptýlení rozložení relativních okluzních sil na zubech v posteriorních segmentech chrupu, které charakterizuje probíhající settling.

K tomu, aby bylo možné pomocí systému T-Scan III stanovit rozdíl ve změně okluzních kontaktů při použití retenčních desek či retenčních fólií, by bylo pravděpodobně nutné provést měření v horizontu alespoň jednoho roku a při větším souboru pacientů.

Autoři nemají komerční, vlastnické nebo finanční zájmy na produktech nebo společnostech popsanych v tomto článku.

tients were included in the study at random. The extreme is represented by measurement at T1 (3 months after the removal of fixed appliance) in Group II - proportional distribution of occlusal forces on right and left sides was recorded, with the minimum value of 5.9% and the maximum value of 94.1 % (see Table 3). It is debatable to what degree those values of measurements could affect the overall study result. The study focused on occlusal changes during the use of different types of removable retainers. However, the effectiveness of all removable appliances (including retainers) always depends on the patient's cooperation. In spite of the repeated and detailed instructions about the need to wear retainers regularly, we cannot be sure that all the patients followed the given retention plan.

Conclusion

The study proved that there occur occlusal changes during retention period. Settling of distal teeth is a natural part of retention period leading to better intercuspation and better stability of orthodontic therapy results. In spite of the fact that the active orthodontic therapy achieved the desired outcome, i.e. normal occlusion with optimum values of overjet and overbite, occlusal forces were not distributed evenly among the teeth. Statistically processed data showed great variability in the occlusal relative forces values. Changes in occlusal contacts were found in all the groups monitored, i.e. in all types of retainers.

The mean values of proportional distribution of occlusal forces in maximum intercuspation in dental arch halves were close to absolute balance, i.e. 50% on each side of the dental arch, at times T1 and T2.

The most profound changes in terms of the best possible occlusal contacts in vertical direction during the first six months of retention period were determined in patients with Hawley retainers. Six months after the removal of fixed appliance there was statistically significant decrease in the difference of relative occlusal forces distribution between right and left side of the dental arch in the group with Hawley retainers compared to the group with vacuum formed retainers.

In Group III (combination of removable retainers) showed statistically significant decrease in variance of relative occlusal forces distribution in the posterior segments of dentition which is characteristic of the ongoing settling.

To determine the difference in the change of occlusal contacts when using Hawley or vacuum formed retainers, the measurements should be taken within at least one year and the sample should include more patients.

The authors have no commercial, proprietary, or financial interests in the products or companies described in this article.

Literatura/References

1. Kamínek, M. et al.: Ortodoncie. Praha: Galén, 2014.
2. Nanda, R. S.; Nanda, S. K.: Consideration of dentofacial growth in long-term retention and stability: Is active retention needed? Amer. J. Orthodont. dentofacial Orthop. 1992, 101, č. 4, s. 297-302.
3. Dawson, P. E.: Evaluation diagnosis and treatment of occlusal problems. St. Louis: Mosby, 1989. In: Dincer, M.; Meral, O.; Tümer, N.: The investigation of occlusal contacts during the retention period. Angle Orthodont. 2003, 73, č. 6, s. 640-646.
4. Storey, A. T.: Functional stability of orthodontic treatment - occlusion as a cause of temporo-mandibular disorders. In: Nanda, R.; Burstone, C.: Retention and stability in orthodontics. Philadelphia: Saunders, 1993, s. 203-215.
5. Miyazaki, H.; Motegi, E.; Yatabe, K.; Isshiki, Y.: Occlusal stability after extraction orthodontic therapy in adult and adolescent patients. Amer. J. Orthodont. dentofacial Orthop. 1998, 114, č. 5, s. 530-537.
6. Horton, J. K.: Comparison of the effects of a Hawley and perfector/spring aligner retainers on post-orthodontic occlusion. St. Louis: Thesis for the Degree of Master of Science in Dentistry, 2007. [Citováno 5.11.2014]. Dostupné z URL <https://www.slu.edu/Documents/cade/thesis/Horton_Thesis.pdf>
7. Sauget, E.; Covell Jr., D. A.; Boero, R. P.; Lieber, W. S.: Comparison of occlusal contacts with use of Hawley and clear overlay retainers. Angle Orthodont. 1997, 67, č. 3, s. 223-230.
8. Dincer, M.; Meral, O.; Tümer, N.: The investigation of occlusal contacts during the retention period. Angle Orthodont. 2003, 73, č. 6, s. 640-646.
9. Dincer, M.; Aslan, B. I.: Effects of thermoplastic retainers on occlusal contacts. Eur. J. Orthodont. 2010, 32, č. 1, s. 6-10.
10. Başçiftçi, F. A.; Uysal, T.; Sari, Z.; Inan, O.: Occlusal contacts with different retention procedures in 1-year follow-up period. Amer. J. Orthodont. dentofacial Orthop. 2007, 131, č. 3, s. 357-362.
11. Sari, Z.; Uysal, T.; Başçiftçi, F. A.; Inan, O.: Occlusal contact changes with removable and bonded retainers in a 1-year retention period. Angle Orthodont. 2009, 79, č. 5, s. 867-872.
12. Bauer, E. M.; Behrents, R.; Oliver, D. R.; Buschang, P.H.: Posterior occlusion changes with a Hawley vs Perfector and Hawley retainer. Angle Orthodont. 2010, 80, č. 5, s. 853-860.
13. T-Scan III user manual. Version 8. Tekscan, Boston, 2011.
14. Koos, B.; Godt, A.; Schille, C.; Göz, G.: Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch. J. Orofac. Orthop. 2010, 71, č. 6, s. 403-410.
15. Trpevska, V.; Kovacevska, G.; Benedeti, A.; Bozidar, J.: T-Scan III System diagnostic tool for digital occlusal analysis in orthodontics - a modern approach. Sec. Med. Sci. 2014, 45, č. 5, s. 155-160. [Citováno 5.11.2014]. Dostupné z URL <http://manu.edu.mk/prilozi/Contributions_35_2/20-V_TRPE-VSKA.pdf>
16. Haydar, B.; Cier, S.; Saatçi, P.: Occlusal contact changes after active phase of orthodontic treatment. Amer. J. Orthodont. dentofacial Orthop. 1992, 102, č. 1, s. 22-28.
17. Razdolsky, Y.; Sadowsky, C.; BeGole, E. A.: Occlusal contacts following orthodontic treatment: a follow up study. Angle Orthodont. 1989, 59, č. 3, s. 181-185.
18. Durbin, D. S.; Sadowsky, C.: Changes in tooth contacts following orthodontic treatment. Amer. J. Orthodont. dentofacial Orthop. 1986, 90, č. 5, s. 375-382.
19. Šedý, J.: Kompendium Stomatologie I. 1st ed., Praha: Triton, 2012.
20. Kim, J. H.: Computerized occlusion using T - Scan III. E-book. [Citováno 5.11.2014]. Dostupné z URL <<http://www.tekscan.com/pdf/DTL-T-Scan-Clinical-eBook.pdf>>
21. Lee, K-Y.; Lee, S-M.; Cha, L-S.; Lee, J-W.; Chung, D-H.: Correlation assessment of occlusal evaluation among PAR index, Objective grading system and T-Scan III System. List of abstracts, 90th Congress EOS Warsaw, 18.-22.6.2014.
22. Cohen-Levy, J.; Cohen, N.: Computerized analysis of occlusal contacts after lingual orthodontic treatment in adults. Int. Orthodont. 2011, 9, č. 4, s. 410-431.

MDDr. Daniela Vrátná
Stomatologická klinika 1.LF UK a VFN
Kateřinská 32, 128 01 Praha 2