

**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА
КАТЕДРА ПО ОРТОДОНТИЯ**

Проф. д-р Лаура Стефанова Андреева-Гургуриева, дм

**ЗНАЧЕНИЕ НА ИНТЕРКАНИНОВОТО
РАЗСТОЯНИЕ ЗА СТАБИЛНОСТТА НА
ОРТОДОНТСКОТО ЛЕЧЕНИЕ**

ДИ С Е Р Т А Ц И Я

за придобиване на научната степен
„доктор на науките”

Научна специалност
Протетична дентална медицина

София, 2017 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ	4
I. ВЪВЕДЕНИЕ	5
II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР	7
II.1. ИНТЕРКАНИНОВО РАЗСТОЯНИЕ – ФОРМУЛИРАНЕ НА ПОНЯТИЕТО	7
II.1.1. Разглеждане на местата на измерване на интерканиновото разстояние	8
II.1.2. Динамика на промяната на интерканиновото разстояние в зависимост от възрастта и вида на съзъбието	24
II.2. ВЛИЯНИЕ НА РАСТЕЖА И РАЗВИТИЕТО НА ЛИЦЕВИЯ СКЕЛЕТ ВЪРХУ ИНТЕРКАНИНОВОТО РАЗСТОЯНИЕ	34
II.2.1. Стабилност на интерканиновото разстояние	34
II.2.2. Фактори, влияещи на стабилността на интерканиновото разстояние	37
II.3. ПРОМЯНА НА ИНТЕРКАНИНОВОТО РАЗСТОЯНИЕ ПРИ ОРТОДОНТСКО ЛЕЧЕНИЕ	40
II.3.1. Влияние на разширението на горната и долната челюст върху интерканиновото разстояние	40
II.3.2. Причини за рецидив в областта на интерканиновото разстояние	43
II.4. НАЧИНИ ЗА ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ИНТЕРКАНИНОВОТО РАЗСТОЯНИЕ. ЗАПАЗВАНЕ НА СТАБИЛНОСТТА	46
II.5. МЕТОДИКА НА ЛОНГИТУДИНАЛНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ	47
II.6. КОНСТАТАЦИИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОТ ЛИТЕРАТУРНИЯ ОБЗОР	76
НАУЧНИ ХИПОТЕЗИ	79
III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ	80
ЦЕЛ	80
ЗАДАЧИ	80
СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ	81
IV. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА	81
МАТЕРИАЛ	81
МЕТОДИКА	84
V. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ	93
По задача 1	93
По задача 2	104
По задача 3	113
По задача 4.	120
По задачи 5 и 6	160
По задача 7	202
VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	212
VII. ИЗВОДИ	218
VIII. БИБЛИОГРАФИЯ	220
IX. ПРИЛОЖЕНИЯ	234

*На моя съпруг д-р Георги Гургуриев
с благодарност и признателност*

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

АБ (АВ) АВEnd АВR2 АВR5 АВSt	Апикална база АБ в края на ортодонтското лечение АБ в ранния постретенционен период АБ в късния постретенционен период АБ в началото на ортодонтското лечение
ГЧ/ДЧ	Горна/Долна челюст
ДРР	Дебелина на режещия ръб на горен и долен централен десен инцизив
ЗД	Зъбна дъга
ЗК	Зъбен клас
ЗЧД	Зъбно-челюстна деформация
ИС	Изследван субект
МДД МДД (SI) МДД (Si)	Медиодистален диаметър МДД (Сума на ширините на горните инцизиви) МДД (Сума на ширините на долните инцизиви)
РК	Работна крива
ТИ	Точка на измерване
СС ССMд (L-СС)	Интерканиново разстояние СС на долна челюст
ССMх (U-СС)	СС на горна челюст
ССMхEnd/ ССMдEnd	Интерканиново разстояние на горната/долната челюст след ортодонтско лечение
ССMхR2/ ССMдR2	Интерканиново разстояние на горната/долната челюст в ранния постретенционен период
ССMхR5/ ССMдR5	Интерканиново разстояние на горната/долната челюст в късния постретенционен период
ССMхSt/ ССMдSt	Интерканиново разстояние на горната/долната челюст в началото на ортодонтското лечение
EMD	Ранно смесено съзъбие
FPD	Оформено постоянно съзъбие
FPD8	Оформено постоянно съзъбие с налични трети молари
LHLCL	Височина на долен ляв канин лингвално
LHLCR	Височина на долен десен канин лингвално
LHVCL	Височина на долен ляв канин вестибуларно
LHVCR	Височина на долен десен канин вестибуларно
MD	Късно смесено съзъбие
MM	Интермоларно разстояние
NFPD	Неоформено постоянно съзъбие
PPMхEnd PPMхR2 PPMхR5 PPMхSt	Ширина на ГЧ в края на ортодонтското лечение Ширина на ГЧ в ранния постретенционен период Ширина на ГЧ в късния постретенционен период Ширина на ГЧ в началото на ортодонтското лечение
UHLCL	Височина на горен ляв канин лингвално
UHLCR	Височина на горен десен канин лингвално
UHVCL	Височина на горен ляв канин вестибуларно
UHVCR	Височина на горен десен канин вестибуларно
ULMDD/ LLMDD	Сума от медиодисталните диаметри на горните/долните шест зъба от кучешки до кучешки зъб лингвално

I. ВЪВЕДЕНИЕ

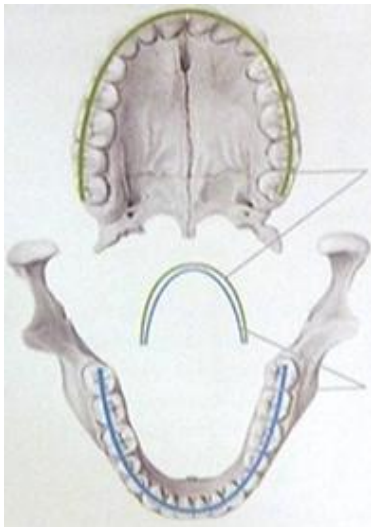
Величието на природата е в съчетаването на идеална структура с функция, поради което тя е била обект на задълбочено изучаване и стремеж към наподобяване от човека. Още от дълбока древност той се е опитвал да подражава на природата, за да осигури своето ежедневие. С натрупването на познания той е променял по неин образ и подобие бита си.

Великите открития на Рим са доказали издръжливостта си през хилядолетията. И досега се намират римски арки в земите, които са били владение на древен Рим. Те не само че съществуват, но и добре функционират. Защо *арката* е толкова стабилна конструкция? Архитектите определят арката като дъговиден конструктивен елемент, изграден от клиновидни блокове, чиято функция е да разпределя тежестта на покриващата я конструкция. Първите арки са познати от 2500 г. пр.Христа. В началото са ползвани като носещи, а след това са превърнати в декоративни елементи. Арката има един ключов камък, който осигурява нейната стабилност, и два клиновидни камъка, от които се променя формата [212, 213].

Отделяме внимание на *арката*, защото и в *ортодонтията* тази фигура е най-важната. Зъбите са подредени в дъги. Видимата част на зъбната дъга е като айсберг – виждат се само зъбните коронки. *Зъбната арка* има сложна структура, която се състои от различни по здравина елементи – зъбни корени, алвеоларна кост, сложен периодонтален комплекс. Защо природата е създала различна структура за горната и за долната зъбна арка? Безспорният отговор, даден от древните анатоми, е заради различната функция. Първите ортодонти започват да наблюдават тази съвършена анатомична структура и да изучават нейните параметри – ширина, дължина, периметър, форма. Те разделят дъгата на три сегмента – един фронтален и два странични. Точно на прехода на фронталния и страничните сегменти се намира кучешкият зъб – единствен, с уникална форма, особено на корена си. Спорно е към коя група зъби се вписва, общоприето е да е към фронталните, защото се вижда при усмивка. Но образуването и пробивът му са значително след

зъбите във фронталната група. В ортодонтските методи за прогноза на място в зъбната дъга той се определя към страничния сегмент.

Този зъб е *колоната*, която дава стабилността на зъбната дъга. Затова е и единствен! За всеки човек е известно, че това е най-здравият зъб в съзъбието. За лекаря по дентална медицина е задължително да го съхрани стабилен, колкото е възможно по-дълго време. За ортодонта това е ключът за задържане на стабилен дълъг резултат след ортодонтско лечение. Това е *клиновидният камък в арката*.



Фиг. 1. *Анатомична форма и съответствие на горна и долна зъбна дъга*

Анатомичното съответствие на горната и долната зъбна дъга е представено на фиг. 1. Елипсата на правилно подредената горна зъбна дъга осигурява по-широко интерканиново разстояние. Параболата на долната зъбна дъга позволява тя да застане под арката на горната челюст [182].

Интерканиновото разстояние на долната челюст е по-малко, а е подложено на по-голямо дъвкателно натоварване. Въпросът остава ли то с годините непроменено или повеят на възрастта слага отпечатък и върху него, е обект на непрекъснати научни търсения.

Интерканиновото разстояние е обект на интерес и на настоящото лонгитудинално изследване. Авторът е проследил как се формира то от ранно смесено до постоянно съзъбие и как се променя според възрастта – на подрастващ индивид, на млад, но завършил развитието си индивид. Друг времеви параметър е възрастта, при която се появяват промени вследствие на намалената плътност на костта. Интересува ни остава ли стабилно и доколко **интерканиновото разстояние** се променя с годините вследствие на ортодонтска намеса.

II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

II.1. Интерканиново разстояние – формулиране на понятието

През историческото развитие на дисциплината *ортодонтия* специалистите са се интересували от различните параметри на зъбната дъга: съотношенията на **ширината и дължината**. Техният стремеж е бил да създадат стандарт за големината на зъбната дъга. Това е довело до провеждането на множество проучвания за различните области на зъбната дъга. В началото наблюденията са били емпирични, след това се създават математически модели, а по-късно се включват други анатомични области, като апикалната база и периметърът на зъбната дъга. Известни са методи на измерване на тези параметри от повече от 100 години.

Канинът е зъб, който е предизвиквал интереса на изследователите. Къде е неговото място? Поради късния си пробив той често е на неправилно място. Но той ли е на неправилно място или зъбите, поникнали преди него? Изследването на Kantorowicz за мястото на канините е от 1915 год. [104]. Авторът доказва, че интерканиновото разстояние в горната и долната зъбна дъга съответства на сумата от медиодисталните диаметри на горните инцизиви.

Пръв, който прави връзка и разглежда проблема за несъответствието на апикалната база и ширината на зъбната дъга, е Lundström [95, 98, 99, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124]. През 1947 год. Howes [91, 92, 93] задълбочено изследва този анатомичен параметър. Той конструира външния контур на апикалната база по отношение на зъбната дъга. В изследванията си използва конструираната вече през 1926 год. от Stanton (цит. по Izard) нормална зъбна дъга. Изведените зависимости за съотношението на зъбната дъга и апикалната база са познати на всеки ортодонт и използвани в ежедневната практика за доказване на наличието или липсата на място [96, 97, 98].

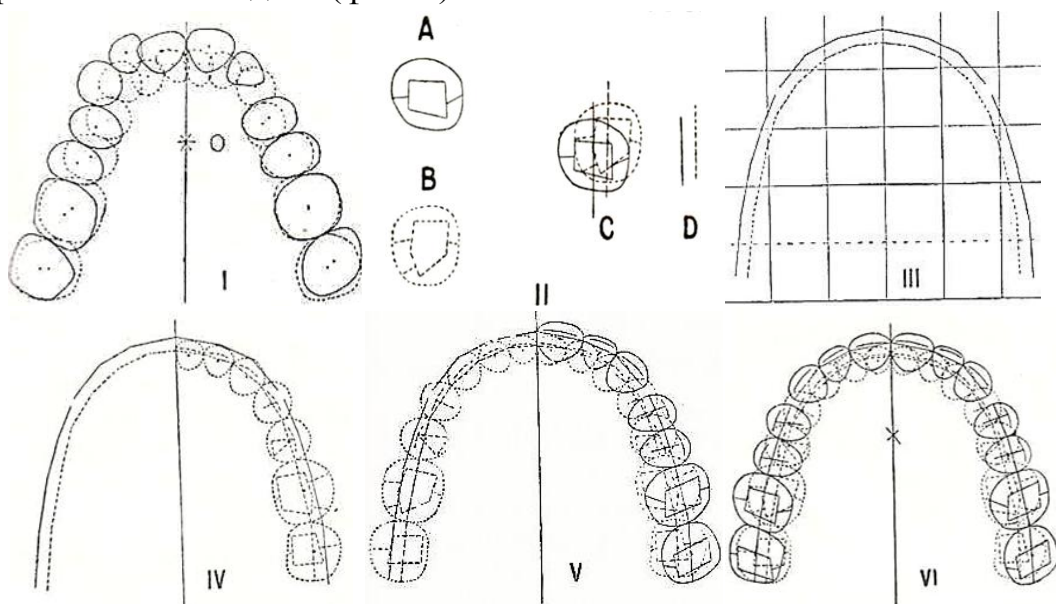
Kubodera и кол. съобщават, че най-ниската точка на лингвалната цервикална линия на втория млечен молар започва да се премества 4 месеца преди неговата смяна. Поради тази причина отправните точки са променени – вместо най-ниската точка на лингвалната цервикална линия на втори временен молар е взета същата, но при първи постоянен молар, 6 месеца преди смяната на който и да е от вторите млечни молари [110].

Интерканиновото разстояние (СС) е разстоянието в областта на канините в горната и долната челюст. Интересът към него се определя от факта, че канините са на прехода между предния и страничния сегмент на зъбната дъга. Всеки изследовател го определя по избрани от него точки.

II.1.1. Разглеждане на местата на измерване на интерканиновото разстояние

Kantorowicz измерва интерканиновото разстояние за горната и долната челюст на различни места. Канинът (горен или долен) е разделен на четири квадранта по вестибуларната и лингвалната повърхност. СС на горната зъбна дъга се измерва в средата на лингвалната повърхност на долния медиален квадрант, а СС на долната челюст – в средата на дисталния горен вестибуларен квадрант. При ортогнатна оклузия тези две точки съвпадат [104].

Трябва да се изучи и определи нормалната форма на зъбната дъга (ЗД), за да се насочи вниманието към мястото на канините. Интересен е методът на Stanton за конструиране на нормална крива на зъбната дъга. Начинът на конструиране на кривата на нормално подредената зъбна дъга по Stanton е следният: той конструира нормалната зъбна дъга в хоризонтална проекция. Според него тя нараства 5 пъти: всеки зъб е с определен медиодистален диаметър и със свой геометричен център. Чрез тези два параметъра авторът дефинира понятието *centroid O* на зъбната дъга – центърът на зъбната дъга. Авторът създава схема на нормалната зъбна дъга (фиг. 2).



Фиг. 2. Конструиране на правилно подредени зъбни дъги по Stanton

I – фиксиране на центроид на зъбната дъга – той се намира по **медианната линия между двата горни премолара.**

II – регулиране на позицията при нормална оклузия на горен и долен първи постоянен молар. А – долен първи молар; В – горен първи молар; С – оклузия на двата молара; D – разлика между МДД на горния и долния молар, когато са в оклузия.

III – начертаване на нормалните криви на горната и долната зъбна дъга.

IV – върху нормалната крива на долната зъбна дъга се начертава лявата ѝ половина.

V – върху контура на долната зъбна дъга се чертае контурът на горната ѝ лява половина.

VI – начертава се контурът на двете зъбни дъги, коригирани с помощта на центроида.

Положителното на конструирането на зъбните дъги по методиката на Stanton се състои в това, че се индивидуализира формата на зъбната дъга спрямо големината на зъбите. Нейната големина се определя от медиодисталния диаметър (МДД) на наличните постоянни зъби. Дължината ѝ отговаря на разликите в МДД на зъбите, определени от природата.

Вестибуло-лингвалните отношения и медиодисталните параметри на моларите се определят в началото, фиксирани са и се намират на контура на зъбната дъга. Големината на медиодисталните размери на зъбите регулират съотношението на двете зъбни дъги в оклузията.

При деформирани зъбни дъги конструирането се прави максимално близко до нормалната крива на зъбната дъга според МДД на зъбите, за които има точно определено място на контура.

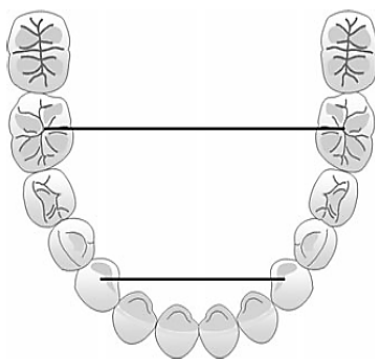
На вече подредените зъби по гореописаната методика се очертава кривата на горната и долната челюст и се нанасят зъбите, като се започва винаги от долната челюст и от резците. Геометричният център на всеки зъб трябва да се намира на долната крива. Едва тогава се нанасят горните зъби, зъб по зъб, като се започва от горните постоянни премолари; техният геометричен център трябва да се намира на външната крива.

Много известни и световно приложими са прогностичните методи за зъбни и челюстни несъответствия. Не можем да не споменем метода на Bolton, Nixon, Moyers, Tanaka и Johnston [50, 63, 89,138, 191]. Те са рутинни методи за определяне на прогнозата за наличието на място в ЗД и се използват в ежедневната ортодонтска практика, публикувани са в

учебни помагала [9]. Затова те няма да бъдат описвани в литературния обзор.

От прегледа на литературата установяваме, че повечето автори измерват интерканиновото разстояние в областта на върха на канина независимо от това коя е дентицията.

Izard измерва ширината на зъбната дъга в четири области: интерканиново разстояние от върха на канините; интерпремоларно разстояние и интермоларно разстояние по Pont; задна ширина на зъбната дъга, което се измерва от най-изпъкналата точка на вестибуларната повърхност на вторите постоянни молари (фиг. 3) [95].



Фиг. 3. Място на измерване на интерканиновото и интермоларното разстояние (по Izard)

Най-често се използва върхът на канините в горната или долната челюст като място за измерване на интерканиновото разстояние. Proffit измерва долната зъбна дъга в четири области през средата на клиничната корона на канините, първи и втори премолар и моларите. [151].

Sayin Özgür и Н. Turkkahraman измерват интерканиновото разстояние на върха на временните канини [178].

Най-задълбочените изследвания на зъбната дъга са между 50–70-те години на ХХ век. В този период са публикувани множество статии за промяна на позицията на временните и постоянните канини [24, 27, 28, 29, 30, 31, 52, 54, 55, 68, 83, 86, 110, 134, 136, 140, 173, 186, 188, 190].

През 1953 год. австрийският ортодонт G. Schmuth формулира рафе-папиларната трансверзала на Schmuth. Тя е рутинен биометричен метод, използван у нас. Авторът определя позицията на горния канин според вида на склона на фронталния участък на горния алвеоларен гребен. При норма линията, прекарана по дисталната повърхност на papilla incisiva и перпендикулярна на медианната линия, трябва да премине през средата на клиничната корона на горния канин. Авторът дава диапазон при различен склон на алвеоларния гребен (фиг. 4) [181].



Фиг. 4. Положение на горните канини спрямо рафе-папиларната трансверзала на Schmuth в зависимост от особеностите на склона на алвеоларния гребен

Schmuth установява, че когато склонът е стръмен, горният канин е по-медиално разположен и рафе-папиларната трансверзала, минава в медиалния край на канина. Това се идентифицира със случаите на горночелюстна ретрузия. Обратно – при по-полегат склон, което е свързано с протрузия на горната ЗД, рафе-папиларната трансверзала, преминава по-дистално. Това са допустимите отклонения на позицията на канина спрямо трансверзалата на Schmuth.

R. G. Alexander използва метода за определяне на интерканиновото разстояние от върха на канините (фиг. 5) [15, 16].



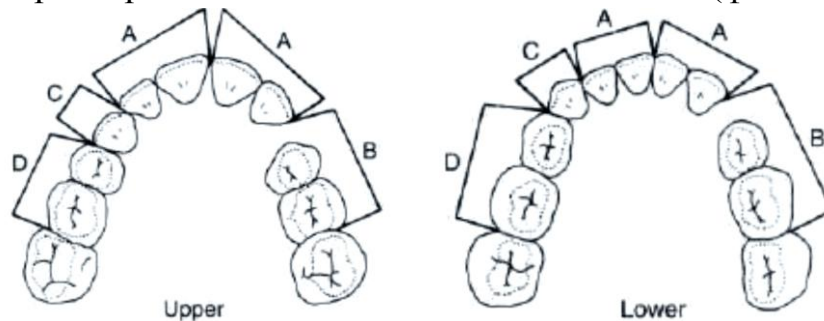
Фиг. 5. Място на измерване на интерканиновото разстояние (по Alexander)

В изследването си Efisio Defraia, Giulia Baroni и Andrea Marinelli измерват интерканиновото разстояние от медиалната повърхност на временния канин [67].

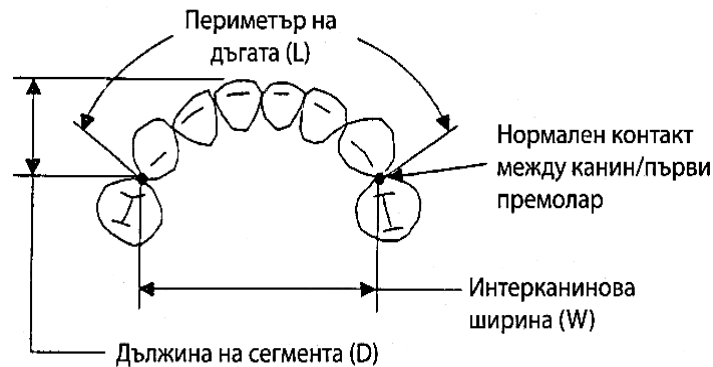
Bishara разделя зъбната дъга на ранното смесено съзъбие на две половини – лява и дясна, от инцизивната точка до дисталната повърхност на втория временен молар. Всяка половина е разделена на сегменти – постоянни резци; временни канини; временни молари. Ако липсва временният канин, то неговият сегмент отпада и следва сегмент от дисталната повърхност на втори постоянен резец до дисталната повърхност на втори временен молар (фиг. 6) [37].

St. Braun и W. Hnat изследват целия долен фронтален сегмент. Разстоянието, което определят като интерканиново разстояние, е от контактната точка между канина и първия премолар от едната страна по периметъра на фронталния участък до срещуположната страна [52].

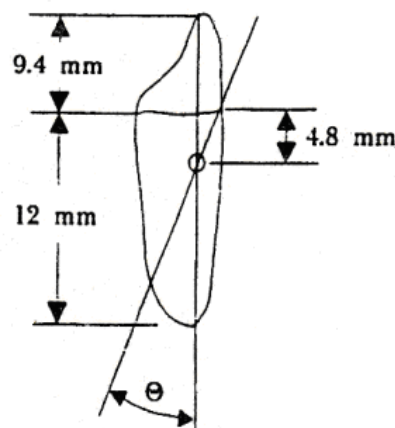
Случаите са подбрани с добре изразени режещи ръбове на долните централни резци – без абразия или фрактури по тях. Освен това те правят идеален модел на типичния долен централен резец, създаден като среден размер на всичките 21 изследвани модела (фиг. 7 и 8) [52].



Фиг. 6. Измерване на сегментите на зъбната дъга в ранно смесено съзъбие (по Bishara)



Фиг. 7. Измерване на мандибуларния преден сегмент (по St. Braun, W. Hnat)



Фиг. 8. Идеален модел на типичния долен централен резец (по St. Braun, W. Hnat)

D. Ward и съавтори измерват ширината на зъбната дъга в две области – интерканиновото и интермоларното разстояние. Местата на измерване са – за интерканиновото разстояние – от туберкула на левия канин до туберкула на десния канин. За интермоларното разстояние – от

върха на мезиобукалния туберкул на левия молар до същата точка на десния [206].

Van der Linden е създал методика за изследване на правилната позиция на горния канин през 1973 год. Той е установил, че горният канин се разполага в границите на проекциите, спуснати от медиалния и дисталния край на първата небцова гънка към лингвалната повърхност на горния канин. При норма той трябва да попада между двете проекции на първата гингивална гънка [201].

В България информацията за изследвания за позицията на канините е оскъдна. През 2008 год. В. Крумова публикува изследване за характеристиката на лигавичния релеф на небцето преди и след ортодонтско лечение. Крумова прилага описаната по-горе методика на Van der Linden. Авторката също е установила, че нормалната позиция на горния канин е свързана с позицията на първата небцова гънка. Тя модифицира известната методика по следния начин – линията, образувана от точките, определени от дисталния и медиалния край на първата небцова гънка, трябва да съвпада с линията, прекарана по средата на лингвалната повърхност на канина до гингивалния ръб [6, 8].

В друго българско изследване е определена позицията на долните канини. То е представено от Ж. Павлова, която изследва 100 лица в стадий „млад възрастен” с интактно съзъбие и ортогнатна захапка, без провеждано ортодонтско лечение. Тя изследва интерканиновото разстояние от дисталната повърхност на долния ляв до десен канин. Авторката установява разлики в големината на зъбната дъга при мъжете и жените. Павлова доказва, че разстоянието между долните канини е различна за мъже и жени – съответно: при мъжете е **29.8 мм**, а при жените – **27.8 мм**. Фронталните зъби са разположени на хорда на окръжност с радиус **19 мм** за мъже и **18 мм** за жени. Центърът на окръжността е на **11 мм** от линията, свързваща кучешките зъби в дистална посока, и за двата пола е на едно и също разстояние [10].

Интересни са резултатите от проучването на Т. Fukuyama и М. Yakushiji, които показват, че интерканиновата ширина не просто се увеличава, а канините се придвижват в предна и латерална посока с развитието на съзъбието. В изследването си японските автори Т. Fukuyama и М. Yakushiji доказват, че при субекти с **нормално съзъбие канините се придвижват в посока напред и с малко медиално завъртане от времето на пълния пробив на коронката до стабилния период на постоянното съзъбие**. Същевременно при субекти със струпване в дъгата канините се придвижват медиално, но не и

напред. Това навежда на мисълта, че интерканиновата ширина намалява значително повече при групата със струпване на зъби в сравнение с групата с нормална зъбна дъга. Поради тази причина в проучването на Т. Fukuyama и М. Yakushiji движението на зъбите е сравнено с отправни точки, които са между временните канини по време на пробив и постоянните канини в периода на стабилно постоянно съзъбие. В цитираното проучване при сравняване на промяната на позицията на всяка измервана точка на временните и постоянните канини е открита известна разлика в медиодисталния и лабио-лингвалния размер на коронките между млечните и постоянните канини. Въпреки това, като се вземат под внимание средните стойности на постоянните канини в стабилния период на постоянно съзъбие, се наблюдава отчетливо движение напред и латерално на постоянните канини в сравнение с това на временните канини и при двете групи – със и без струпване [78].

В повечето от тези проучвания изследователите са проследили само относителната промяна в позицията на промяната на дължината и ширината на зъбната дъга и в малко случаи са търсили влиянието на промяната на зъбната дъга в оклузален аспект, за да се определи действителното движение в рамките на дъгата. Nanba и кол. проследяват промяната на позицията на канините от оклузална посока, но това изследване включва само деца с нормални зъбни дъги, наблюдавани за много кратък период от време – от появата на канина над гингивата до пълния му пробив на клиничната коронка. Отправната равнина е определена чрез 3 точки на максиларния модел – центърът на *papilla incisiva* и най-ниската точка на лингвалната цервикална линия на левия и десния втори млечни молари. Моделите са стандартизирани така, че основата на цокъла на модела да е успоредна на отправната равнина и разстоянието между основата и отправната равнина да е еднакво [140].

Проучвания, които изследват промяната на позицията на канина

I група проучване – изучаване на методите на изследване на промените на позицията на канините в зъбната дъга

В повечето от досегашните проучвания на растежа и развитието на съзъбието фокусът на изследването е върху промените при временните и постоянните канини. Наблюдават се само промените в интерканиновата ширина и дължината на зъбната дъга. Такива измервания дават само относителна преценка относно промяната на позицията на

канините на базата на промяна на дължината и ширината на зъбната дъга.

Всички следващи цитирани изследвания на интерканиновата ширина между временните канини са в нормално съзъбие и дават информация за увеличение на интерканиновата ширина в периода на растеж и развитие [24, 27, 28, 29, 30, 31, 54, 55, 68, 83, 86, 110, 134, 136, 140, 173, 186, 188, 190, 198].

В проучванията на СС при постоянни канини изследователите съобщават за малкото ѝ намаление с растежа и развитието на съзъбието [24, 27, 28, 29, 31, 54, 55, 68, 83, 86, 110, 134, 136, 140, 173, 186, 188, 190, 198].

В повечето проучвания за установяване на ширината на СС се използва само една точка за измерване между временните и постоянните канини. Такова е изследването на Nanba и кол. [140]. Те съобщават, че *постоянните канини се показват през венеца под ъгъл 27° спрямо средната линия, като 4 месеца по-късно инклинацията се увеличава до 31° и отново намалява до 28° по време на пълния пробив на коронката.*

II група проучвания – изучаване на лонгитудиналните изследвания на промените на позицията на канините в зъбната дъга

Този вид изследвания са трудоемки, скъпи и продължителни. Изследователите, отчитайки посочените пречки, се стремят да направят точно този вид изследвания, защото са най-информативни. Редица от тях представят методики за дългосрочно проучване [39, 43, 45, 56, 80, 105, 133, 142].

Sillman е направил четвъртвековно наблюдение. Събрани са данни за пациенти за период от раждането им до 25-год. възраст. Установено е, че увеличението на интерканиновата ширина е в периода от 2 до 12 год. [186].

По подобен начин Sakuma и кол. изучават интерканиновата ширина на серии модели от деца между 6 и 12-год. възраст, откривайки **увеличение на интерканиновата ширина в горната челюст с приблизително 5 мм в този период.** В това проучване се изказва становището, че има много сходни увеличения на интерканиновите ширини в двете дентиции. Независимо от това, че временните канини са подменени от постоянните в периода на наблюдението [173].

T. Fukuyama и M. Yakushiji представят лонгитудинално изследване, като снемат гипсови модели през 2 месеца на деца от 3-

годишна възраст до оформяне на стабилно постоянно съзъбие. Материалът за изследването е поредица от модели на петдесет зъбни дъги, които Т. Fukuyama и М. Yakushiji са изследвали в Япония. Чрез тях те определят промените в позицията на максиларните временни и постоянни канини от оклузален аспект в периода на растеж и развитие. Тежестта на изследването се определя от това, че са включени деца с нормални зъбни дъги и деца със струпване в зъбните дъги, за да се открият различията в промяната на позицията. Подбрани са деца с нормална оклузия във временно съзъбие. Децата не са губили млечни или постоянни зъби заради травма или кариес и не са демонстрирали парафункции по време на изследването. Деца, които са с кариеси на зъбите, влияещ върху измерванията, са били изключени. Децата са разделени в две групи според подреждането на постоянните зъби: група с нормална дъга (30 деца – 15 момчета и 15 момичета) и група със струпвания в зъбната дъга (20 деца – 10 момчета и 10 момичета) [78].

Авторите определят *струпването в зъбната дъга като състояние, при което зъбите са в малпозиция и имат тенденция да се припокриват в определени участъци*. Единствено в съобщението на Т. Fukuyama и М. Yakushiji се предлага динамично измерване в четири точки на канините в двете дентиции в процеса на цялостното развитие на съзъбието [78].

Сложното движение на пробива на постоянния канин, описано от Nanba и кол., не може да бъде точно чрез проследяване на една единствена точка [140]. Поради тази причина за целите на това проучване на Т. Fukuyama и М. Yakushiji са направени стандартизирани модели, като те са избрали четири най-изпъкнали точки на канините – най-медиалната, най-дисталната, най-изпъкналите точки на лабиалния и лингвален контур. Техните координати са използвани за изчисляване на разстоянието. Техниката, приложена при това проучване, има прецизност от 0.03 мм, която се счита за подходяща за тези цели [78]. Това прави възможно точното наблюдение на промяната на позицията на временните и постоянните канини в период на растеж и развитие.

Методиката е следната:

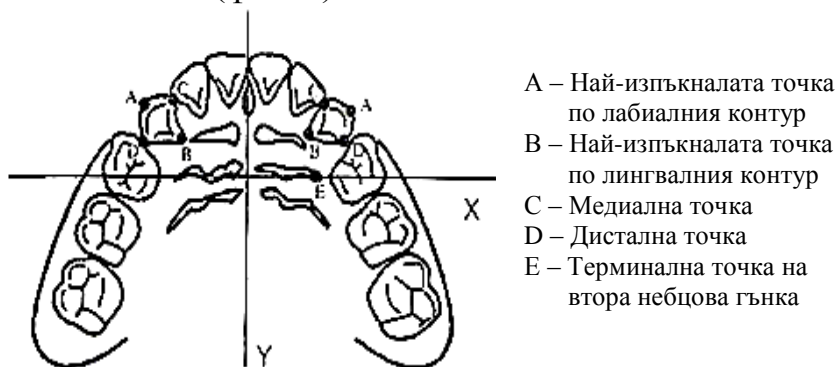
1. Определяне на отправната равнина – направено е чрез 3 точки на максиларния модел – центърът на *papilla incisiva* и най-ниската точка на лингвалната цервикална линия на левия и десния втори временни молари. Моделите са стандартизирани така, че основата на цокъла на модела да е успоредна на отправната равнина и разстоянието между основата и отправната равнина да е еднакво.

2. Измерване на моделите – всеки стандартизиран модел е бил заснет в посока, перпендикулярна на отправната равнина, с Multipurpose Image Processor (MIP), и са били включени снимки оклузално. На базата на тези заснемания са очертани контурите на всеки зъб и небцовите гънки, като по този начин са направени схематични рисунки. Отправните и измерваните точки са нанесени на схематичните рисунки и измерени чрез MIP.

Времето за пълен пробив на канина е прието да е осем месеца след поява на зъба през венеча, когато са приключили бързите промени в позицията и наклона на коронката на канина. Координатите на всяка измервана точка в X- и Y-осите се приемат за 0 като отправно място за отчитане на разстояния. Измерванията на дистанции и статистически анализ са направени на персонален компютър.

Определяне на отправни линии и точки, които са проследени

Използвани са X- и Y-оси, за да се отчетат координатите на точките, чрез които лонгитудинално се проследяват антеропостериорните и медиолатералните промени в положението на временните и постоянни канини. За ос Y е използвана средната линия – линия през средната точка на инцизивната папила и точка в задния край на небцовия шев. За ос X се използва линия, прекарана през крайната точка на лявата втора небцова гънка, перпендикулярна на оста Y. Избират се четири точки, където се правят измерванията – най-дисталната, най-медиалната, най-изпъкналата точка по вестибуларния и лингвален контур на временните и постоянните канини (фиг. 9).



Фиг. 9. Отправни и проследявани точки

Методи за наблюдение

Средна промяна в позицията

Авторите използват зъбната възраст, съобразена с времето на гингивална ерупция на перманентните канини, за да определят средната промяна в позицията на временните и постоянните зъби. Периодът на наблюдение на временните канини започва 6 години преди гингивалния

пробив на постоянните канини, което съответства на времето на оформено временно съзъбие (I етап) и продължава до падането му (II етап). Постоянните канини са проследени от гингивален пробив (III етап) до 8 години след пробива им, когато е достигнато стабилно постоянно съзъбие (IV етап) [78].

Изследваните деца са разделени на: група с нормална зъбна дъга и група със струпване. Средната възраст, при която постоянните канини се показват през венеца, е **10 години и 10 месеца (+/- 1 г. 2 м. средно отклонение)** при групата с нормална дъга, и **10 години и 9 месеца (+/- 10 мес. средно отклонение)** в групата със струпване.

Промяна в позицията при индивидуални субекти

Тъй като при всички субекти не би могло да се наблюдава една и съща промяна, средната промяна на позицията не може да обясни индивидуалните промени при всички изследвани лица.

Авторите разделят пациентите в три групи, така че да се изследват индивидуалните промени при всеки субект в зависимост от пространственото отношение между най-дисталната точка на временните молари точно преди ексфолиацията им (4 месеца преди гингивалната ерупция на перманентните канини) и най-дисталната точка на постоянните канини в периода на стабилно постоянно съзъбие:

Тип I – най-дисталната точка на канините в стабилния период на постоянно съзъбие се намира пред съответната точка на временните канини преди тяхната смяна с повече от 1 мм.

Тип II – антеропостериорната промяна в положението е по-малка от 1 мм и доближава средната промяна в позицията. В тип II допълнително е направено подразделение според предно-задно движение; при децата с движение напред и назад означенията са съответно (+) и (-).

Тип III – най-дисталната точка на канините в постоянно съзъбие се намира зад съответната точка на временните канини преди тяхната смяна с повече от 1 мм.

Т. Fukuyama и М. Yakushiji не са открили значителни различия в получените **резултати от лонгитудиналното изследване** между мъже и жени и между лява и дясна страна. Поради това за статистическия анализ субектите не са класифицирани по пол, а са разделени на група с нормална зъбна дъга с 30 субекти (60 страни) и група със струпване в зъбната дъга с 20 субекти (40 страни).

Средна промяна в позицията на зъбите в зъбната дъга

Средната промяна в позицията на всяка измервана точка през всеки период на наблюдение в групата с нормална зъбна дъга и групата със струпване е:

1. Промяна в позицията на временните канини (от I до II етап)

Всички измервани точки в двете групи показват движение напред и латерално в периода от оформеното временно съзъбие до отпадането на млечните канини. По-големи промени се наблюдават в групата с нормална зъбна дъга, с изключение на предното движение на най-изпъкналата точка на лингвалния контур.

2. Промяна в позицията на постоянните канини (от III до IV етап)

Проследяваните точки при постоянните канини показват тенденция за движение напред и медиално, освен най-изпъкналата точка на лингвалния контур, която се придвижва в задна посока. Измереното движение напред е по-голямо при групата с нормална дъга в сравнение с групата със струпване.

В заключение, групата с нормална дъга демонстрира по-силна тенденция за движение напред, а групата със струпване показва по-голямо медиално движение.

3. Относителна позиция на временните и постоянните канини (от II до IV етап)

Авторите сравняват всяка измервана точка при временните канини точно преди ексфолиацията им. Сравнявайки позицията на постоянните канини в стабилния период на постоянно съзъбие, те наблюдават движение напред и при двете групи [78].

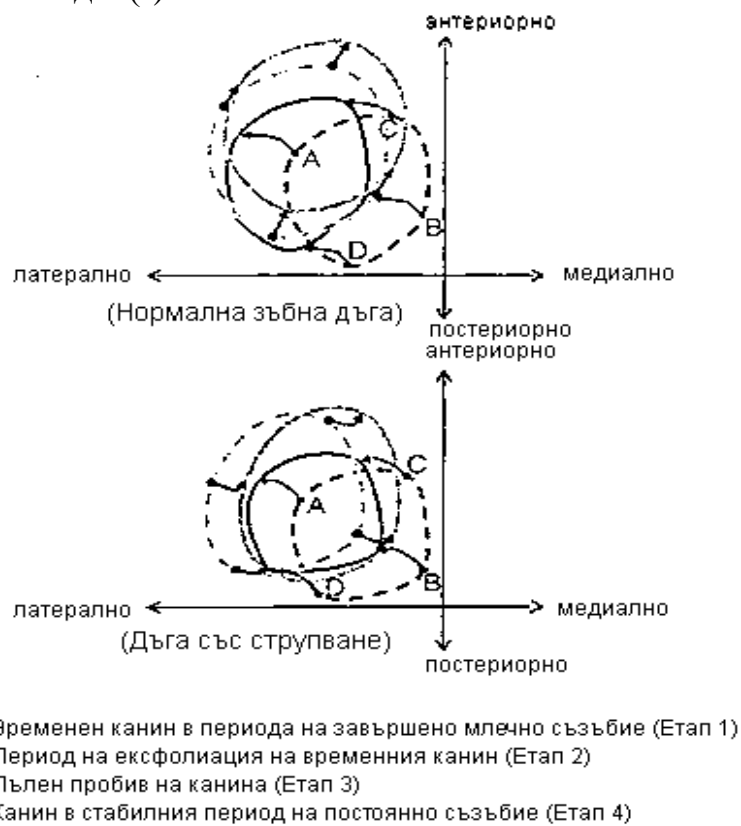
При проследяване на медиолатералното движение в най-изпъкналата точка по лабиалния контур и в най-медиалната точка на канините почти не се констатира движение в групата с нормална дъга, докато при групата със струпване най-изпъкналата точка по лингвалния контур се премества в медиална посока. Изследователите констатираат, че всички останали измервани точки се преместват латерално.

Разстоянието и посоката на движение на временните и на постоянните канини при групата с нормална зъбна дъга при всички точки варира **около 2 мм** между I и II стадий. Докато това преместване при групата на пациенти със струпване е **по-малко – от 1.76 до 1.90 мм**. Чрез наслагване на получената информация във фигура 10 авторите илюстрират промяната в позицията в предно-задна и в медиолатерална посоки. Стрелките показват промяната в координатите на всяка проследявана точка за всеки период на наблюдение в тази група и в

групата със струпване. Резултатите показват, че в групата с нормална зъбна дъга канините са се придвижили повече напред и по-малко медиално, а в групата със струпване са се придвижили повече медиално, отколкото напред.

Промяна в отделни обекти на изследването

Резултати от класифицирането според разликата в позицията между най-дисталната точка на временните зъби преди тяхната смяна и постоянните канини в последния период на наблюдение: субектите от тип II са допълнително подразделени според предно-задното преместване, като при децата с движение напред обозначенията са (+), а тези с движение назад с (-).



Фиг. 10. Промяна в позицията на канина (по Fukuяama et al.)

66.7% от групата с нормална зъбна дъга е класифицирана в тип I, т.е. движение **напред повече от 1 мм**. Липсват субекти от групата с нормална зъбна дъга, които да попадат в тип III, а **6.6%** от тази група е категоризирана като тип II (-). Сборният процент на субектите в групата със струпване, които попадат в тип III и II (-), е не по-малък **от 25.0**. Т.е. повечето субекти в групата със струпване в зъбната дъга демонстрират дистално преместване на канините спрямо групата с нормално подреждане. В допълнение, големината на **дистално движение** в групата с нормално подреждане е **средно 0.17 мм**, докато в групата със

струпване е наблюдавано относително **по-голямо дистално движение** от **0.48 мм** за тип II (-) и **1.58 мм** за тип III.

Индивидуална промяна при всеки субект

Наблюдението на всеки отделен субект разкрива различни модели на движение на временните и на постоянните канини, а не еднородно движение. Такова преместване не може да бъде обяснено чрез просто наблюдаване на средната промяна. Следователно, за да се проучи индивидуалната промяна при всеки субект, всички те са класифицирани в три типа според разликата в позицията на най-дисталната точка на временните зъби точно преди тяхната ексфолиация и на постоянните канини в стабилния период на постоянно съзъбие.

Дистално движение на постоянните канини спрямо позицията на временните канини е наблюдавано само при **6.6%** от групата с нормално подреждане и при никой субект не се наблюдава дистално преместване от 1 мм или повече. В **93%** от субектите постоянните канини се разполагат по-медиално от временните и свободното място от разликата в МДД между временните и постоянните канини и временните молари и постоянните премолари (leeway) в зъбната дъга на горна челюст би трябвало да е около **1 мм**.

Но в това изследване дисталните точки на постоянните канини се намират средно **1.5 мм** пред временните канини. Следователно резултатите от него убедително предполагат, че при пациенти, които развиват нормално подреждане в стабилния период на постоянно съзъбие, свободното (leeway) място не е част от механизма за правилно подреждане на резците [78].

Обратно, при **10%** от групата със струпване се наблюдава **1 мм** или повече дистално преместване на постоянните канини спрямо млечните и около **75%** от субектите имат по-предно разположени постоянни канини в сравнение с млечните.

Hasegawa и кол. съобщават, че 9 от 13 субекти с отрицателно свободно място (leeway) в горночелюстната зъбна дъга развиват нормално подредена дъга при постоянно съзъбие [83]. В изследването на Т. Fukuyama и М. Yakushiji най-дисталните точки на постоянните канини в групата със струпване са средно **0.45 мм** по-напред от временните канини. Това би могло да потвърди предишни наблюдения, при които някои субекти с отрицателно свободно място (leeway) могат да развият нормално подредена зъбна дъга. Все пак, в сравнение със субекти с нормално подредени зъбни дъги, децата със струпване имат тенденция за по-медиално разположени постоянни канини спрямо

временните канини, което отново води до струпване в предния участък. При субекти с дистално преместване на канините не е била наблюдавана корекция на негативната подредба и струпването е запазено. Това навежда на мисълта за връзка между големината на медиално движение на канините и развитието на струпване в зъбните дъги [78].

S. Sangwan и съавтори са изследвали прогресивната промяна на зъбната дъга от временно до ранно смесено съзъбие. Авторите са си поставили за цел да оценят какви са промените на предната и задна ширина на зъбната дъга. Те проследяват интерканиновото и интермоларното разстояние от оформяне на временното съзъбие до ранно смесено съзъбие. Подбрани са 38 деца на възраст 4–5 години с интактно временно съзъбие и нормална оклузия. Взети са им отпечатъци и са отлети ортодонтски модели. Интерканиновото и интермоларното разстояние са измерени с помощта на цифров шублер. След 3 години децата са отново прегледани и са им взети отпечатъци, на които са измерени интерканиновото и интермоларното разстояние. Данните са статистически сравнени [175].

Данните от резултатите показват значително увеличение на интерканиновата (**3.93+1.70 мм**) и интермоларната ширина (**1.49+1.77 мм**) по време на преходния период от оформено временно съзъбие до началото на смесено съзъбие в двете зъбни дъги и при двата пола. При сравнението по пол по-голямо е увеличението при мъжете, отколкото при жените, но това не е статистически значимо. Задълбоченото познаване на промените на растежа по време на различните етапи на смесеното съзъбие е важно за ортодонта, за да се направи точна диагноза и план на лечение, правилно планиране на времето за превантивна и интерсептивна ортодонтия [175].

Група хърватски учени са направили лонгитудинално изследване на промените на зъбната дъга в смесено съзъбие [189]. Целта на това проучване е да се изследват промените на зъбните дъги, които се появяват по време на смесено съзъбие при 30 деца с нормална оклузия. Направени са два анализа. Първият е за възраст – ранно смесено съзъбие (8–10 год.), и вторият за възраст – късно смесено съзъбие (11–12 год.). Изследователите разделят зъбната дъга на интерканинова ширина, интермоларна ширина – ляв и десен сегмент. Авторите не установяват значима промяна в интерканиновото разстояние в ранно и късно смесено съзъбие. Установена е разлика в увеличението на интерканиновото разстояние в горната и долната челюст. Авторите

установяват незначително по-голямо нарастване в интерканиновото разстояние в долната челюст в късно смесено съзъбие. Значима разлика се наблюдава в дълбочината на зъбната дъга между двете дентиции. Наблюдава се асиметричност в сегментите на зъбната дъга – доказана е разлика в дължината на левия и десния зъбен сегмент. Освен това се наблюдава разлика и в ширината вляво и вдясно на зъбната дъга, особено на долната челюст. Авторите стигат до извода, че в периода между началото на смесеното съзъбие и късното смесено съзъбие действат факторите на околната среда, което води до нарушаване на идеалното симетрично развитие на зъбната дъга [189].

III група проучване – съществува ли разлика в промяната на позицията на долночелюстните и горночелюстните канини

От литературата, която сме проучили, информацията за изследване на промяната на интерканиновото разстояние в долната челюст е много оскъдна. Единствено Burdi и Moyers отбелязват, че млечните долни канини се преместват дистално. Те установяват, че част от leeway пространството се заема от подреждането на постоянните резци след техния пробив в долната челюст [55].

За стабилността на съзъбието е важно в дългосрочен план долночелюстното интерканиново разстояние да се запази относително стабилно. Андреева изследва промените, които настъпват в предния мандибуларен сегмент. Какво е клиничното значение на получените промени на трите параметъра – интерканиновото разстояние, дължината и периметъра на фронталния мандибуларен участък.

От направените предишни проучвания авторката установява, че дефицитът на място във фронталния участък на долната зъбна дъга е около 50% при пациенти със смесено съзъбие [1].

Осигуряването на място в зъбната дъга, независимо дали това е във фронталния или в страничния сегмент, се постига чрез: разширение, промяна в сагиталния размер, емайлова редукция или екстракция. В долната зъбна дъга има още два терапевтични начина за увеличаване на размера на фронталния сегмент. Първият се постига чрез деблокиране на долната челюст, за да се позволи да се прояви растежът на челюст. Той е подходящ при пациенти с незавършен растеж. Вторият начин е увеличаване на размера на зъбната дъга в резултат от лечение само в горната челюст [3].

R. Sandstrom и кол. също доказват разширение на долната челюст вследствие на бърза максиларна експанзия [174].

II.1.2. Динамика на промяната на интерканиновото разстояние в зависимост от възрастта и вида на съзъбието

Proffit счита, че интерканиновото разстояние намалява с годините независимо от проведеното ортодонтско лечение. Той приема, че тази промяна е най-нестабилна особено в долната челюст [152, 154, 156].

Като допълнение на съвременните тенденции, че националните, расови и полови различия са от значение за прилагане на средните стандартни норми [158], група индийски изследователи проверяват верността на прогностичния анализ на Moyers за смесено съзъбие за индийската популация [149]. За ортодонтите прогностичният анализ на Moyers е сред най-често използваните.

Целта на това проучване е да се оцени приложимостта на Moyers-анализа чрез стандартизираните таблици на вероятностите сред съвременното население на Индия. Изследователите искат да формулират по-точни прогнози за наличието на място в съзъбието. Чрез метода на Moyers лесно може да се оцени несъответствието в зъбната дъга в най-динамичното променящо се съзъбие – смесеното.

Биометричните данни са събрани от 300 мъже и 300 жени на възраст в ранно смесено съзъбие, т.е. с налични постоянни инцизиви и първи молари. Участниците в изследването са от индийски произход. За да бъдат включени в изследването пробантите, изискванията са:

1. Да са с кариес резистентни съзъбия.
2. Да не са претърпели ортодонтско лечение.
3. Да са от един и същи етнически произход.
4. Отпечатъците да са с добро качество и без дефекти.

Изследователите са премерили медиодисталните ширини на клиничните корони на трите типа зъби – постоянни инцизиви, канини и премолари. Биометричните стойности, получени след това, се подлагат на статистически линеен регресионен анализ. Представена е сравнителна таблица на МДД на клиничните корони от различни автори.

Резултати: Всички зъбни групи показват значителни разлики ($p < 0.001$) между медиодисталните ширини при мъжки и женски пол. Регресионни уравнения – за горната зъбна дъга (мъже – $Y = 7.15 + 0.67X$; жени – $Y = 7.44 + 0.65X$); долночелюстната зъбна дъга (мъже – $Y = 5.55 + 0.71X$; жени – $Y = 6.15 + 0.67X$). Тези уравнения са използвани за разработване на нови таблици на вероятностите на модела Moyers. Не са открити значителни разлики ($p < 0.05$) между изследванията при индийците и познатата система за прогнозиране на ширините в зъбната

дъга и таблиците на Moyers в почти всички процентни нива, включително препоръчаните 75 и 50%.

Авторите са убедени, че тези нови прогнози могат да помогнат за по-прецизно прогнозиране на мястото в зъбната дъга в смесеното съзъбие на индийските деца. Те са представили таблици за прогнозиране на непробилите канини и премолари в двете зъбни дъги (табл. 1 и 2) [149].

Запазването на **интерканиновата ширина** отдавна е в процес на обсъждане. J. S. Ahn и съавтори от Университета в Сеул са си поставили за цел да проучат промените в интерканиновите ширини на деца от 6 до 14-годишна възраст чрез триизмерния метод [13].

Авторите изследват 66 пациенти (50 момичета и 16 момчета) от 6 до 14-годишна възраст. Ежегодно са снемали отпечатъци от зъбните дъги. С помощта на триизмерно лазерно сканиране и реконструкция на софтуер те създават виртуални модели. За целите на изследването си те са създали методика. За да бъде измерена интерканиновата ширина, се конструира интерканинов триъгълник и интерканинов ъгъл, конструиран по следния начин – свързват се най-ниската точка на гингивата лингвално на временния канин вляво и вдясно до инцизивната точка. Измерват се следните параметри: интерканиновата ширина, площта на интерканиновия триъгълник, стойността на интерканиновия ъгъл, радиусът на окръжността, вписана в интерканиновия триъгълник и ъглите, образувани от виртуалните оси на кучешките зъби, и оклузалната равнина.

Промените на измерванията с течение на времето се анализират с помощта на различни статистически анализи.

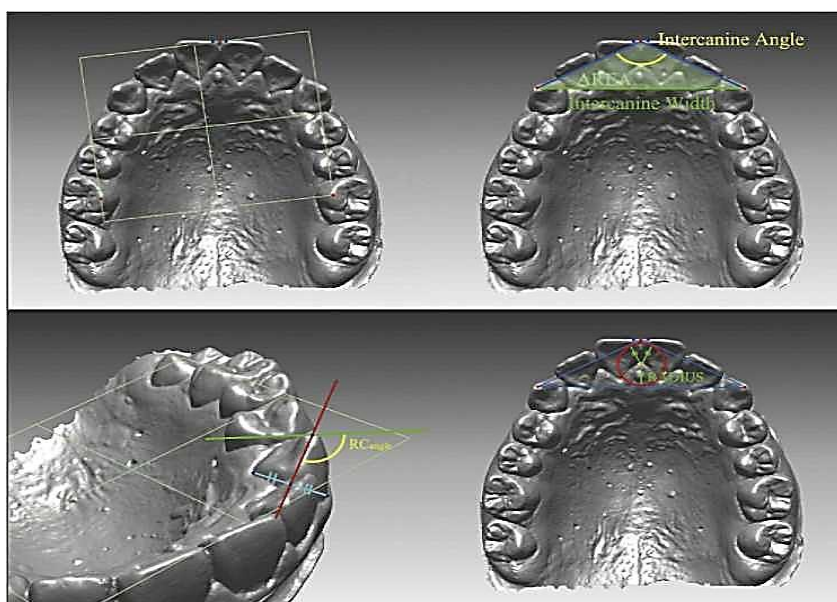
Подробни описания на триизмерни измервания. Нова референтна равнина е построена за всеки виртуален модел от 3 точки: средната точка между проксималния край на централните резци и най-оклузалната точка на медиолингвалния туберкул на първите кътници (фиг. 11, горе вляво). Интерканиновата ширина, площ и интерканинов ъгъл се измерват директно на всеки виртуален модел (фиг. 11, горе вдясно). RC ъгъл е ъгълът, който се сключва между следните линии – едната е хоризонталната равнина, която минава през виртуалната надлъжна ос на кучешкия зъб, другата е линията, която преминава през дисталния край на медиодисталната ширина на канина – вляво и вдясно. Описва се окръжност от инцизивната точка до интерканиновото разстояние, т.е. тя е вписана в интерканиновия триъгълник. Използва се радиусът на тази окръжност.

Табл. 1. Прогностична таблица на МД ширини на непробилите горни канини и премолари

%	19.5	20	20.5	21	21.5	202	20.5	23	23.5	24	24.5	25	25.5
Мъже													
95	20.77	21.10	24.45	21.77	24.11	24.45	22.78	23.11	23.44	23.78	24.11	24.45	24.78
85	20.75	21.09	24.43	21.76	22.09	24.43	22.76	23.10	23.43	23.76	24.10	24.43	24.77
75	20.44	20.77	21.11	21.44	21.78	23.11	22.45	22.78	23.11	23.45	23.78	24.12	24.45
65	20.39	20.70	22.96	21.29	21.63	21.6	22.30	23.63	22.96	23.30	23.63	23.97	24.30
50	20.22	20.55	20.89	21.22	21.56	21.89	23.57	22.56	22.90	23.23	23.57	23.90	24.24
35	20.14	20.41	20.77	20.41	21.35	21.68	22.04	22.13	22.65	22.96	23.25	23.60	23.92
25	20.06	20.32	20.64	20.95	21.29	21.58	21.29	22.27	22.89	22.89	23.19	23.51	23.88
15	19.87	20.21	20.49	20.82	22.80	20.8	22.40	22.17	22.49	22.83	23.16	23.54	23.85
5	19.80	20.13	20.46	20.80	23.14	23.4	21.80	23.14	22.47	23.1	23.14	23.48	23.81
%	19.5	20	20.5	21	21.5	202	20.5	23	23.5	24	24.5	25	25.5
Жени													
95	20.61	20.94	21.27	22.9	20.94	22.27	22.9	22.92	23.24	23.57	23.90	24.22	24.55
85	20.58	20.96	21.29	21.47	21.29	23.87	22.57	22.89	24.20	23.55	23.87	24.20	24.52
75	20.39	20.72	21.05	21.37	21.70	22.05	22.35	22.68	23.00	23.65	23.65	23.98	24.31
65	20.30	20.62	20.89	21.15	21.56	23.23	22.50	22.56	22.90	23.23	23.56	23.88	24.21
50	20.12	20.44	20.76	21.09	20.44	21.4	20.7	22.39	23.37	23.04	23.37	23.69	24.01
35	20.07	20.34	20.69	20.98	21.33	21.60	21.91	22.25	22.58	23.10	23.17	23.48	23.81
25	19.99	20.26	20.51	20.83	20.26	21.46	22.40	22.09	23.04	22.73	23.04	23.36	23.66
15	19.72	20.05	20.38	20.70	21.03	21.35	21.68	22.01	23.31	22.66	22.98	23.31	23.63
5	19.63	19.96	20.29	20.61	20.94	21.26	21.59	20.942	22.24	22.57	22.89	23.22	23.54

Табл. 2. Прогностична таблица на МД ширини на непробилите долни канини и премолари

%	19.5	20	20.5	21	21.5	202	20.5	23	23.5	24	24.5	25	25.5
Мъже													
95	20.00	20.35	20.70	21.06	21.41	21.76	23.88	22.47	23.88	23.17	23.53	23.88	24.23
85	19.86	20.21	20.57	23.39	21.27	21.62	21.98	23.39	22.68	23.04	23.39	23.74	24.09
75	19.72	20.04	20.31	20.63	20.96	20.63	22.7	22.04	22.70	23.43	23.08	23.43	23.78
65	19.49	19.83	20.14	20.49	20.85	21.24	21.58	22.25	22.25	22.69	22.95	23.37	23.69
50	19.40	19.75	20.11	20.46	20.82	21.17	21.53	21.88	22.24	22.59	22.95	23.30	23.65
35	19.15	19.50	19.85	20.20	20.56	20.91	21.36	22.67	21.97	22.67	22.67	22.99	23.38
25	19.11	19.48	19.83	22.61	20.49	20.88	21.34	21.70	21.90	22.26	22.61	22.81	23.31
15	19.04	19.40	19.75	20.10	20.45	20.81	21.16	21.51	21.87	23.28	22.57	22.70	23.28
5	18.86	19.24	19.56	19.86	20.23	20.52	20.86	21.23	21.58	21.96	22.99	22.64	22.99
%	19.5	20	20.5	21	21.5	202	20.5	23	23.5	24	24.5	25	25.5
Жени													
95	19.79	20.13	20.46	20.80	21.14	21.47	22.10	22.15	22.49	23.82	23.16	23.50	23.82
85	19.78	20.12	20.45	20.78	21.1	21.45	21.80	21.10	22.46	22.79	23.14	23.48	23.81
75	19.59	19.93	20.22	20.51	20.84	21.21	22.97	21.96	22.29	23.3	22.97	23.30	23.64
65	19.36	19.70	20.07	20.36	20.67	21.09	23.2	21.88	22.17	22.56	22.85	23.23	23.57
50	19.22	19.55	19.89	20.22	20.56	20.89	22.90	21.56	21.90	22.90	22.57	22.90	23.23
35	19.09	19.42	19.76	20.10	20.44	20.77	22.10	21.45	21.78	20.10	22.46	22.80	23.13
25	19.05	19.39	19.73	20.07	22.00	21.4	21.08	22.43	21.75	22.09	22.43	22.77	23.10
15	18.91	19.24	19.58	19.92	20.26	20.59	20.93	21.27	21.61	21.94	22.28	22.62	22.96
5	18.79	19.13	19.42	19.78	20.05	20.31	20.79	21.08	21.47	21.79	22.14	22.47	22.79



Фиг. 11. Методика на изследване на интерканиновата ширина и конструиране на интерканинов триъгълник (по Jin-Soo Ahn et al.)

Авторите наблюдават слаба тенденция към намаляване на **интерканиновото разстояние** при постоянните канини. Тази тенденция се вижда и при двата пола, но има значителна разлика между момчетата и момичетата между 10 и 11 г. Намаляването на **интерканиновото разстояние** засяга и двете зъбни дъги.

През периода на наблюдение се отчита намаляване на разстоянието между виртуалните надлъжни оси на кучешките зъби и централните резци. Същата тенденция на намаляване се забелязва и за площта на интерканиновия триъгълник и радиуса на окръжността, вписана в него. Докато големината на интерканиновия ъгъл има тенденция за повишаване в периода на наблюдението. Авторите считат, че постоянните канини се адаптират в предно-задна посока спрямо анатомичните структури. Въпреки че интерканиновата ширина се променя с течение на времето, то не е клинично значимо и показва относителна стабилност.

Изводите от направеното проучване са: интерканиновата ширина на нелекувани лица остава дълго време доста стабилна след като преминат промените на растежа, въпреки че е налице голяма вариабилност [13].

Намаляването на ширината на зъбната дъга в областта на канините и на моларите с възрастта е доказано от много изследователи. Вероятната причина за това е силното налягане в областта на ъгъла на устната. Разширението в областта на горните четвърти, пети и шести зъби е много по-стабилно, вероятно защото бузите създават по-малко натиск [17, 155, 214, 215].

В проучванията на последователите на биопрогресивната техника R. Bench и съавт. и R. M. Ricketts се установява, че при ранното ортодонтоко лечение се въздейства на СС и ММ, като тези параметри се увеличават [33, 164]. Застъпва се тезата за важността да се нормализира периметърът на зъбната дъга [163, 165, 166].

Robert M. Ricketts и кол. коментират възможностите на биопрогресивната техника и значението на ранното лечение на зъбните челюстни деформации (ЗЧД). Тези автори застъпват тезата за важността да се нормализира периметърът на зъбната дъга [160, 161, 168].

Много автори са изследвали резултатите от приложението на функционалните апарати [132, 208] чрез нормализиране на същите параметри – СС, интермоларно разстояние (ММ) и периметър на зъбната дъга. Функционалните апарати, благодарение на ранното си приложение, по функционален път увеличават изследваните параметри.

Samir E. Bishara и кол. в свое проучване изследват промените, които настъпват при оформено постоянно съзъбие на пациенти в предполагаем най-стабилен период на съзъбието – от 25 до 45 години [41]. Целта на това изследване е да се проследят дългосрочните промени в зъбните дъги и положението на зъбите, които се получават в млада и средна възраст при нелекувани ортодонтоко лица с нормална захапка. Те са с Class I при молари и канини с по-малко от 4.0 мм отстояние в сагитална посока и по-малко от 50% дълбока захапка. Оценките и измерванията са направени от зъбни модели и ретроалвеоларни сегментни рентгенови снимки на 15 жени и 15 мъже от 25 до 46 години. Авторите установяват, че при изследваните пациенти настъпват съществени промени в горната и долната зъбна дъга, като те се удължават. Съществува разлика в промяната на съзъбието при мъжете и жените. При мъжете удължаването е значително по-голямо, отколкото при жените. И при двата пола се наблюдава струпване на фронталните зъби, но то е по-значително в областта на долния фронтален сегмент. И при двата пола се наблюдава намаление на интерканиновото разстояние за сметка на удължаване на зъбната дъга. При изследване на промените в дължината и ширината на зъбната дъга авторите са обърнали внимание и на интактността на съзъбието, т.е. налични ли са всички зъби и прораснали ли са третите молари. Тези промени трябва да се считат за част от нормалния процес на съзряване. Те трябва да се вземат предвид при планиране на лечението и задържане на резултатите при юноши и възрастни пациенти.

Привържениците на функционалното направление в ортодонтията подкрепят теорията, че равновесието между вътрешния и външен мускулен пояс създава условие за правилно развитие на зъбната дъга.

През последните 30 години значително се е променила концепцията за екстракционното лечение. Причините за все по-честото прилагане на безекстракционна терапия са следните: първата е, че е създадена теория за растежа в лицево-челюстната област. Втората е навлизането на новите технологии на лечение в ортодонтията. И третата е, че при изследване на екстракционните случаи получените късни резултати показват промени в зъбната дъга [59, 153, 159, 194, 209].

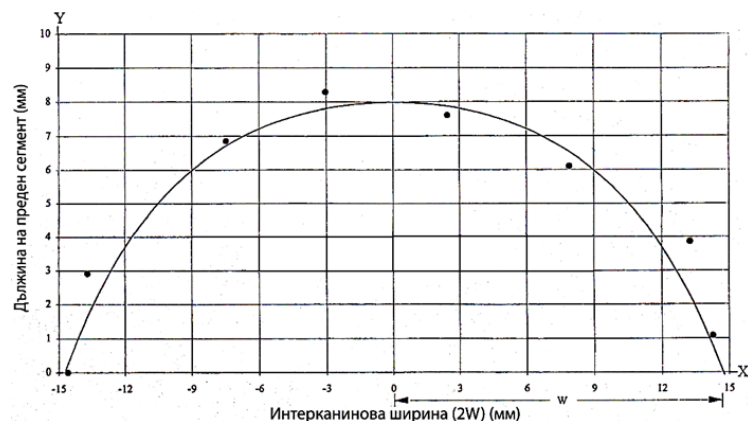
Още през 80-те години Holdaway е изследвал поведението на меките тъкани и предлага мекотъканен анализ да се прави при планиране на лечението [90]. Различните позиции на долноустния и лингвален френулум, задълбочеността на супраменталната гънка и тонусът на *m. mentalis* имат съществено значение за положението на долночелюстния фрагмент [150, 207, 208].

Интерканиновото разстояние на долната челюст фокусира вниманието и се изучава, защото неговата стабилност определя дългосрочния добър резултат от ортодонтското лечение. St. Braun и W. Hnat предлагат интересен математически модел, който с голяма точност отразява формата на предния участък на долната зъбна редица. Изследванията им са направени на гипсови модели на 21 нелекувани ортодонтски лица с интактно съзъбие или минимални деформации. Пациентите са завършили развитието си [52].

Чрез специален апарат, използван в производството на малки прецизни предмети, се измерват координатите (Brawn and Sharp MicroVal Coordinate Measuring Machine). St. Braun и W. Hnat измерват интерканиновата ширина, дължината на фронталния участък, периметъра на зъбна дъга и съпътстващите ги изменения в ангулацията на резците. След това те създават сложна математическа формула – хиперболична функция, чрез която могат да бъдат предвидени промените в измерените параметри (фиг. 12) [52].

В таблица 3 са представени размерите на търсените разстояния на изследваните модели [52].

Резултатите, които представят авторите, са изведените различни зависимости на изучаваните параметри: при константа на едната величина и различни стойности на другата – как се променя третата величина.



Фиг. 12. Форма на преден сегмент на зъбна дъга от хиперболична косинус функция (по Braun и Hnat)

Табл. 3. Получена информация от измервания върху 21 модела

Модел	Измервания върху модели		
	Интерканинова ширина (мм)	Дължина на преден сегмент (мм)	Периметър на сегмента (мм)
1	28.880	8.284	33.848
2	24.722	10.364	33.506
3	26.978	7.610	31.436
4	27.868	8.405	33.053
5	23.983	6.985	28.095
6	25.867	8.100	31.484
7	28.168	8.496	34.091
8	26.786	10.200	35.321
9	22.496	7.839	27.158
10	24.672	8.597	32.566
11	31.289	10.074	38.040
12	24.400	8.717	29.153
13	28.838	10.034	36.282
14	28.183	7.694	33.547
15	27.063	7.945	32.153
16	28.874	9.490	36.827
17	28.993	10.443	37.570
18	27.996	10.762	37.238
19	28.498	8.866	34.944
20	27.084	6.965	33.472
21	27.352	8.430	34.865
Средно	27.095	8.776	33.555
Средно отклонение	2.042	1.128	2.905
Максимум	31.289	10.762	38.040
Минимум	22.496	6.965	27.158

Установената средна стойност на **ширината** на предния сегмент на зъбната дъга – от контактната точка между канин и първи премолар, е **27 ± 2 мм**. Средната **дължина** на предния сегмент на зъбната дъга е **8.8 ± 1 мм**, а средната стойност на **периметъра** на зъбната дъга е **33.6 ± 3 мм**. Авторите представят дължината на предния сегмент на зъбната дъга към различните интерканинови ширини при средни стойности на периметъра на зъбната дъга – **30.5, 33.6, 36.5 мм**.

При едни и същи размери на периметъра на зъбната дъга авторите представят отношението на ангулацията на резците и интерканиновата ширина. С помощта на сложни математически формули те изчисляват ефекта върху дължината на предния сегмент при промяна на периметъра на зъбната дъга при различните видове интерканинови разстояния: **от 22.5 до 31.3 мм.**

Изследвали са промените в наклона на резците спрямо промяната в периметъра на предния сегмент на зъбната дъга при едно и също интерканиново разстояние.

Следващата изследвана зависимост е каква е промяната на дължината на предния сегмент на зъбната дъга спрямо промяната в периметъра при едно и също интерканиново разстояние.

Установяват промяна на интерканиновата ширина, отнесена към промени в периметъра на зъбната дъга при различните видове дължини на предния сегмент **от 7.00 до 10.76 мм.**

Чрез това проучване и създаденото хиперболично косинус уравнение, което описва предния мандибуларен сегмент с голяма точност ($r=0.951$), авторите St. Braun и W. Hnat извеждат цифрова интеграция за математически взаимоотношения между интерканиновата ширина, периметъра на предния сегмент, дължината на предния сегмент на дъгата и промяната в ангулацията на мандибуларните резци [52].

St. Braun и W. Hnat установяват точно определен размер на предния сегмент на зъбната дъга чрез изведени от тях формули – ако периметърът на предния сегмент на дъгата не се намали чрез апроксимална емайлова редукция или увеличи чрез подреждане на струпани зъби, чрез математически уравнения изчисляват различни вариации в случаите, когато се запазва интерканиновата ширина или дължината на предния мандибуларен фрагмент или периметърът на зъбната дъга и как се променят същите тези параметри – големината на периметъра, дължината на предния сегмент на зъбната дъга, ангулацията на резците [52].

Какво е практическото приложение на гореописаните зависимости: ако дължината на предния сегмент се запази като константа с оглед лицевия профил или зъбната стабилност, взаимоотношението между промяната на интерканиновата ширина и периметъра на предния сегмент се изразява с точно определена формула, предложена от авторите в зависимост от параметъра, който ни интересува.

Клинични интерпретации

1. Получената информация от създадения математически модел дава възможност на клинициста да предвиди ефекта върху различни аспекти на формата на предния сегмент на дъгата, когато се промени една или няколко от тези променливи, без да се прибегва до метода на проба–грешка.

2. Диагностичен моделаж на изследвания фрагмент.

Клинично значение

Клиницистът може да предвиди промяната в дължината на предния участък на дъгата и наклона на резците, които ще се получат при промяна на интерканиновата ширина. Предварително предвиденото движение ще позволи да се прецени дали има нужда от него.

Установената промяна на положението на резците в сагитална посока от R. M. Ricketts и кол. има следното клинично значение: при *протрудиране на резците с 1 мм периметърът на предния сегмент на дъгата се увеличава с 2 мм, а при увеличение на интерканиновата ширина с 1 мм се получава увеличение на периметъра с 1 мм* [167].

1. Ако периметърът на предния участък се запази като константа, а интерканиновата ширина се **увеличи с 4 мм**, дължината на сегмента ще **намалее с 2.6 мм**, т.е. режещият ръб на централния резец ще се **премести лингвално с 2.6 мм**.

2. Ако има **недостиг от 7 мм** в дължината на дъгата и клиницистът иска да подреди предните зъби като проклинира резците, без да увеличи интерканиновата ширина, дължината на предния участък ще се **увеличи с 4.8 мм**. Това е свързано с преместването на режещия ръб напред със същото разстояние. **Промяната на ангулацията ще бъде +18.4°**.

3. В случай че клиницистът избере да намали несъответствието чрез **4 мм апроксимална редукция**, дължината на дъгата ще се **увеличи с 1.8 мм** вместо с **4.8 мм** и съответната **промяна в ангулацията на резците ще е 6.9°** вместо **18.4°**.

4. Клиницистът може да използва тези зависимости по следния начин: ако има **недостиг в периметъра на дъгата от 5 мм** (припокрити зъби) и трябва да се запази предно-задното положение на резците (дължината на дъгата), **каниновата ширина трябва да бъде увеличена с 6.3 мм**, за да се постигне резултатът.

II.2. Влияние на растежа и развитието на лицевия скелет върху интерканиновото разстояние

II.2.1. Стабилност на интерканиновото разстояние

Според Proffit големината на стабилността на разширението в долната челюст е по-малка, отколкото в горната. Голямото разширение на интерканиновото разстояние в долната челюст се счита за нестабилно, независимо дали е съпроводено с ретракция или не [150, 151]. Изследвания за стабилността на предния фронтален сегмент провеждат и Little и кол. [114, 115].

Те приемат, че промяната в това разстояние е най-нестабилно особено в долната челюст. Преместването на долните резци напред до 2 мм се счита за разумно, защото толкова може да се обтегне долната устна, но пък се увеличава натискът ѝ върху зъбите. Ако долната устна е силно напрегната, то движението на зъбите се определя като невъзможно, или ако се постигне, е възможен бърз рецидив. Лингвално разположените резци имат по-добър шанс за преместване напред, защото се изправят. Много добър е шансът на протрудираните долни фронтални зъби, защото натискът на долната устна ги държи стабилни.

Видът на зъбните дъги има значение за ортодонтите, защото тя съответства на вида на лицето, унаследява се и при прекомерна промяна се получава нестабилен ортодонтски резултат. Изследването, което правят Byung-In Kim и колектив в Университета в Сеул – Южна Корея, има за цел да проучи формите на нормалната зъбна дъга [107]. Запазването на **интерканиновата ширина** в лечебния план осигурява стабилност и предпазва от рецидив.

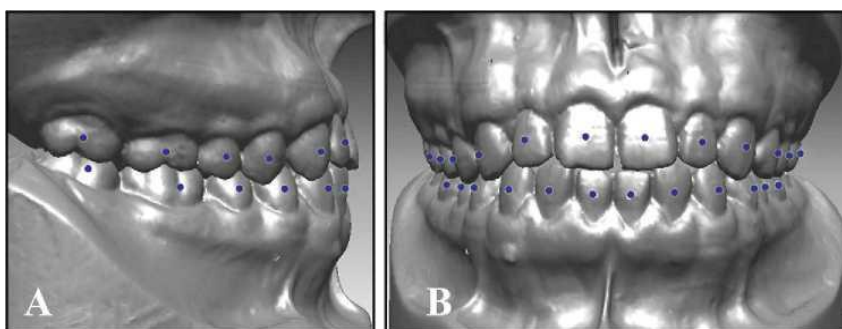
Авторите изследват 97 млади корейци между 20 и 25 г. с нормални оклузии. Клиничните критерии за включване на обектите в клиничното изследване са: I зъбен клас в областта на канините и на моларите; $\angle ANB < 4^\circ$; нормален overjet и overbite; липса или минимално несъответствие в зъбната дъга (струпване не повече от 3 мм); плоска или леко подчертана крива на Spee; липса на отклонение на средната линия и липса на задна кръстосана захапка; интактно постоянно съзъбие със или без трети молари; без провеждано ортодонтско лечение.

Авторите са определили FA точка, която е в средата на клиничната корона по вестибуларната повърхност на зъба. От нея те са определили различни разстояния (табл. 4).

Табл. 4. Съотношения в зъбната дъга от точка FA

Интерканинова ширина в мм	От т. FA на левия и десен канин
Интермоларна ширина в мм	От т. FA на левия и десен молар
Интермоларна дълбочина	Най-късата линия от т. FA на левия и десен молар до средната линия
Интерканинова дълбочина в мм	Най-късата линия от т. FA на левия и десен канин до средната линия

Интерканиново съотношение е отношението на интерканиновата ширина и дълбочина, а интермоларно съотношение е отношението на интермоларната ширина и дълбочина (фиг. 13).

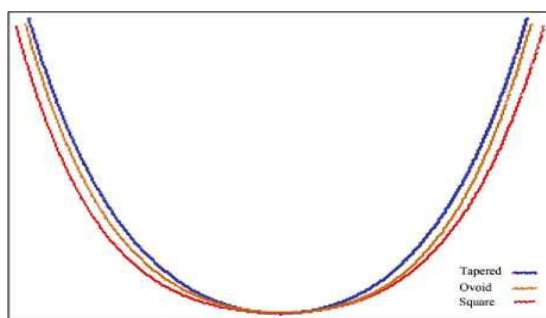


Фиг. 13. Съотношения в зъбната дъга от точка FA

Описаните точки FA са дигитализирани и изследваните зъбни дъги – категоризирани: като заострени, овоидни и квадратни (фиг. 14).

Интерканиновата и интермоларната ширина са измерени, както и дълбочините на зъбната дъга.

След статистическа обработка са показани резултатите: създадената FA точка позволява да се създаде 3D виртуален модел, който е много полезен за измерването на параметрите от зъбната дъга. Удължената форма на зъбната дъга има по-голямо сагитално удължаване в сравнение с овоидната и квадратната дъги, с изключение на инцизивната област. Значителна разлика в сагиталния размер между различните области е установена само при квадратната форма на зъбната дъга. Овоидните размери на дъгата са подобни на тези на заострените и квадратните дъги.



Фиг. 14.
Нормални форми
на зъбната дъга

Разширението в областта на първия предкътник е достатъчно, за да класифицира вида на дъгата. На основата на премоларното разширение е създаден шаблон.

Успехът на ортодонтското лечение се определя от синхронизирането на размерите на зъбните дъги. От особено значение е да се постигне най-правилната форма на зъбната дъга, особено в долната. Авторите предлагат по създадения шаблон да се избере най-близката до индивидуалната форма и големина на зъбната дъга – съобразена с предно-задния размер [107].

Слабковска е направила изследване какво трябва да бъде интерканиновото разстояние в горна и долна челюст спрямо ширината на четирите долни резеца. От направения преглед в литературата това е единственото изследване досега, което определя каква трябва да бъде (в числа) ширината на зъбните дъги в областта на кучешките зъби [11].

Тя проучва задълбочено трансверзалните отклонения в оклузията. Извежда биометрични норми за ширината на ЗД в областта на канините. Измерването се прави от върха на левия и десния канин в горната и долната ЗД. Нормата се определя от сумата от МДД на долните инцизиви. Подобно на биометричния метод на Pont, авторката определя колко трябва да бъде ширината на ЗД в областта на канините (табл. 5) [11].

Табл. 5. Показатели (мм) на ширината на зъбните дъги в областта на кучешките зъби (по А. Б. Слабковска)

Сума от ширините на четирите долни резеца	Ширина на зъбните дъги в областта на кучешките зъби	
	Горни	Долни
20,3	29,3	21,3
20,7	29,9	21,9
21,1	30,4	22,4
21,4	31,0	23,0
21,8	31,5	23,5
22,2	32,1	24,1
22,6	32,6	24,6
23,0	33,2	26,2
23,3	33,7	25,7
23,7	34,2	26,2
24,1	34,8	26,8
24,5	35,4	27,4
24,8	35,9	27,9
25,2	36,4	28,4
25,6	37,0	29,0
25,9	37,5	29,5
26,3	38,1	30,0
26,7	38,6	30,6
27,1	39,1	31,1

II.2.2. Фактори, влияещи на стабилността на интерканиновото разстояние

Özgun Sayin и H. Turkkahraman правят проучване на размера на зъбната дъга на деца със смесено съзъбие. Авторите измерват долна интерканинова, интермоларна и интералвеоларна ширина. Разделят изследваните деца на две групи – със струпване и без струпване на зъбите във фронта. Като определят струпване на 1.6 мм. От направеното проучване са установили, че ширините на долната зъбна дъга при децата от контролната група са значително по-големи от тези в групата със струпване. Единият от факторите, които променят стабилността на СС е струпването. Вторият фактор са меките тъкани. Третият фактор е наличието на вредни навици, които водят до задна кръстосана захапка – смукане на пръст, устно дишане и др. [179].

Влиянието на външните фактори върху ширината на **интерканиновото разстояние** е изследвано от интердисциплинарен екип от оториноларинголози и ортоданти през 2012 г. [203]. Те изследват група деца с нормално дишане и група с устно дишане. И при двете групи пациенти има чести възпаления на тонзилите. По общомедицински показания на децата е била направена тонзилектомия. Изследваните параметри са: ширина на зъбната дъга в предната и задна област – **интерканиново и интермоларно разстояние** и височина на твърдото небце.

Изследванията са направени преди и след тонзилектомията. Авторите наблюдават деца в оформено временно съзъбие – от 3 до 6 години. На 44 деца в посочената възраст и с описаните проблеми се снемат ортодонтски отпечатьци. Промените на **интерканиновото, интермоларното разстояние** и височината на небцето са измерени преди и след операцията.

Децата са разделени на две групи: 15 деца, които са нормално дишащи с носа, и 29 деца, дишащи с устата. Отпечатьци се снемат преди операцията, което се определя като времева точка първа (Т1), на 13-ия месец след операцията – времева точка втора (Т2), и след 28 месеца след операцията – времева точка трета (Т3).

Какво се оказва от получените резултати: във времева точка Т1 децата, дишащи през устата, имат **по-тясна интерканинова ширина**. Височината на небцето е сравнително еднаква и при двете групи. След направената операция се установява значително увеличаване на всички анализирани параметри и в двете групи. Разбира се, тук се отчита и растежът на лицето в тази възраст. Трябва да се подчертае установеното

значително увеличение на **интерканиновото разстояние** при устнодишащите деца, отколкото при нормално дишащите.

Авторите правят следните изводи: интермоларното разстояние и дълбочината на небцето нямат значителна промяна при децата в двете групи преди и след отстраняване на сливиците. Важен е изводът, че при устнодишащите деца **интерканиновото разстояние** се увеличава значително след тонзилектомията. От ортодонтска гледна точка това изследване е доказателство, че правилната функция формира правилно развитие на лицевата област.

Стабилността на зъбната дъга в трансверзална посока е един от важните фактори за дълготраен стабилен ортодонтски резултат. Един от спорните въпроси в ортодонтията е може ли да е стабилен резултатът след ортодонтско разширение. Шведските изследователи Petren, Bjerklin и Bondemark правят проучване на дългосрочната стабилност на корекцията на задна кръстосана захапка в съзъбието, която не е достатъчно оценена [148].

Целта на изследването е да се сравнят дългосрочните резултати при пациенти с кръстосана захапка. Лечението на корекцията на задна кръстосана захапка е проведено с Quad helix или с горна разширителна лингвална пластинка. Получените лечебни резултати са сравнени с помощта на контролна група с нормална оклузия.

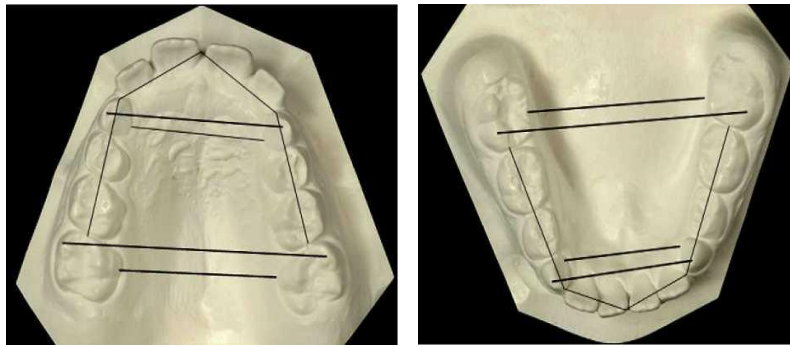
Проследени са 35 пациенти със задна кръстосана захапка. Пациентите са подбрани по предварително определени критерии: с ранно смесено съзъбие; диагнозата да е едностранна задна кръстосана захапка; да са лекувани с Quad helix или с горна разширителна лингвална пластинка; да не са имали друго ортодонтско лечение; не са имали вредни навици.

Лекуваните случаи са били проследени в продължение на 3 г. след лечението. Изследваните параметри са: горночелюстна и долночелюстна ширина, оклузия в сагитална посока, дължина на зъбната дъга и средна линия. Тези параметри са измерени на три вида ортодонтски модели. Те са снети непосредствено преди и след лечението и на последващия клиничен преглед 3 г. след лечението. Нормализирането на зъбната дъга е сравнено със съответстваща контролна група, съставена от 20 пациенти с нормална оклузия. Сравнявани са първите и последните ортодонтски модели на третираните групи.

Настъпилите промени в лекуваната група са сравнени с контролната група. Всички други промени са незначителни и не са имали клинични последствия. Дългосрочният ефект на корекция на

едностранната кръстосана захапка върху отклонението на средната линия е непредсказуем.

Изследователите правят извод, че ако едностранната кръстосана захапка е успешно коригирана с Quad helix или с горна разширителна пластинка, се счита, че е постигната дългосрочна стабилност. Установено е, че при лекуваните пациенти средните максиларни ширини – **интерканиново и интермоларно разстояние**, не са достигнали тези на нормалните контролни субекти. Ранното лечение на едностранната кръстосана захапка подобрява средната линия, но не може да се предвиди дали ще се запази дългосрочният ефект (фиг. 15 и 16) [148].



Фиг. 15. Измерване на предна и задна зъбна ширина



Фиг. 16. Quad helix

Индексът на Pont е създаден през 1909 год., за да предвиди ширината на горната зъбна дъга според сумата от медиодисталните диаметри на горните четири постоянни резеца [12]. Сред ортодонтските среди полезността му е спорна, но в последните години се наблюдава едно връщане към него поради това, че с този индекс може да се определи обективното развитие на зъбната дъга в клинична обстановка от неспециалисти ортодонти.

Проверката на индекса при различните човешки популации в проучване на M. Dalldjan и кол. е доказала неговата полезност. Това изследване е имало за цел да се приложи индексът на Pont сред непроучени досега популации – австралийски аборигени, индонезийци

и бели. Измерванията са направени на гипсови модели. За българските ортоданти методиката е добре позната. Според Pont ширината на интерканиновото, интерпремоларното и интермоларното разстояние в горната зъбна дъга е специфична. Установени са значителни индивидуални вариации при различните популации и определените норми от Pont. Интерпремоларната ширина варира от **-5.9** до **+6.2** мм; интермоларната ширина от **-6.1** до **+12.7** мм. Няма индивид с идеалните размери, определени от Pont, но 17.5% от индонезийците са с ± 1 мм в определените стойности; има отклонения: 20.6% при аборигените и 30.8% при белите. При индонезийците има тенденция към по-малък размер на зъбите и по-голяма ширина на зъбната дъга. Отчита се, че размерите на зъбите на аборигените са по-големи, а зъбните им дъги са по-широки. При белите е показана следната зависимост – по-малки зъби и по-тесни зъбни дъги.

Резултати от изследването: 1) Индексът на корелация е по-нисък и в трите популации. 2) Отчетена е зависимост между зъбната ширина и ширината на зъбната дъга. 3) Различни фактори влияят на връзката между зъбната големина и ширината на зъбната дъга. А те са: влиянието на меките тъкани върху оклузията; индивидуалната форма на зъбната дъга, която е генетично детерминирана. 4) Изследването позволява да се установи връзка между зъбната ширина и зъбната дъга не само в трансверзална посока. 5) Въпреки че представеното изследване не показва съществена връзка между индекса на Pont и недостатъчно изследваните популации, то ни позволява да установим влиянието на „модифициращите растежа” апарати и техния дълготраен ефект [66].

II.3. Промяна на интерканиновото разстояние при ортодонтско лечение

II.3.1. Влияние на разширението на горната и долната челюст върху интерканиновото разстояние

Разширението на зъбната дъга е свързано с увеличаване на размера на зъбната дъга в областта на **интерканиновото и интермоларното разстояние**. За ортодонтите интерканиновото разстояние е най-важният параметър за стабилността на предната ширина на долната зъбна дъга [169]. Много изследователи доказват, че значителното увеличение на долното интерканиново разстояние трябва да бъде последвано от дългосрочна ретенция [48, 113].

По-голяма свобода на действие има в промяната на ширината на горната зъбна дъга. Увеличаването на размера на дъгата в областта на

интерканиновото и интермоларното разстояние до голяма степен се определя от изискванията на оклузията и естетиката. За оклузалната корекция категоричен знак за увеличение на СС и ММ е наличието на скелетна кръстосана захапка. Тя определя необходимостта от разширение. От естетична гледна точка цел на някои клиницисти е да се запълнят букалните коридори. Това им желание ги кара да се придържат към безекстракционна терапия [141]. Необходимо е да се отчете видът на основната ЗЧД. При различните видове зъбни класове подходът е различен. Andrews [20, 22] е определил добрите зъбни и оклузални съотношения, които ни дават жалони, за да се постигнат. Той изследва и връзката им с добрите мекотъканни съотношения. Dugoni и кол. изследват промените в ЗД в ранно смесено съзъбие при различни ЗЧД и представят лечебни планове и диференциални диагнози [72]. Bennett представя промените в ЗД при деца II₂ ЗЧД [34]. Bergensen прави изследване на предна отворена захапка от ранно смесено съзъбие до 20-год. възраст и представя промените на ЗД и оклузията [35]. Цялостно разглеждане на зъбните и лицевите промени в детството е представено от Bishara [40], а промените в ширината на ЗД при III клас разглеждат Filipović и кол. [76]. Всички тези изследвания са насочени към конкретния план на лечение на конкретната ЗЧД.

Успехът на разширението на зъбната дъга при незавършили развитието си пациенти е от голямо значение за промяната на ширината на зъбната дъга. Wong et al. са направили изследване как се променя горната зъбна дъга при бавно разширение. Целта им е да се оценят дългосрочните ефекти на успешно бавно горночелюстно разширяване, без да се използват фиксирани апарати в съзъбието на пациенти с едностранна странична кръстосана захапка, използвайки винтове за бързо разширение Haas тип или Нурах [211].

Направени са серийни отпечатъци от 110 пациенти. Моделите са били оценени в три времеви точки: преди разширението (preexpansion T1) при средна възраст на пациентите 7.7 месеца. След разширението (postexpansion T2) при средна възраст 8.8 месеца и около 4 години по-късно в постоянно съзъбие (T3) при средна 12.9-годишна възраст. Изследвани са максиларното и мандибуларното интерканиново и интермоларно разстояние, дължината на зъбната дъга, периметърът и моларните ъгли. Параметрите са измерени в три времеви интервала, сравнени с Michigan публикувани норми на растеж, които служат за контрол.

Резултатите от направеното изследване показват, че успешно лечение чрез бавна максиларна експанзия, постигната по описания от авторите начин, е благоприятна за двете зъбни дъги. Предната и задната ширини са по-тесни в началото на изследването (Т1) и по-широки веднага след лечението (Т2). Дългосрочно Т3 максиларната интермоларна ширина е същата, както при Т2, а интерканиновата ширина е значително по-широка от началото на разширението. Максиларната интерканинова и интермоларна ширина се увеличават от Т1 до Т3 с 4.5 и 3.5 мм съответно (разширяване 98 и 80% съответно). Горночелюстната обиколка на зъбната дъга се увеличава с 1 мм от Т1 до Т3. Долночелюстната ширина не се променя значително.

В заключение авторите установяват, че размерите на зъбната дъга в началото на смесено съзъбие при пациенти с едностранна задна кръстосана захапка показват добра стабилност четири години след лечението в постоянното съзъбие.

Не във всички литературни данни се подкрепя това твърдение. Единственото изключение на това правило може да се приеме, че когато долните канини пробият лингвално, извън зъбната дъга, премествайки ги на място, те симулират едно разширение на интерканиновата област.

Данни от клинични резултати на много изследователи показват, че интерканиновата ширина се финализира, достигайки до оригиналната си мандибуларна ширина [14, 15, 49, 75, 146].

Интерканиновата ширина на долната челюст е проучена с продължителни изследвания от Alexander [15, 16], потвърдени от други учени – че разширение повече от 1 мм е нестабилно. Независимо че този факт е многократно потвърждаван, ортодонтите продължават да търсят извинение, че непрекъснато го нарушават. Общото мнение е това, че при екстракционните случаи на лечение долните канини се ретрахираат на по-широка област от зъбната дъга. По тази причина каниновата „експанзия” се счита за приемлива. Ако това е истина, то дългосрочните изследвания на екстракционните случаи на лечение биха доказали стабилността на това разширение [14, 142, 146].

McNamara и съавтори правят проучване на стабилността на получените ширини на зъбната дъга след ортодонтско лечение. Изследването е направено на стандартни ортодонтски модели, които имат една и съща стойност на **интерканиновото** и **интермоларното разстояние**, но с различна степен на зъбни малформации. Участниците в него са 30 клиницисти, които са помолени да изработят окончателната работна дъга в straight wire sistem според това, което биха направили в

своята рутинна практика. Измерени са **интерканиновите и интермоларните** разстояния. След това се прави изследване на моделите на 50 пациенти – преди и след лечението. Моделите са осигурени от практиките на 10 клиницисти. Получените резултати показват значителни различия в **интерканиновото и интермоларното разстояние**. Независимо че ортодонтите се стремят да запазват постигнатата форма на зъбната дъга след лечение, се оказва, че в практиката това често не се изпълнява и отговорът на пациента е различен [129].

II.3.2. Причини за рецидив в областта на интерканиновото разстояние

St. Dugoni и съавт. са изследвали 25 пациенти от ранно смесено съзъбие до завършване на лечението. Началото на лечението – ранното смесено съзъбие се определя като I фаза. Като II фаза авторите са определили началото на постоянно съзъбие и III фаза на наблюдението е постретенционният период. Средно наблюдението продължава 9,5 години. Всички пациенти са лекувани безекстракционно, като апаратурата е различна – подвижна пасивна лингвална дъга за долната челюст или фиксирана техника „Two by two” или „Two by four”. При смяната на долните постоянни зъби в страничния участък се прави оценка на подреждането на долните резци. Направената оценка е, че те са задоволително подредени и във фаза 2 оценката е да няма по-нататъшно ортодонтско лечение. Авторите са установили, че 19 от 25-те случаи (76%) показват клинично задоволително долночелюстно подреждане в III фаза. ***Интерканиновата ширина намалява в 72% от случаите в III фаза. Интермоларната ширина се увеличава в 18 от 25 (72%) от случаите по време на лечението и остава стабилна в 17 от 25 (68%)*** [71].

Когато се оценяват промените на ширината на горната и долната зъбна дъга, R. E. Moyers и кол. намират разлика между интерканиновата ширина на двете зъбни дъги, като се увеличава от 4.0 мм на 4 години до 7.5 мм на 17 години. Освен това авторите установяват и значителен полов диморфизъм в интерканиновата ширина на горната зъбна дъга, повече отколкото това е проявено в долната челюст в постоянно съзъбие [139].

Промените, които настъпват в **резултат на ортодонтското лечение**, са изследвани също от много изследователи. Uhde оценява промените на зъбната дъга при пациенти с I и II клас малоклузии, които са лекувани със или без 4 екстракции. Изследваните пациенти са след

ортодонтско лечение на възраст между 12 и 35 години. Авторите са установили, че средната стойност на интерканиновата ширина се увеличава и в двете зъбни дъги в продължение на ортодонтското лечение при всички видове малоклузии. След което постепенно намалява до оригиналните размери на зъбната дъга. Долната интерканинова ширина намалява или се връща до оригиналните размери [199].

Група скандинавски ортодонти са изследвали връзката между интерканиновата ширина на горната и долната челюст и задната кръстосана захапка, която е регистрирана при 445 тригодишни деца. При някои от тях има и вредни навици – смукане на пръст, устно дишане. Тези, които нямат вреден навик, не показват различие с развитието на деформацията – задната кръстосана захапка, защото се счита, че има влияние на фактори като наследственост и неправилно развитие на челюстта [145].

Вредните навици обаче значително влияят на задната кръстосана захапка. Вероятната причина е компримиращото действие на бузите, комбинирано с намаляване на правилното положение на езика, който по-често е в долна позиция. Резултатът е намаленото интерканиново разстояние в горната челюст. Трансверзалната дисхармония между двете челюсти се влошава от ниското положение на езика, като той увеличава интерканиновия размер и задния размер на долната зъбна дъга. Същото е действието и на смукането на пръст, без да е подчертано демонстративно. От изследванията се доказва, че двугодишно смукане на пръст влияе значително на размера на интерканиновото разстояние на двете челюсти и на стеснението на задния участък на горната челюст. [145].

Правилната позиция на канините, описана в шестте ключа на Andrews, е: „канините и премоларите са в съотношения туберкул–амбразура букално и туберкул–фоса лингвално” [21].

По-късно Roth детайлизира ключовете на оклузията на Andrews. Той определя, че контактните точки на горните канини трябва да са съседни на премоларите и латералните инцизиви за осигуряване на правилната дължина на инцизивното водене, с медиален типинг на короната $11-13^\circ$ и с медиална ротация 4° при екстракционните случаи. Освен това той установява, че при латералните движения на долната челюст горните канини изпълняват ролята на водачи, като дезартикулират зъбите на балансиращата страна, както и зъбите на работещата страна след групов контакт от приблизително 0.5 мм [170].

II.3.2.1. Обем на рецидива

В продължителни проучвания много автори доказват, че в областта на интерканиновото разстояние винаги се получава рецидив в рамките на около 2 мм, когато разширението е направено неадекватно. В долната челюст рецидивът е по-сигурен [14, 16, 17]. По това дали причината за рецидив е прекомерно разширение, което не се приема от алвеоларната кост, или под въздействие на центростремителните сили на мускулите ЗД се връща до оригиналните си размери, все още няма единодушно обяснение [40, 60, 81, 199]. Но единодушно е мнението на ортодонтите, че рецидив винаги има.

В изследване на F. Amin и кол. се отчита интерканиновото и интермоларното разстояние. Изследователите установяват, че в интермоларното разстояние резултатът остава стабилен [18].

До голяма степен промените, които настъпват през т.нар. късен рецидив, намират обяснение в изследванията на Izrael. Той наблюдава, че дебелината на тялото на долната челюст се увеличава в продължение на 30 години в периода от 30 до 60 години. Тази промяна на костта може да стане при условие, че корените на зъбите в дисталния сектор, където е най-голямото разширение, не се преместят към букалната кортикална пластинка. Той измерва 6–8% увеличение повече в долната зъбна дъга [100].

II.3.2.2. Значение на възрастта за появата на рецидив. Наличие на късен рецидив

M. Özgür Sayın и кол. съобщават, че екстракцията на млечните кучешки зъби е причина за: леко медиално прихлъзване на букалните сегменти, лингвална позиция на езика спрямо резците, намаляване на дължината на зъбната дъга, задълбочаване на захапката и леко струпване във фронта на зъбната дъга [178].

Целта на това изследване е да се проучат ефектите от ранната екстракция на долните временни кучешки зъби, как тя влияе на позицията на постоянни резци и първите постоянни молари, на зъбната и алвеоларна ширина и дължина на зъбната дъга. Изследвани са тридесет и двама пациенти в ранно смесено съзъбие. Пациентите са разделени на две групи. Първата група е тази на лекуваните ортодонтски пациенти. В нея са изследвани 16 пациенти (11 момичета и пет момчета), които са имали повече от 1.6 мм струпване (от 1.92–5.36 мм). Долните млечни кучешки зъби са били екстрахирани двустранно при тези пациенти. Други 16 пациенти (11 момичета и 5 момчета), които са имали по-малко от 1.6 мм струпване, служат като контроли. На

пациентите са направени долночелюстни зъбни модели и странични цефалометрии в началния период на изследването. В края на периода за наблюдение, който е една година след отстраняване на долните временни кучешки зъби, долните резци се ретрудират повече в групата с по-голямо струпване в сравнение с контролната. Изследователите не забелязват значима разлика в зъбната и алвеоларна дължина и ширина на зъбната дъга между двете групи [178].

Сериозни изследвания са направени от Walder, който установява, че в постретенционния период от около 2 години 62% от екстракционните случаи поддържат увеличение на долночелюстната интерканинова ширина с около 1.4 мм. В проучването, направено при безекстракционни случаи, установяват, че 60% от това увеличение, което се запазва, е **2.0 мм** [204, 205].

Herberger докладва, че 4–6 години след ретенция 68% от неекстракционните случаи поддържат разширение на интерканиновата ширина в двете челюсти [87].

И други автори правят подобни изследвания, в които установяват задържане на увеличението на интерканиновата ширина на долната челюст 10 години след ретенцията [44, 116].

II.4. Начини за въздействие на интерканиновото разстояние. Запазване на стабилността

Интересно е изследването на шведските учени Jan Henrikson и съавт., които правят проучване на стабилността на формата на зъбната дъга при пациенти с нормална оклузия в периода след завършване на растежа до млад възрастен [85].

Въз основа на наблюденията на надлъжни промени в размерите на зъбните дъги те установяват, че е налице индивидуалност на формата и функция на зъбната дъга. Въпреки дългогодишните научни проучвания, оценяващи формата на зъбната дъга, редки са били съобщенията за промяна на нейната форма. Целта на това проучване е да се създаде компютърна програма, чрез която да може да се очертае формата на зъбната дъга и да се създаде метод за анализ на максиларната и мандибуларната форма на зъбната дъга при пациенти с нормална оклузия. Друга задача е да се направи оценка на дългосрочната стабилност във формата на зъбната дъга след навършване на 13 до 31-годишна възраст.

Изследването е проведено върху 30 доброволци от скандинавски произход с нормална оклузия, записани при средна възраст от 13.6

години. Те са проследени до 31.1 години. Анализът на формата на зъбната дъга се основава на стандартизирано фотографско заснемане на горна и долна челюст, което е част от рутинния ортодонтски преглед. Направена е цифровизация на морфологични особености и компютърен анализ на вида, в който формата на зъбната дъга е описана с помощта на изготвената от авторите програма. С възрастта настъпват промени във формата на зъбната дъга, макар и с големи индивидуални различия. Около $\frac{1}{4}$ от челюстите с възрастта претърпяват значителна промяна към по-закръглена форма на зъбната дъга. Установено е, че при мъжете това закръгляване е било придружено със значително увеличение на интермоларното разстояние и намаляване на дълбочината на зъбната дъга. Съществува и значима корелация между промяната в долночелюстната форма на зъбната дъга и повишената малпозиция на долните резци. Тези констатации за липса на стабилност във формата на зъбната дъга при индивиди с нормална оклузия, когато се преминава от юношеството в зряла възраст, е проблем за възможността да се постигне стабилност след ортодонтска намеса.

Подобни изследвания, разглеждащи влиянието на растежа върху формата на ЗД, са направени от още много автори, които изследват промяната на ЗД под влиянието на растежа [74, 127, 162, 179].

II.5. Методика на лонгитудиналните изследвания

Един от авторите, който е правил задълбочени и прецизни лонгитудинални изследвания с подробна и точна методика, е Samir Vishara. Той е изследвал промяната на ширината на зъбната дъга от временно до постоянно съзъбие. Наблюдението започва от стабилно временно съзъбие – 4.94 години, като това е I група; ранно смесено съзъбие – II група – 6.91 год., и последната група – III – оформено постоянно съзъбие. Резултатите от изследването показват, че промяната в зъбната дъга в областта на моларите е средно **1.91 мм** за групата на момчетата и **1.64 мм** за момичетата. Освен това авторите са установили разлика в lee way space за горна и долна челюст при момчетата и момичетата. При мъжкия пол е **1.3 мм**, а при момичетата е **1.1 мм** [46, 47].

В друго изследване показва подчертани промени и в областта на интерканиновата ширина, дължината на сменяемата зъбна дъга, ширината на зъбната дъга в областта на моларите [38].

Същата изследователска група прави проучване на дължината на зъбната дъга от временно съзъбие – средно 4.0 год., до оформено

постоянно съзъбие – средно 13.3 год. Авторите са измерили следните параметри на зъбната дъга:

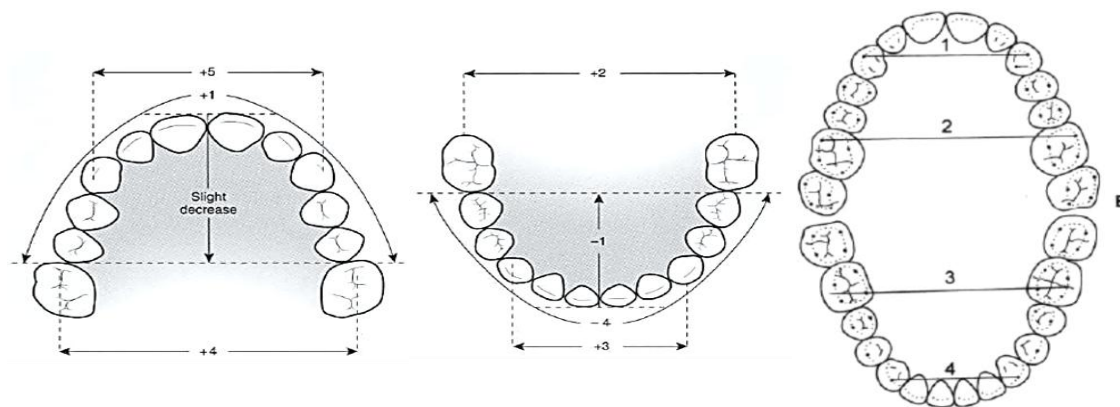
1. **Зъбна дължина** – тя е разделена на предна зъбна дължина – от инцизивната до контактната точка между дисталната повърхност на страничния резец и медиалната повърхност на канина. *Страничен сегмент* – измерва се вляво и вдясно в горната и в долната челюст от контактната точка между дисталната повърхност на страничния резец и медиалната повърхност на канина до контактната точка между дисталната повърхност на втория временен молар и медиалната повърхност на първия постоянен молар.

2. **Зъбни измервания** – ширината на медиодистален диаметър на временните зъби или зъбите заместители на зъбната дъга.

3. **Съотношение между ширината на зъбите и цялостната дължина на зъбната дъга** – предна и задна. *Предната дължина* се измерва от точките на дисталната повърхност на страничния резец и медиалната повърхност на канина, т.нар. интерканиново разстояние. Цялостната дължина на зъбната дъга се изчислява до медиалната повърхност на втория временен молар или на първия постоянен.

Често се появява рецидив на струпване, но след ортодонтско лечение и ретенция долночелюстното струпване невинаги е стабилно. Ортодонтската диагностика и лечебен план не са достатъчни, за да се обясни този рецидив. Това изследване показва, че има допълнителни фактори, които усложняват и обясняват този феномен. Те зависят до голяма степен от индивидуални фактори, или от налична малоклузия, или от вече проведено ортодонтско лечение. Подреждането на долните инцизиви е главно в резултат на увеличение на наличното място в дължината на двете зъбни дъги. Направеният регресионен анализ показва, че промените са свързани отчасти с размера на зъбите, както и с промените в дължината и ширината на зъбната дъга. Връзката между различията в дължината между временното и постоянното съзъбие са не само в големината на прогнозата на промените, които настъпват от временното до постоянното съзъбие (фиг. 17) [47].

Безспорен авторитет в изследването на промените на зъбните дъги е Moorrees. Десетилетните му изследвания са доказали, че няма съществени промени в ширината на зъбната дъга във временното съзъбие от 4 до 6 години, но с появата на инцизивите в горна и долна челюст предната ширина се увеличава с **3 мм**, след което се стабилизира [135, 136, 137].



Фиг. 17. Промени в дължината на ЗД във временно и постоянно съзъбие

Интересът на ортодонтите към нормалното развитие на зъбната дъга е обект на изследване от дълги години. През петдесетте и шестдесетте години на миналия век значими имена на учени са направили фундаментални изследвания. Редица американски изследователи проучват промените в размера на зъбните дъги в резултат на растежа и на ортодонтското лечение. J. H. Sillman изследва нормалните промени на зъбната дъга, като прави едно продължително изследване от раждането до 25-годишна възраст. Той установява, че от раждането до 2-годишна възраст *интерканиновата ширина* се увеличава с **5.0 мм** в горната челюст и с **3.5 мм** в долната челюст. След втората година тя продължава да нараства в горната челюст до 13-годишна възраст, а в долната челюст – до 12-годишна възраст, след което остава стабилна [186, 187].

Друго задълбочено изследване на развитието на зъбната дъга е направено от Vishara и колектив. Те са проследили две групи лица: в първата група, която наблюдават, са деца на 6 седмици, 1 г., 2 г., преди да са поникнали всички временни зъби. Втора група – лицата са от едно голямо проучване на растежа, направено в Айова на възраст 3, 5, 8, 13, 26 и 45 години. Авторите са ги групирани така: I група – преди пробива на временните зъби – 6 седмици, 1 г., 2 г. II група – **след пробив на зъбите** от 3 до 45 години. **Резултатите** от изследването показват как се променя интерканиновото разстояние в **горна челюст**: в предруптивния стадий – и при двата пола в горната челюст от 6 седмици до 1 г. и от 1 до 2 г. ширината на интерканиновото разстояние се увеличава значимо. В постеруптивния период се наблюдава значимо увеличаване на интерканиновата ширина на 3, 5.5, от 5.5 до 8 г., от 8 до 13 години. В периода от 13 до 26 и между 26 и 45 г. се наблюдава малко намаление на интерканиновата ширина за двата пола, но статистически значимо е намалението само за жени между 26 и 45 години.

Интерканинова ширина в долната челюст: до 13 г. се увеличава, но статистически значимо е увеличението до 8 г. за момчетата и 13 г. за момичетата. След 13 г. интерканиновата ширина намалява незначително от 25 до 45 години. Намалението е статистически значимо между 26 и 45 г. и при двата пола [44].

Заклучение: 1) В периода на непробилите зъби между 6 седмици и 2 г. се наблюдава увеличение на интерканиновата ширина и при двата пола. 2) Между 3 и 13 г. интерканиновото и интермоларното разстояние се увеличава, но с оформяне на постоянното съзъбие интерканиновото разстояние намалява. 3) Мандибуларното интерканиново разстояние се установява с пробива на четирите постоянни резеца и след 8 години не се променя. С оформянето на постоянното съзъбие се наблюдава слабо намаляване [44].

Принципът на продължителните изследвания се базира на дългосрочно наблюдение на определен тип пациенти. В този случай става дума за подрастващи в смесено съзъбие. В повечето случаи изследователите избират група, която е носител на изследваното отклонение, която е ортодонтски лекувана или ще бъде лекувана дадена нозологична единица. И контролна група на пациенти без отклонения в същата възраст – хронологична или зъбна [175, 177].

Продължителността на лонгитудиналните изследвания е различна – според времето на растеж или смяна на временните с постоянни зъби в определен сегмент на зъбната дъга или време на оформяне на млад ортодонтски възрастен индивид. Броят на наблюдаваните пациенти също е различен. Обикновено е от 15–50 наблюдавани до 1000 [23, 26, 35, 38, 41, 43, 46].

Такива са например изследванията на Antonino Antonini и съавт., които представят лонгитудинално изследване на скелетните характеристики на II клас при деца със смесено съзъбие [23].

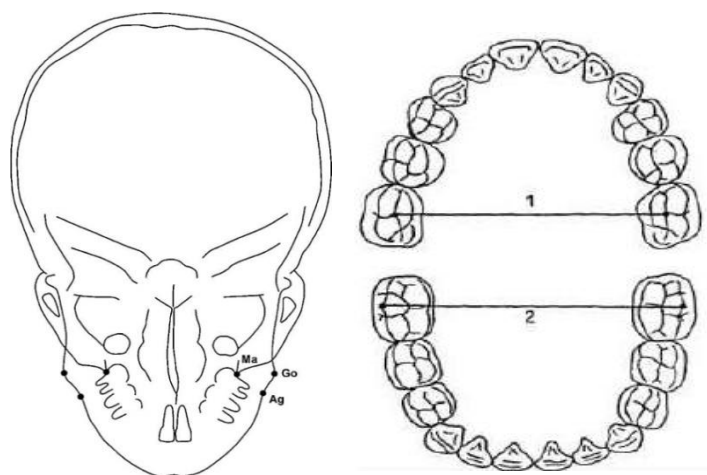
Или проучването например на J. Christopher Lux и кол. Целта на изследователите е да се анализират морфологията и развитието на зъбните дъги и горно- и долночелюстните бази при нелекувани пациенти с Class II отклонения [125].

Използвани са диагностичните модели за изследване на пациенти, които са в растеж при скелетни класове Class II₁ група и Class II₂ група. Те са били сравнявани с клас I група и контролна група с добра оклузия. На фасна цефалометрия са измерените точки: максиларна широчина (Ma) – това е пресечната точка между латералния контур на горночелюстния алвеоларен гребен и долния контур на прос. zigomatico-

maxillaris; bigonial – е разстоянието между лявата и дясна точки gonion (Go), и biantegonial – е разстоянието между двете точки antegonion (Ag), която се намира в най-дълбоката точка на кривата на долната челюст в областта на долночелюстния ъгъл (фиг. 18). Тези ширини се определят през двегодишни интервали между 7 и 15-годишна възраст.

Горно- и долночелюстна интермоларна ширини се измерват на гипсови модели (фиг. 18).

В резултат на това изследване авторите са установили, че максиларните скелетни ширини са най-малки в клас II₁. Статистически незначителни разлики са установили между групите в скелетните долночелюстни ширини. По отношение на развитието на зъбните дъги максиларните интермоларни ширини са по-малки в клас II₁ група, отколкото в групата с клас I и добра оклузия. Тези различия в отделните групи са изследвани за целия период на наблюдение, т.е. от 7 до 15 г. и са статистически значими при повечето възрасти. Когато се разгледа относителната разлика между горночелюстните и долночелюстните интермоларни ширини, за клас II₁ случаи е установено, че имат най-голямата средна разлика (около **-2.5 мм** за момчета и **-1.5 мм** за момичета), което показва сравнително тясна горночелюстна зъбна дъга. По-слабо изразени разлики в интермоларната ширина са били открити в клас II₂ група. В клас II₁ група са били установени отклонения в интермоларните разлики при 15-годишна възраст. При наличие на разлики в ширината при 7-годишна възраст същите се поддържат в продължение на цялото изследване.



Фиг. 18. Скелетни и зъбни точки на измерване на ширината на челюстите

В друго проучване се разглеждат трансверзалните промени при клас II в смесено съзъбие [126].

Целта на това проучване е да се анализират зъбно-алвеоларните ширини при пациенти с клас II₁ захапка в смесено съзъбие в сравнение с пациенти с нормална оклузия.

Изследването се провежда на 192 случайно избрани пациенти в началото на смесено съзъбие. Според тежестта на деформацията пациентите са разделени на пациенти със скелетната II₁ деформация – 88 лица (53 жени и 35 мъже). Средната възраст на пациентите е 8 год. и 10 месеца. Пациентите със зъбно-алвеоларна форма са 104 (66 жени и 38 мъже). Средната възраст на пациентите е 9 ±1 год. Групата от клас II се разделя на две подгрупи (група със същинска прогнатия и група с ретромандибулия) въз основа на скелетните характеристики. Изследват се интерканиновите и интермоларните разстояния, които са измерени на отпечатъци на зъбните дъги.

Резултати: пациенти с клас II захапка показват значително намаляване на максиларната ширина по отношение на клас I група (**2.2 мм**). Пациенти с ретромандибулия показват значително по-голямо намаление както в широчината на горночелюстното интерканиново разстояние (**1.7 мм**), така и в интермоларната ширина (**2.7 мм**) по отношение на клас I група. Пациентите със същинска прогнатия имат значително по-малки размери на горночелюстната интермоларна ширина (**1.7 мм**) в сравнение с клас I група.

Направени изводи от изследването: при **клас II малформация, която се дължи на ретромандибулия**, се наблюдава значително стеснение на горночелюстната зъбна дъга с **намалена интерканинова и интермоларна ширина**. Когато Class II захапка се дължи на същинска прогнатия, стеснението на горната зъбна дъга е ограничено в интермоларната ширина.

Raquel H. W. Tibana и съавтори правят продължително изследване в рамките на 7 г., като проучването е за изследвани лица на възраст от 21 до 28 г., т.е. пробантите са в завършено развитие. В проучването се прави оценка на оклузалните промени при млади хора. Изследвани са 27 лица (13 мъже и 14 жени), които са в I зъбен клас, с нормална оклузия и налични всички зъби, без третите молари. Измерванията, които са направени в двете зъбни дъги, са на: **интерканиново, интермоларно разстояние и периметър на зъбната дъга**. Оклузалните параметри, които се изследвани, са в сагитална посока – overjet, и във вертикална посока – overbite. Всички измервания са направени на зъбни модели от обучен оператор с помощта на цифров шублер. На всяка двойка челюсти е измерено търсеното разстояние в началото на изследването и

в края му. Данните показват, че при overjet е повишено с **0.39 мм** в крайните модели. Авторите са установили увеличение на дълбоката захвапка за този седемгодишен период [195].

Промяна в положението на резците – слаби ротации, инклинации и денивелации, се установява в този период. Непостоянна промяна в областта на горните резци – **увеличава се разстоянието с 0.38 мм и с 0.54 мм** в долната зъбна дъга. Авторите считат, че тези промени могат да се дължат на отклонения в други параметри на зъбната дъга – промяна на интерканиновото разстояние, интермоларното или периметъра на дъгата.

Промяната в периметъра на горната дъга е **намаление от 0.67 мм и 0.71 мм** на долната зъбна дъга ($p > 0.05$), но те са незначими.

Интерканиновото разстояние в горната челюст не показва значима промяна, докато в долната челюст се наблюдава малка, но значима **редукция от 0.39 мм**. Другите измервания, а именно, интерканиновото разстояние и интермоларното разстояние, показват неголеми значими промени.

Не се наблюдава полов диморфизъм. От това би могло да се направи заключение, че **размерите на зъбната дъга се променят през целия живот на възрастните** [195].

D. Ward и кол. правят дългосрочно проучване на 11-годишни деца в Кардиф. Изследвани са 1018 деца през 1981 г. От голямата група изследвани лица са проследени 331 лица, които са участвали в следващите прегледи след 20 години – през 2001 г., т.е. били са на 31 години. Побрани са 60 индивиди, на които са направени измерванията и участват в дългосрочното проучване. Те са разпределени в две групи – такива, които не са имали ортодонтско лечение (32) и група на лекуваните ортодонтски (28). Прегледите са направени на 14, 20 и 31-годишна възраст [206].

Авторите са измерили интерканиновото и интермоларното разстояние в горната и долната челюст.

Резултатите от изследването са следните: ортодонтското лечение е довело до **увеличаване на максиларното интерканиново разстояние и намаляване на долночелюстното**; видът на апарата – подвижен или фиксиран, не е от значение за промяната на изследваните параметри; полът също не е от значение за промяната на зъбната дъга. Тъй като голяма част от пациентите са лекувани с екстракция, не са изследвани как влияе екстракцията на зъбите върху размера на зъбната дъга.

Те изследват промените в размерите на зъбната дъга, които се получават в резултат на растежа и комбинацията с ортодонтско лечение.

Това 20-годишно изследване е от изключителен интерес за ортодонтите, защото позволява внимателно да се обмисли времето за планиране на лечението. Обясненията на ортодонта за очакваните промени могат да повлияят на очакванията на пациента от лечението, както и на формулирането на плана на лечение и задържане на лечението от лечителя. Ретроспективно е проучено разстоянието между горните и долни кучешки зъби и моларната ширина. Изследвани са промени, които са настъпили при 60 пациенти над 20 години след завършването на лечението. Половината са ортодонтски лекувани случаи, а другата половина не са, т.е. това е контролната група. Пациентите са прегледани отново през 4 години след завършване на лечението. Авторите не установяват големи разлики между промените в зъбната дъга на лекуваните и нелекувани пациенти [206].

Направени са следните заключения: 1) Авторите установяват, че ортодонтското лечение води до увеличение на интерканиновото разстояние в горната челюст в дългосрочен план и до намаляване на долночелюстното разстояние; 2) Установява се, че видът на използвания ортодонтски апарат не е от значение за промяната на зъбната дъга; 3) Полът не е от значение за промяната на дъгата; 4) Не са изследвани промените, които са вследствие на екстракция на премолари [206].

Целта на проучване, направено от E. Defraia, G. Baroni и A. Marinelli, е да се сравнят размерите на зъбата дъга в смесено съзъбие на групи деца, които живеят в една и съща географска зона и са разделени от близо 35 години възрастова разлика. Една група от 83 лица (39 момчета и 44 момичета), родени между 1953 и 1959 г. (средна възраст: осем години и три месеца ± 15 месеца за момчетата и седем години и 11 месеца ± 12 месеца за момичетата), са сравнени с група на 84 пациенти (38 момчета и 46 момичета), родени между 1990 и 1998 г. (средна възраст: осем години и осем месеца ± 12 месеца за момчетата и осем години и четири месеца ± 11 месеца за момичетата). На ортодонтски модели са измерени задният и предният сегменти, интермоларната и интерканиновата ширина и медиодисталният размер на резците. Измерени са предният сегмент на двете зъбни дъги, предната и задна ширина на зъбната дъга. Групите са сравнени, като се използва непараметричен тест (Mann–Whitney L/-тест) за независими проби

($p < 0.05$). Резултатите показват, че момчетата и момчетата от 1990-те години са показали значително по-малка челюстна интермоларна ширина в сравнение с тези от 1950-те. Задният трансверзален размер е значително по-малък при момчетата от 1990-те години. Понастоящем население има по-голяма вероятност за развитие на малоклузии като следствие от засилената тенденция към намаляване на ширината на горната зъбна дъга [67].

Интересно изследване се представя от Факултета по дентална медицина на Университета в Сао Пауло, Бразилия [193]. По повод идентификацията на ухапване от домашно куче авторите изследват интерканиновото разстояние, оставено на белега от ухапването на жертвата. След това те изследват един общ параметър – интерканиновото разстояние на 50 домашни кучета с тегло от 4.9 и 46 кг, неопределена порода, и 50 отпечатъка на челюсти на хора. Вероятно това изследване би прозвучало абсурдно, сравнявайки интерканиновите разстояния на хора и животни, докато не се видят получените резултати.

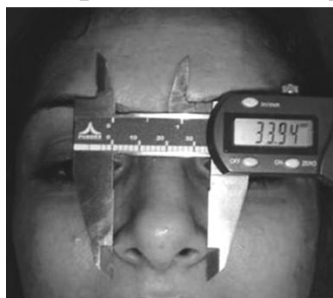
Установили са, че интерканиновото разстояние при кучетата е общо 2.8% по-широко за горната дъга от това на хората и 10.4% по-широко – за долната зъбна дъга, в сравнение с общия резултат за хората. Тези показатели биха били полезни за идентифициране на рани от ухапване в съдебната медицина.

С цел да се намери най-точното **интерканиново разстояние**, за да се използва при направата на тотални протези, група изследователи са направили изследване на интерканиновото разстояние на 50 млади ортодонтски израснали мъже и жени между 17 и 21 години в Северна Индия. Измерено е интерканиновото разстояние на горната челюст. Пробантите са с правилно подредени интактни зъбни редици, без проведено ортодонтско лечение.

Sh. Tripathi и колектив измерват два параметъра – интерканиновото и интераларното разстояние. За установяване на интерканиновото разстояние е изработена специална Т-образна мерителна скала. С помощта на дигитален шублер се правят две измервания – едното е на интераларното разстояние, а второто е на интерканиновото, което е върхът на горните канини [197] (фиг. 19, 20, 21, 22).

Установена е значителна корелация между интераларната ширина и **интерканиновото разстояние** както при мъжете, така и при жените,

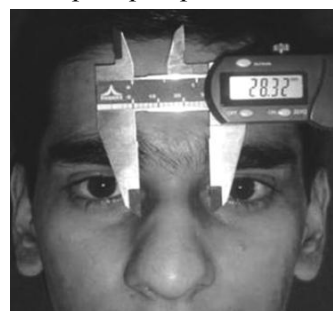
което предполага, че интераларната ширина може да се използва като надежден ориентир за челюстен преден избор на зъби.



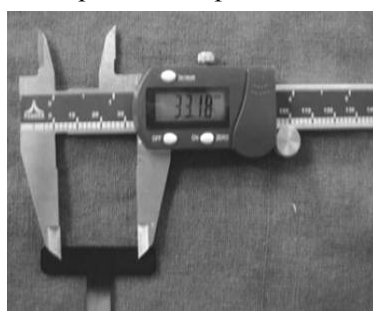
Фиг. 19. Измерване на интераларно разстояние



Фиг. 20. Измерване на интерканиново разстояние



Фиг. 21. Пренасяне с шублер на СС в областта на основата на носа



Фиг. 22. Шублер, определящ интерканиновото разстояние

Като се имат предвид противоречията в литературата за вариациите в интерканиновото и интермоларното разстояние и периметъра на зъбната дъга след порастването на постоянните зъби, испански изследователи са си поставили следната **цел**: да се оценят промените на тези параметри с възрастта, като се анализира и наличието на полов диморфизъм, и изменчивостта им на параметрите на испанците. Дизайнът на проучването е следният: 188 испански лица, които са случайно подбрани, разпределени в три възрастови групи. Избрани са: 63 юноши (средна възраст: 14.15 години), 62 млади възрастни (средна възраст: 21.9 години) и 63 възрастни (средна възраст: 40 години). Получените резултати показват, че трите параметъра – **интерканиновото и интермоларното разстояние и периметърът на зъбната дъга** зависят от пола и от възрастта [147].

Интерканиновото, интермоларното разстояние и периметърът на зъбната дъга са **по-големи при мъжете**, отколкото при жените, особено при по-младите възрастни и възрастните групи.

Интерканиновото разстояние и периметърът на зъбната дъга е с тенденция да намалява с възрастта особено при **женския пол**, докато интермоларното разстояние не претърпява съществени промени. Докато при мъжете се забелязва **намаляване само в периметъра на долната**

зъбна дъга. Установено е, че **интерканиновото разстояние** се променя значително, докато интермоларното разстояние претърпява по-малко промени. Измененията на периметъра на зъбната дъга стават в прехода от юношеството (14-годишна възраст) до зряла възраст (22 години) с пробива на всички постоянни зъби и последващите изменения не са съществени.

Арнаутска в своето проучване (по методиката на Арнаутска–Крумова) е установила позицията на горния канин спрямо стабилната анатомична структура *apertura periformis*, чрез която определя правилното му положение и предлага ранна прогноза за възможност от ретенция на същия [5].

През последните години 3D технологиите навлизат и в ортодонтските изследвания. J. S. Ahn, M. S. Park и съавт. изследват промяната на **интерканиновата ширина**, която е отдавна предмет на обсъждане [13].

Целите на тяхното проучване са да установят каква е промяната на интерканиновата ширина при деца от 6 до 14-годишна възраст, като използват 3D метод. Изследвани са модели на 66 пациенти (50 момичета и 16 момчета) от 6 до 14-годишна възраст. Чрез използване на 3D лазерно сканиране и реконструкция със софтуер, се създават виртуални модели. Интерканиновата широчина се измерва, както и свързаните с тях 3D измервания, като площта на триъгълника, получен от интерканиновото разстояние и инцизивната точка, и ъглите, образувани от виртуални оси на кучешките зъби и оклузалната равнина. Авторите установяват, че с течение на времето изследваните разстояния се променят. За точност и достоверност измерванията са повторени.

Получените резултати показват слабо намаление на **интерканиновата ширина** за двата пола и на двете зъбни дъги. Все пак стойностите на промяната са относително малки в сравнение с първоначалните стойности. Въпреки че ширината на интерканиновото разстояние се е променило с течение на времето, то не е било клинично значимо, което показва относителна стабилност. Авторите приемат, че **интерканиновата ширина** на подложените на лечение пациенти след приключване на лечението и ретенцията се стабилизира и се приема за относителна.

Друго 3D изследване предлагат група корейски изследователи. Целта на тяхното изследване е да се използва лицевата ос (FA) и да се изследват точки от зъбната дъга чрез използването на 3D виртуални модели. Изследването е направено на пациенти с нормална оклузия.

Като вторична цел е да се създаде шаблон на нормалната зъбна дъга, който да намери приложение в клиничната практика [32].

Методите, използвани в изследването, са следните: 125 гипсови модела с оклузии клас I са били 3D сканирани (Ogarix Ко ООД, Сеул, Корея) и *FA* точки, дигитализирани на виртуални модели, използващи софтуер (Inus Технологии Инк., Сеул, Корея) Rapidform 2006. Измерени са **интерканиновото и интермоларното разстояние**, както и периметърът на зъбната дъга. Авторите разделят изследваните 125 виртуални модела на две групи. Първата от 77 случая (Dataset 1) – направен е клъстер-анализ (*K* – означава клъстер-анализ) с цел да се класифицират различните видове зъбни дъги. След направената статистическа обработка е генерирана *A* крива на най-близко съвпадане на средната форма на всеки вид зъбна дъга. Останалите 48 случая (Dataset 2) са обработени с клъстер-анализ, за да се направи оценка на различията между двете групи.

От получените резултати са били класифицирани пет вида зъбни дъги, които демонстрират максимално близки статистически значими разстояния в параметрите на зъбната арка. Разликите между 5-те вида зъбни дъги са статистически, но не клинично значими и така те се рекомбинират, за да формират три групи, представляващи „тесни“, „умерени“ и „широки“ по форма зъбни дъги.

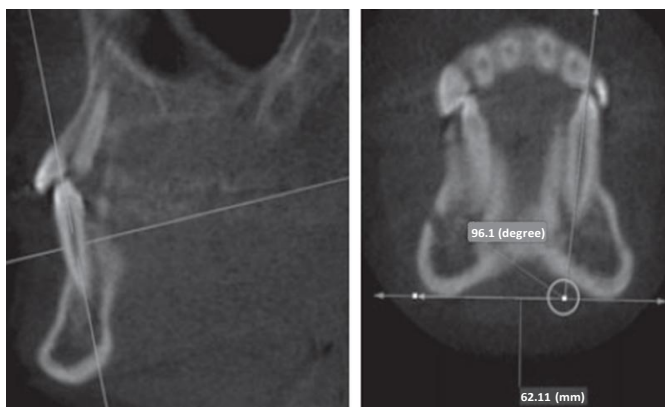
Изводите на изследователите са: създаден е шаблон с три типа форми на зъбната дъга, които са базирани на изследвания в предния и в задния размер на зъбната дъга. Чрез приложението на 3D анализ на *FA* (лицевата ос) и ориентиране на точките от зъбната дъга се позволява да се направи по-точна идентификация на периметъра на зъбната дъга и на двете ѝ ширини – предна и задна. С помощта на статистическа обработка и на 3D анализ се определят 3 форми на зъбната дъга.

Значението на долночелюстните канини е от особена важност за стабилността на ортодонтския лечебен ефект. Прилагайки СВСТ – коничен компютърен томограф, група изследователи от Кливланд проследяват наклона на долните канини [183].

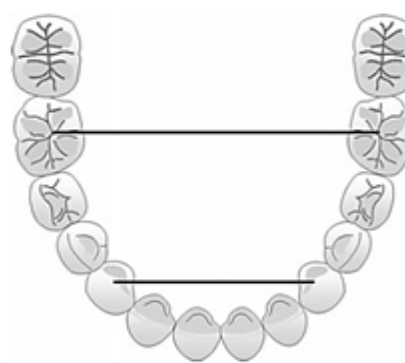
Целта на изследването е да се разработи надежден метод за измерване на буколингвалния наклон на долночелюстните кучешки зъби и първи кътници. Да се оцени евентуалната корелация между буколингвалния наклон и съответната им междузъбна ширина. Изследването е направено на 78 пациенти, от които 37 момчета и 41 момичета, нелекувани ортодонтски пациенти, средно на 13.2 ± 0.96 години. Авторите използват следните отправни линии: *A* линията, допирателна

към долната граница на долната челюст, и дългата ос на зъба на долния канин и първи долен молар. Чрез тях се измерва буколингвалният наклон. Интерканиновата и интермоларната ширина се измерва на гипсови модели (фиг. 23 и 24).

Получените резултати с помощта на СВСТ са с много висока надеждност. Средният наклон на оста на долночелюстния кучешки зъб е $98.0 \pm 4.1^\circ$. Средната ширина на интерканиновото разстояние е 26.0 ± 2.2 мм. Средният наклон на долночелюстния молар е $74.6 \pm 4.7^\circ$, а средната интермоларна ширина е 40.9 ± 2.7 мм. Авторите установяват също, че при II зъбен клас в областта на моларите наклонът е $73.7 \pm 4.2^\circ$ и е значително по-малък ($p \leq 0.05$), отколкото при тези, които са клас I. При тях буколингвалният наклон при моларите е $75.6 \pm 4.9^\circ$. Установява се много ниска стойност на корелацията между зъбната ширина – интерканинова и интермоларна, и буколингвалния наклон.



Фиг. 23. Образ от компютърна томография

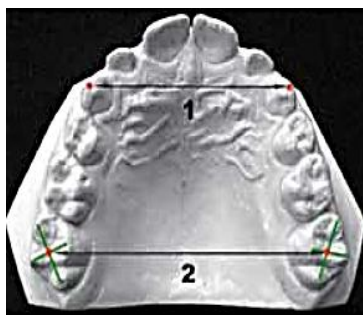


Фиг. 24. Място на измерване на гипсовите модели

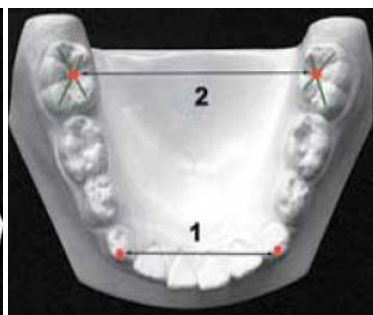
Авторите са направили следните изводи: използването на Cone Beam компютърна томография е надежден метод за измерване на буколингвалния наклон на долните канини и първи молари. Този метод намира практическо приложение за установяване на нормалните съотношения на надлъжните оси на тези зъби и за установяване на отклоненията от нормата, които могат да са причина за компрометиране на стабилността на ортодонтското лечение.

3D изследвания са използвани и от други автори като Park, K. Y. Kim [13, 108]. Синтезирана методиката им е следната: чрез скенер (дигитайзер MicroScribe 3DX) моделите се сканират. Чрез софтуер се измерват **интерканиновите и интермоларните ширини** в два различни времеви периода от развитието на съзъбието. Използва се тази корелация и по метода на Spearman анализ се оценява връзката между

измерванията, получени при T1 и T2, и формата на лицето при 95% степен на сигурност (фиг. 25, 26 и 27).



Фиг. 25. Горночелюстна интерканинова и интермоларна ширина



Фиг. 26. Долночелюстна интерканинова и интермоларна ширина



Фиг. 27. Дигитален MicroScribe 3DX

Резултати: предният размер на зъбната дъга – **интерканиновото разстояние** в горната и долната челюст, се е **увеличило** съответно с **3.21 мм** и **1.52 мм**. А задната ширина на зъбната дъга – размерът на **интермоларното разстояние**, се е увеличило съответно с **2.16 мм** и **0.50 мм**. Само горночелюстната **интерканинова ширина** показва значима корелация с формата на лицето.

Проблемът – дългосрочна стабилност, е един от най-важните проблеми за успеха на ортодонтското лечение. Изследователи от Инсбрук са направили дългосрочно проучване на стабилността на ортодонтските резултати при две групи пациенти. Първата група – пациенти, които са лекувани екстракционно, а втората – такива, които са безекстракционно лекувани [84]. Изследвани са пациенти, лекувани през 1970-те години, когато ортодонтската философия е поддържала екстракционната терапия, и е установена лоша стабилност като дългосрочен резултат.

Целта на това ретроспективно проучване е да се изследва промяната в **интерканиновата ширина** по време на фазата на ретенция при пациенти, лекувани с и без екстракции. Авторите проучват връзките между **ъгъла на ориентиране на надлъжната ос на горния канин спрямо орбиталната равнина, горно- и долночелюстната интерканинова ширина и степента на струпване на зъбите в долночелюстния участък**. Те са изследвали две групи от по 30 пациенти във всяка, с и без премоларна екстракция, след което са сравнили резултатите. Авторите снемат отпечатъци в началото на ортодонтското лечение, при сваляне на брекетите, в края на ретенционния период и в края на постретенционния период. Времето на постретенционния период е **6.3** години за безекстракционната група и **6.5** години за екстракционната група. Гипсовите отпечатъци са монтирани на артикулатор с

анатомична лицева дъга и фиксирани в централна оклузия с восъчен регистрат. Измерванията са направени с 3D апарат за измерване. Освен **интерканиновото разстояние** те изследват още ъгъла, сключен между надлъжната ос на горния канин и орбиталната равнина; степента на струпване на зъбите в долночелюстния участък.

Резултатите, които са получили авторите, са следните: горночелюстното и долночелюстното **интерканиново разстояние** имат различно поведение. В долночелюстното интерканиново разстояние се установява нетно намаление между предварителното лечение и проследяването, докато в горночелюстната зъбна дъга се отчита нетно увеличение. Установена е силна връзка между ъгъла, сключен между надлъжната ос на горния канин и орбиталната равнина на ориентиране в края на ретенцията, и рецидива в подреждането на зъбите във фронталния участък на долната челюст и долночелюстното **интерканиново разстояние**.

Авторите правят следните изводи: **интерканиновото разстояние** в горната челюст и при двете групи се увеличава по време на лечението. При горната челюст то се запазва. Противоположно е изменението **на интерканиновото разстояние** в долната челюст и при двете групи. **Интерканиновото разстояние** в постретенционния период в долната челюст намалява спрямо периода преди ортодонтското лечение. Отчетена е значима връзка между фазата на завършване на ретенцията и постретенционния период – повече от 5 години след завършване на лечението [84].

Много сериозно значение се отдава на изследвания, които са свързани с националните особености на определени параметри на оклузията. Много автори са публикували изследвания на различни популации [42, 69, 70, 79, 101, 117, 196]. Проучени са нарастването на ЗД в медиодистална и вестибуло-лингвална посока при египтяни, мексиканци и северноамериканци. Подобни проучвания са направени сред сенегалци, бразилци, тайландци, индийци. Разбира се, най-близките параметри на промяна на ЗД за нашата популация са тези на кавказкия тип.

Група исландски ортоданти представят продължително изследване на исландски юноши, които повторно са прегледани след 25 години [102]. Целта на представеното проучване е да се направи лонгитудинално изследване на специфичните оклузални особености на исландците.

Извадката обхваща 245 юноши в късно смесено или постоянно съзъбие, които са прегледани отново 25 години по-късно. Всички лица не са ортодонтски лекувани, всичките са с интактно съзъбие и при първото, и при второто изследване.

Авторите докладват следните установени резултати: наблюдава се значително увеличение на струпването на долночелюстния фронтален сегмент; те са установили връзка между увеличеното интермоларно разстояние и намаляването на overjet в предния максиларен участък. В известна част от случаите се запазва малоклузията, което се установява и в двете челюсти. Струпването във фронталния участък на горната челюст варира от **17.9** до **53.4%**. Отклоненията в долната челюст са значително повече. Установени са отклонения в: подреждане на зъбите в зъбната дъга, overjet, overbite, дистална оклузия в областта на моларите. Процентът на струпването на фронта в долната челюст и моларната кръстосана захапка са били открити в **72.7** и **75.0%** от случаите при второто изследване. Нормалните оклузални съотношения при пациентите в юношеска възраст са останали до голяма степен непроменени, с изключение на **11.2%** от пациентите, които са развили долночелюстно фронтално струпване между първия и втория преглед.

Направени са следните изводи: влошаването на нормалното оклузално съотношение и правилното подреждане на зъбната дъга по-скоро са били необичайни за това проучване. Авторите са установили, че самокоригирането на оклузията и нормалното подреждане на зъбната дъга е сравнително по-често [102].

Richard M. Hesby и колектив правят изследване за начина на пробив на горните постоянни молари и за пробива им с годините. Те установяват, че пробивът на горните постоянни кътници е с букален наклон на короната, която постепенно се изправя. Позицията на долните молари е с лингвален наклон, но следва същата промяна към изправяне с годините. Авторите считат, че това изправяне се дължи на нарастването на интермоларното разстояние и в двете челюсти [88].

Целта на това проучване е да се изследват трансверзалните скелетни промени, които съпътстват моларните движения по време на растежа.

Изследвани са гипсовите модели и фасните телерентгенографии на 36 нелекувани ортодонтски лица от Айова. Методиката включва тринадесет измервания на трансверзалните размери в областта на горните и долните молари. Подбраните пациенти са в растеж при приблизителни възрасти – 7.6, 10.3, 12.9, 16.5 и 26.4 години. Измерва-

нията са направени на ниво базална кост за горната и долната челюст, ширина на алвеоларен гребен в областта на моларите за горна и долна челюст, интермоларна ширина, ширина на алвеоларен гребен гингивално в областта на моларите и средно ниво на височината на алвеоларния гребен. Изследванията са направени за всеки обект.

Благодарение на получените резултати е създаден модел на трансверзалните промени в горната и долната челюст, на алвеоларния гребен на двете челюсти, на горночелюстните и долночелюстните първи кътници. Трансверзалните промени на изследваните анатомични области се явяват като градиент във вертикално посока, т.е. вертикалното нарастване води до увеличаване на трансверзалния размер. Като цяло увеличението е следното: базата на челюстта се увеличава в ширина от **5.37 мм**; горночелюстното разширение на зъбната дъга в областта на средата на алвеоларния гребен се увеличава с **3.20 мм** (от ляво надясно на вестибуларната повърхност) и **4.94 мм** (от ляво надясно на гингивалната повърхност); горночелюстната интермоларна ширина се увеличава с **3.08 мм**; долночелюстната интермоларна ширина се увеличава с **2.05 мм**; долночелюстният трансверзален размер на ширината на алвеоларния гребен се увеличава с **1.60 мм** (от ляво надясно на устната повърхност) и **1.02 мм** (от ляво надясно на вестибуларна повърхност); базовата кост на долната челюст се увеличава на ширина от **14.54 мм**.

Направените измервания от авторите систематизират общото трансверзално нарастване в областта на интермоларното разстояние на ниво база на челюстите – горна и долна, алвеоларен гребен и интермоларно разстояние за двете челюсти. Важна е изведената зависимост, че увеличението на трансверзалния размер на челюстите е зависима от вертикалното нарастване [88]. Изследването е представено в настоящия литературен обзор, защото е свързано с промени във вертикалната посока на челюстите.

По време на **растежа на лицето** горната и долната челюст се преместват надолу и напред. Въпреки че изместването напред и надолу на горната челюст е по-малко от тази на долната челюст, връзката на зъбите в зъбната дъга в сагитална посока по време на растежа остава по същество непроменена. Виртуално се мисли за осигуряване на компенсаторен (движение на зъбите) механизъм за поддържане на образец на оклузията по време на растежа: горните зъби се движат

напред по отношение на горната челюст, докато долните зъби се движат отзад спрямо базалната долна челюст.

Целта на това проучване е да се изследва хипотезата, че брадичката се развива в резултат на този процес на растеж. Авторите поставят две научни хипотези [102]:

- Хипотеза 1: хоризонталната проекция на брадичката е функция от разликата в растежа напред между тялото на долната челюст и денто-алвеоларния ѝ комплекс; всъщност брадичката се развива, като долночелюстното съзъбие се измества назад спрямо основната кост (тялото на костта) по време на растежа на челюстта.

- Хипотеза 2: Промените в предно-задното позициониране на долночелюстното съзъбие по време на растежа и развитието следват съпътстващите промени в горночелюстното съзъбие като функция на максиларно нарастване спрямо долната челюст. По този начин вариациите в подреждането на долночелюстното съзъбие по време на растежа трябва да се разглеждат като функция и следствие на растежа на горната челюст.

Изследван е лицевият растеж на 25 нелекувани индивиди от Айова. Всички изследвани лица са с клас I нормална оклузия и интактно съзъбие, подбрани са на случаен принцип въз основа на наличието на цефалометрии в два периода. Първият T1 е в детството (средна възраст = 8.32 год.) и вторият T2 – при завършено развитие между 16 и 28 год. (средно = 19.90 год.). Авторите са направили измервания на растеж (T2 минус T1). Отправните параметри, които са изследвали авторите, са: Франкфуртска хоризонтала (FH); горночелюстна дентиция (Mx6 и Mx1); долна челюст; долночелюстно съзъбие (Mn6 и Mn1); pogonion (PG).

Резултати: по отношение на Pg (стабилен костен маркер) B точка се премества назад, средно **2.34 мм** по време на растежа, и костно развитие на брадичката (B точка до Pg) се увеличава едновременно. По същия начин при долните и горните резци, преместени назад спрямо Pg съответно **2.53** и **2.76 мм**, A точка спрямо Pg се премества назад **4.47 мм** по време на растежа.

Изследователите правят извод, че костното развитие на брадичката по време на растежа на лицето се определя от два фактора: първият е основният растеж на челюстта, а другият е компенсаторното зъбно-алвеоларно движение [102].

J. S. Ribeiro et al. изследват промените в размерите на зъбните дъги с компенсаторни механизми, които се получават в резултат на

растеж и са необходими, за да се поддържа баланс между функционалните и структурните форми на лицето и съзъбието. Размерите на зъбните дъги се променят системно по време на растежа и развитието. Размерите и морфологията на зъбните дъги имат значително въздействие върху ортодонтската диагностика и планирането на лечението, засягащи наличността на място, денталната естетика, стабилността на съзъбието и перспективите за по-благоприятното му развитие [157].

Промените в размерите на зъбните дъги са проучвани от 1890 г., когато Zsigmondy използва три комплекта зъбни модели от индивидуална проба от децата на възраст от 6 до 17 години и измерва за първи път дължината на зъбните дъги [216].

Много автори проучват промените в ширините, които настъпват по време на растежа и развитието на съзъбието – едните се обединяват около правилното подреждане на отделната зъбна дъга, а другите – около стабилността на оклузията [25, 27, 28, 44, 53, 54, 57, 58, 61, 62, 65, 77, 106, 109, 111, 128, 134, 135, 138, 143, 176, 184, 185, 186, 188, 192, 200, 202, 216].

Първите изследват предимно **интерканиновата и интермоларната ширина** и изучават развитието на зъбните дъги при деца на възраст 5–8 или 9 г. Наблюдава се бързо нарастване на **интерканиновата ширина** (4 мм в горната челюст и 3 мм в долната челюст). **Интерканиновата ширина** е измерена от върха на кучешките зъби.

А другите се стремят да прогнозират как се променя оклузията. На основата на характеристиките на оклузията на временното съзъбие е възможно да се предскаже пробивът на постоянните зъби. Чрез наблюдение на горночелюстната и долночелюстната интерканинова ширина от раждането до зряла възраст в изследванията се наблюдава поведението на тези измервани параметри в различните етапи на пробива на зъбите. От направените наблюдения на растежа в тези изследвания е установено, че от раждането до 13-годишна възраст постоянно нараства широчината на горночелюстното и долночелюстното интерканиново разстояние. След тази възраст не е установено значително нарастване. Освен това авторите са установили относително слаба корелация между формата на лицето и ширината на зъбните дъги при лицата със завършен растеж. При изследване на половия диморфизъм се установява, че при жените се наблюдава разлика само при горночелюстните втори премолари, с никаква връзка в долната челюст. При мъжете корелации са открити в следните параметри:

интерканиновото разстояние и първите премолари и в двете челюсти; в разстоянието между втория премолар и първия молар.

Описаното в литературата като цяло е връзката между зъбните дъги, вида на оклузията и индивидуалния модел на растеж, пола, дефицита или наличието на място.

Цел: да се изчислят промените в интерканиновата и интермоларната ширини на зъбните дъги на лица с нормална оклузия и Angle Class I захапка по време на прехода към постоянно съзъбие и да се прецени дали формата на лицето има влияние върху нормалното развитие на зъбите и оклузията.

Методи: изследвани са 19 бразилски деца от кавказки тип на възраст между 6 и 8.6 години (T1) и от 10.10 до 14.2 години (T2). Изследвани са гипсови модели и е направена латерална цефалография.

За подбор на пациентите по профилната телерентгенография има определени изисквания: FMA, SN/GoGn, PFH/AFH, класифициране на пациентите като: **брахикефали** – стойността на FMA да не надвишава 21°; съотношението SN/GoGn да не надвишава 30°; Index greater (PFH/AFH) > 0.75; **мезокефали** – стойността на FMA да е между 21–29°; съотношението SN/GoGn да е между 30–34°; Index greater (PFH/AFH) = 0.65–0.75; **долихокефали** – над 29°; SN/GoGn да е над 34°; Index greater (PFH/AFH) < 0.65.

Авторите са доказали, че формата на лицето е съответна на ширината на ЗД. Очаквано е, че брахикефалите и долихокефалите имат различни по стойност ширини на СС и ММ.

Изследователите са установили увеличаване на ширината на зъбната дъга по време на преходния период от смесено към постоянно съзъбие, независимо от формата на лицето. Наблюдаваните промени в параметъра на максиларната моларна ширина показват корелация с формата на лицето [25, 27, 28, 44, 53, 54, 57, 58, 61, 62, 65, 77, 106, 109, 111, 128, 134, 135, 138, 143, 176, 184, 185, 186, 188, 192, 200, 202, 216].

S. Eslambolchi и кол. правят лонгитудинално проучване на струпването на долните резци, което се определя като един непрекъснат процес, но считат, че са необходими повече доказателства, за да се изучат причините за това струпване. Авторите правят проучването си на две групи пациенти – деца, които са нелекувани, и група на възрастните, а това са родителите на изследваните деца. На децата са направени 3 прегледа с регистриране на зъбните дъги, а на родителите – 2 регистрации. Изследването е продължило близо три десетилетия – 29.8 год. за децата и 33.7 год. за родителите. Всички са участвали до края на изслед-

ването. Изследваните параметри са: долночелюстна **интерканинова ширина**; долночелюстна ширина в областта на първия малък премолар; долночелюстна интермоларна ширина; определяне на неправилното положение на резеца (Little's Index); предна долно-челюстна дължина; анализ на долночелюстния фронтален участък [73].

Резултатите, които са получили авторите, са следните: струпването на долния фронт се увеличава с годините; **интерканиновото и интерпремоларното разстояние** намаляват с годините; намалява също и предната дължина. Авторите не откриват статистическа значимост на променливите между двата пола. Забелязва се по-нисък процент на струпване при майките.

Тези резултати според тях подчертават и значението на изследвания, които показват, че нелекуваните съзъбия се променят с времето. Ортодонтите и пациентите им трябва да са задължително предупредени, че ако не се спазват протоколите за ретенция, е възможно късно струпване във фронталния участък [73].

Принципът на лонгитудиналните изследвания налага да бъде направено дългосрочно наблюдение на изучавания параметър. Harris проучва твърде дългия процес на биологичното узряване, което той определя като остаряване. Често това се определя като период без промени или на бавни, слабозабележими промени. Изучаването на лицево-скелетните промени внася нови знания при проследяването на промените на размера и формата на зъбната дъга [82].

Целта на проучването е да се проследи промяната на формата и големината на зъбната дъга в дългосрочен план. Авторът прави лонгитудинално проучване на 60 възрастни пациенти с интактно съзъбие без ортодонтско лечение. Първите ортодонтски модели са взети на пациентите в стадий „млад възрастен“ на възраст 17–27 год. След дълъг период между 20–46 год. е направено повторно изследване, когато пациентите са били в стадий „възрастен“ [82].

Измерванията върху ортодонтските модели са направени от следните точки:

Горна челюст: ширина между върховете на кучешките зъби; премоларна ширина – от върховете на първите премолари; моларна ширина – от върховете на медиовестибуларните туберкули на първите молари.

Долна челюст: инцизивна точка от лингвалната страна над папилата; контактна точка между страничния резец и кучешкия зъб –

отляво и отдясно; контактна точка между първия и втория молар от вестибуларната повърхност.

От тези точки се спускат хорди – едната лингвално, а другата вестибуларно. Измерват се техните дължини: **хорда на дъгата** – от лингвалната инцизивна точка до точката между двата молара – ляво и дясно; **дължина на дъгата** – от контактната точка между страничния резец и кучешкия зъб – отляво и отдясно, до контактната точка между първия и втория молар от вестибуларната повърхност; инцизално отстояние (overjet) – от лабиалната повърхност на горния инцизив до лабиалната повърхност на долния инцизив, направен с помощта на дебеломер; инцизално покритие (overbite) – измерва се големината на покритието или липсата на такова.

Установени са следните изменения:

1. Ширината на зъбните дъги при възрастните мъже се увеличава в сравнение с ширината при жените. Промяната на **интерканиновото разстояние** е незначителна. В горната зъбна дъга практически не се установява промяна. При възрастните промяната на интерканиновото разстояние е около **0.5 мм**, значително по-малко отколкото при моларите. Страничният сегмент се променя в по-голяма степен, като най-голяма е промяната в премоларната ширина и не толкова голяма е в областта на моларите. Там промяната е около 2.4 мм. Промяната на формата на зъбните дъги с възрастта се определя като заострена, защото се наблюдава експанзия в дисталния участък. Изследваните промени на ширините са статистически значими, но при рутинен клиничен преглед трудно могат да бъдат установени.

2. Големината на интеринцизивното покритие и отстояние е средно съответно **4 и 3.5 мм**. Те остават постоянни до около 35-годишна възраст. Авторът, подобно на други изследвания, установява, че при възрастните се получава проклиниране на долните резци, а други намират, че те прорастват с годините, като при някои изобщо не се променят.

3. Промени в дължината на зъбната дъга – тя намалява с възрастта за сметка на увеличената ширина. Но намаляването е много малко – около 0.25 мм.

4. Късен растеж – промените може да се отнесат към това понятие. Но прегледите са направени само два пъти и авторът смята, че не може да се определи времево кога са настъпили промените. Може да са станали рано, може да е късен възрастов растеж, а може да е и постепенно. С помощта на корелационен индекс групата възрастни се

разделят на възрастови групи през 12 години. Измерванията, направени в млада възраст, са изходната позиция и се калкулира промяната за всяка възраст през 12 години. Авторът е установил, че промените на ширината в горното интермоларно разстояние са **2.7 мм** или **0.7 мм** за декада, или средно **0.07 мм** на година. Смята се също, че промените на зъбната дъга не са монотонни. Те могат да настъпят в ранния период на възрастен или в по-дълбока старост.

Според Harris промените на зъбната дъга в периода 20–55 години претърпяват следните промени [82]:

1. Дължината на зъбната дъга намалява значително.
2. Ширината на зъбната дъга се увеличава в областта на дисталния сегмент.
3. Минимални са промените в областта на канините.
4. Тези бавни промени на зъбната дъга нямат отражение на оклузалните съотношения, на отстоянието във фронта или на големината на покритието.

Л. Андреева прави дългосрочно проучване на промяната на интерканиновото разстояние на зъбната дъга от ранно смесено до оформено постоянно съзъбие след проведено ранно лечение с подвижни ортодонтски апарати. Част от пациентите са проследени и в късно смесено съзъбие, за да се изследва промяната на зъбната дъга със смяната на зъбите.

Изследвани са 145 деца в ранно смесено съзъбие на възраст 7–9 год., постъпили за лечение в Катедрата по ортодонтия за периода от 2003–2005 год. От тях 78 са момичета и 67 – момчета, а също така и пациенти от IЗК, IIIЗК и IIЗК с изразен недостиг на място във фронталния участък над 4 мм в горната и долната челюст. Лечението е извършено с горни и долни лингвални пластинки.

По собствена методика на авторката за биометрично изследване на интерканиновото разстояние е установено:

Измерено е интерканиновото разстояние преди и след лечението на зъбните дъги. В общия план на ортодонтското лечение подреждането на постоянните инцизиви е първият етап, защото успешно се повлияват от лечение с лингвални пластинки и сроковете на лечение са сравнително кратки – 6–9 месеца.

От тази група деца са проследени 110 в периода на късно смесено съзъбие и е контролирана смяната на временните зъби в „опорната зона“.

При окончателния пробив на постоянните канини отново са взети отпечатъци и е направено ново измерване в областта на **интерканиновото разстояние**. По методиката – на същото място на постоянния канин. Целта е да се установи каква е промяната на зъбната дъга след пробива на постоянните канини. При някои пациенти пробивът на постоянните канини е преди пробива на вторите постоянни премолари и/или вторите постоянни молари. Важно е разширението на **интерканиновото разстояние**, защото обикновено в този период на късното смесено съзъбие се преминава към втори етап от ортодонтското лечение, когато той се налага, а именно – лечение на оклузията. При подбраните пациенти е поставен апарат за лечение на дисталната и дълбока захапка. Периодът на това лечение продължава до пълното излекуване на пациента, което съвпада с окончателното оформяне на постоянното съзъбие или до влизането в оклузия на постоянните втори молари [2].

Друго, което ни интересува, е наличието на зародиши на постоянните трети молари и степента на вертикално покритие – нормално или дълбоко покритие. Последните измервания са направени на пациентите след окончателно излекуване или при необходимост да се премине към фиксирана техника след пробива на постоянните втори молари. На ортопантомография е установено наличието, посоката или липсата на зародиши на третите молари.

В оформено постоянно съзъбие пациентите са разпределени в следните групи:

- Пациенти с наличие на зародиши на 18, 28, 38 и 48 зъб с нормално покритие във вертикална посока.

- Пациенти с наличие на зародиши на 18, 28, 38 и 48 зъб с дълбоко покритие във вертикална посока.

- Пациенти с липса на зародиши на всички мъдреци или на 38 и 48 зъб с нормално покритие. Допуска се пациентите да са с наличие на един или два горни мъдреца, защото в ортодонтската философия няма категорични данни те да повлияват подреждането на горните фронтални зъби.

- Пациенти с липса на зародиши на 38 и 48 и с липса на 18 и 28 зъби или наличието им с дълбоко покритие.

От предишни изследвания в Катедрата по ортодонтия на ФДМ – София, е установено, че съществена разлика в дефицита на място в зъбната дъга при момчетата и момичетата не е установена. Резултатите от изследването показват увеличение на **интерканиновото разстояние**

в горната челюст при смяната на горните канини. Тази тенденция се потвърждава и при оформено постоянно съзъбие. Това е очакван резултат, защото нормалната им позиция е по-вестибуларно, а може тя да е и патологично променена като вестибуларно преместени или наклонени канини.

По-интересна е интерпретацията на СС в долната челюст. Като цяло тенденцията е намаляване на интерканиновото разстояние. Причините за това са различни:

- неправилна позиция на долните канини с лингвален наклон;
- ротирани долни канини поради липса на място за тях при пробив на първия постоянен премолар преди долния канин;
- при дълбоко покритие и наличие на зародиши на долните трети молари се стимулира медиализирането на зъбите и поради липса на място най-често се намалява интерканиновото разстояние;
- дълбокото покритие остава предпоставка за намаляване на интерканиновото разстояние дори и без наличието на зародиши на долните мъдреци поради остатъчния растеж на клона на долната челюст в постпубертетен период [4, 19].

Клиничните и биометричните изследвания на трансверзалния размер на зъбната дъга в периода от ранно смесено съзъбие до оформено постоянно съзъбие показват ниски стойности на увеличение. При нормалното развитие на зъбната дъга трансверзалното нарастване е **2–2.5 мм** и то само в периода на активен растеж на резците в двете челюсти, при условие, че те са правилно подредени. При все по-високия процент на ЗЧД тези и без това неголеми стойности имат тенденция да намаляват.

От направеното дългосрочно изследване (5–7 години на едни и същи зъбни дъги) можем да стигнем до следните изводи:

1. Промяната на интерканиновото разстояние при растеж се повлиява от големината на покритието.
2. Промяната на интерканиновото разстояние се повлиява от наличието на долни мъдреци.
3. Положението на постоянния канин – правилен или не, зависи от нормално покритие във фронталния участък.

Стремежът в цялостното ортодонтско лечение е да се осигури правилно положение на канините, особено долните, защото правилната им позиция в зъбната дъга позволява съзъбието да е устойчиво на естествените сили на растеж на долната челюст, които водят до промяна в позицията на долните инцизиви [137].

Изследване, направено в Университета в Айова от V. Knott за 20-годишен период. Между 1968 и 1971 г. са прегледани деца от 4 до 12 години. След 20 години е направен повторен преглед на тези лица. Тогава те се намират в началото на зрелостта (между 23 и 30 години). За всеки обект са взети отпечатъци и отлети модели и това дава възможност да се докладват промените на растежа на същите лица през период от двадесет години [109].

В това проучване се дават резултати по три ширини на всяка зъбна дъга на четири етапа на никненето на зъби. Направени са измервания на ширините на зъбните дъги на ниво гингива. Местата на измерване са:

1. Максимално праволинейно разстояние между страничните резци.
2. Максимално праволинейно разстояние между кучешките зъби.
3. Максимално праволинейно разстояние между вторите премолоари.

Измерванията са направени в двете челюсти. Съзъбието се разпределя в 4 етапа:

- Етап D (временно съзъбие). Отпечатъците са взети не по-късно от шест месеца преди смяната на временните зъби или пробива на постоянен зъб. По-голямата част от моделите са на деца на възраст между 5 и 6 години; средната възраст е 5.4 години.

- Етап M (смесено съзъбие). Отпечатъците са взети от пациенти на възраст 9 и 10 години. Критерият за избор са наличие на шест постоянни зъби (резците и първите кътници) и шест временни зъби (кучешки зъби и кътници) присъстват във всяка от двете зъбни дъги. Повечето отливки са от индивиди на възраст 9–10 години; средната възраст е 9.4 години.

- Етап P (постоянно съзъбие). Моделите са снети на пациенти с двадесет и осем постоянни зъба. Средната възраст е 13.6 години.

- Етап YA (млади възрастни). Пациентите са с налични двадесет и осем или повече постоянни зъба, непроменени десет години след етап P. Средната възраст е 25.9 години.

Пациентите не трябва да са имали ортодонтско лечение. Изследваните лица са 21 момчета и 14 момичета и са имали документи от първите три етапа. От тях 15 момчета и 11 момичета са имали отпечатъци, направени на етапа на млади възрастни. За да се увеличи размерът на извадката от етап P до етап YA, са добавени още 7 момчета и 4 момичета.

От това следва, че статистическите данни са от едни и същи субекти в степени *D*, *M* и *P*, а тези извън това са от малко по-различна група. Средните промени, изчислени за 15-те момчета и 11-те момичета между етапи *P* и *YA*, се различават с не повече от **0.1 мм** от средните изменения, изчислени за по-голямата група.

Изследваните лица са здрави индивиди от семейства над средния социално-икономически статут от северозападен европейски произход.

Всички размери са изследвани от две лица и повторени, когато има разлики от **0.3 мм** или повече между двете първоначални измервания.

Данните от резултатите показват, че:

1. Средните стойности на ширината за двата пола са еднакви.
2. При мъжете средните стойности са различни от тези на жените в предно-задна посока. В долночелюстната зъбна дъга при мъжете ширината между временните странични резци превишава тази на жените с приблизително **0.5 мм**. Ширината между кучешките зъби е по-голяма – от **1.0 до 1.5 мм**. И с около 3.0 мм между вторите временни молари или вторите постоянни премолари. В горната зъбна дъга разликите са близо **1.0, 2.5 и 3.0 мм**. Преди това се съобщава, че в моларното пространство мъжете са имали по-широки зъбни дъги, отколкото жените.

3. По време на смяната на съзъбието от временно към постоянно средното увеличение на ширината за всеки пол е между **5.5 мм и 6.0 мм** при временните горни резци; при постоянните резци това увеличение е около **3.5 мм** в долната зъбна дъга; **2.8 мм** за горната и долна челюст в областта на кучешките зъби; между **1.5 и 2.0 мм** в областта на вторите временни молари.

4. В периода от смесено съзъбие до оформянето на постоянното съзъбие (средна възраст 13.6 години) промените са следните: в размерите на долната зъбна дъга са малки за ширините между страничните резци и канините. Средната максимална ширина на вторите предкътници за мъже и жени е идентична със средната ширина при вторите временни молари около четири години по-рано. В горната зъбна дъга има намаление на средната ширина при постоянните странични резци с около **0.9 мм**. Ширината между постоянните кучешки зъби средно е близо **2.0 мм** по-голяма от тази при временните кучешките зъби. Средната ширина между вторите предкътници се увеличава спрямо ширината между вторите временни молари с **1.4 мм**.

5. Най-голямата промяна в ширината е установена в последния период (P–YA) – между ширината на долните странични резци. И при двата пола тази стойност е намаляла с **0.6 мм**.

6. През целия период от двадесет години наблюдение промяната е била в ширината на временните долночелюстни втори молари и ширината между долночелюстните втори предкътници.

За промяната на ширината на страничните резци изследователите са установили:

1. За периода от етапа на временно съзъбие (D) до превръщането му в смесено, когато постоянните резци и първите кътници са пробили (M), две трети от изследваните параметри показват увеличение между **2.5** и **4.5 мм** в долночелюстната зъбна дъга и между **5.0** и **7.5 мм** в горночелюстната.

2. От етап *M* до етап *P* във всяка зъбна дъга 80% от пациентите показват намаление в ширината при резците. В долночелюстната зъбна дъга две от промените намаляват между **0.4** и **1.3 мм**. В смесеното съзъбие се наблюдава покачване с **2.7 мм**, което подобрява подреждането на зъбите в областта на резците. И в двата етапа се забелязва намаление на струпването на резци.

3. От етапа *P* до етап *YA* за около дванадесет години има намаление на ширината в областта на долните резци за 84% от пациентите и намаляване при 70% от пациентите в областта на горните резци. Установено е, че при младите възрастни от 17 г., след това 25.5 г. и 30-годишните, средното намаление на ширината в областта на страничните резци е **0.27 мм** в долночелюстната зъбна дъга и **0.18 мм** в горночелюстната. За долночелюстната зъбна дъга съществува хипотезата, че се намалява ширината в областта на резците след възраст 17 г. Счита се, че този спад е малък.

Авторите са доказали:

1. Ширината на зъбната дъга в областта на временните кучешки зъби се увеличава с приблизително **2.8 мм** в двете зъбни дъги по време на периода на прорастване на постоянните централни и странични резци и първите кътници. В долночелюстната зъбна дъга промените варират от **1.3 до 3.8 мм**; в горната зъбна арка – от **1.2 до 4.9 мм**.

2. Интерканиновата ширина при постоянните зъби за долна челюст е с **0.34 мм** по-голяма от интерканиновата ширина при временните кучешките зъби на етап *M*; в горната зъбна арка увеличението е с **1.96 мм**. Има голяма вариация на промяна на интерканиновото разстояние в горната челюст, отколкото в долната.

3. Почти не се отчита промяна в интерканиновото разстояние на зъбната дъга след етап *P*. Диапазонът на индивидуална промяна е **от 1.6 до 1.1 мм** за всяка зъбна дъга. Що се отнася до ширината в областта на страничните резци, тя се променя от 17-годишна възраст до около десет години по-късно. В долната зъбна дъга всички промени в интерканиновото разстояние са по-малко от **0.6 мм**; в горната челюст то рядко намалява повече от долната.

Установените промени са:

1. В долночелюстната зъбна дъга най-голямата промяна настъпва по време на пробива на първите шест постоянни зъба. През този период увеличението на широчината на втория временен молар варира от **0.4 до 3.0 мм**, средно около **1.5 мм**.

2. Средната ширина в областта на вторите предкътници в етап *P* е по-различна, отколкото ширината, измерена в областта на втория временен кътник през етап *M*. Индивидуалните промени варират между -1.7 мм и 1.9 мм, като при над 75% промените са **-1,0 мм**.

3. Има слабо намаляване между етап *P* и етап *YA* в ширината на зъбната дъга в долната челюст в областта на предкътниците. При 70% от пациентите се наблюдава известно **намаляване**.

4. В горната зъбна дъга в периода на временно съзъбие (етап *D*) и смесено съзъбие (етап *M*) се регистрира намаление в областта на временните втори молари и постоянните предкътници. Индивидуалната промяна в ширината на вторите временни молари (етап *D*) и ширината на следващите постоянни зъби варира от **никаква промяна до увеличение от 5.4 мм**.

5. Повечето от промените в горночелюстната ширина в областта на вторите предкътници след етап *P* са в посока на **слабо намаление**; най-голямата положителна промяна е **0.7 мм**.

Интерканиновото разстояние от временното до постоянното съзъбие е увеличено средно около **3.2 мм**, но може да варира от **0 до 6.0 мм**. От промяната на стандартното отклонение можем да очакваме, че с 50% от времето ще се появи понижение между **2.5 и 3.9 мм** и девет пъти от десет – между **1.6 и 4.8 мм**. Така за едно дете с долночелюстна интерканинова ширина от **28.0 мм** в етап *D* девет пъти от десет сравнима мярка при постоянните кучешки зъби може да се очаква да се промени между **29.6 и 32.8 мм**. Хипотезата за нулева корелация между размера на етап *D* и промяна от етап *D* до етап *P* не може да бъде отхвърлена за четири от шестте ширини – за горночелюстната инцизивна ширина и за долночелюстната моларна ширина.

Получените данни са от изследвани три максиларни и три мандибуларни ширини на зъбните дъги в четири периода на съзъбията: временно, смесено, постоянно, постоянно съзъбие на млад възрастен. Ширините на зъбната дъга са измерени във всяка арка с линейни разстояния при временни странични резци, кучешки зъби и втори временни молари и съответните разстояния върху техните зъби заместители.

Установени са средните размери:

1. Средният размер на зъбната дъга е по-голям при мъжете, отколкото при жените; разликите в средните ширини варират от близо **0.5 мм** на долночелюстните странични резци до приблизително **3.0 мм** на горночелюстните и долночелюстните временни молари или постоянните премолари.

2. В прехода от оформено временно съзъбие на постоянно съзъбие в млада възраст средна промяна (близо **1.0 мм**) е регистрирана в ширината от долночелюстните временни втори молари до ширината на техните зъби заместители.

Анализ на промените на изследваните лица:

1. Промените между етапите на шестте ширини на денталната дъга са разпределени еднакво и за мъже и за жени.

2. За по-голямата част от лицата горночелюстната и долночелюстната ширина в постоянните странични резци намалява от периода на временно до постоянно съзъбие и от етапа на млад възрастен.

3. За повечето хора максималното интерканиново разстояние на двете зъбни дъги показва малка промяна, като след етапа на постоянно съзъбие е стабилизирано. В долночелюстната зъбна дъга увеличаването на тази ширина настъпва в най-голяма степен преди пробива на постоянните кучешки зъби.

4. Моделът на промяната в ширината на временните втори молари и техните зъби заместители, последвани от кучешките зъби, при повечето лица показва намаляване на тези размери.

5. Получените промени в ширините на всяка дъга показват, че, прогнозата е индивидуална.

II.6. Констатации и заключение от литературния обзор

Изучаването на формата на зъбната дъга е обект на емпирични проучвания на ортодонтите още в началото на развитието на специалността *ортодонтия*. След това са създадени математически модели за изучаване на различните параметри на зъбната дъга –

ширина, дължина, периметър. С развитието на диагностичните методи и изучаването на растежа и развитието на зъбната дъга натрупаните знания за промяната ѝ се увеличават. Със съвременните рентгенови диагностични методи и по-късно с усъвършенстването им с приложението на 3D диагностиката изникват други въпроси. Научното търсене на отговора какво е значението на интерканиновото разстояние за стабилността на добрия ортодонтски резултат е вълнувало изследователите с различна степен на интерес в историята на ортодонтията. Знанието за промяната на зъбната дъга с растежа и развитието ѝ ни дава информация колко можем да разчитаме на естествените сили на организма. Но развитието на лечебните методи с напредването на възрастта на ортодонтските пациенти убеждава ортодонтите, че трябва да имат постоянни репери за прогнозиране на стабилността на резултата от лечението. Един от тези отправни параметри на стабилност е **интерканиновото разстояние**.

От направеното проучване на литературата по търсения въпрос **установяваме:**

1. В повечето проучвания са проследени лица в ранно смесено съзъбие, развитието му в късно и постоянно съзъбие. Информацията е полезна, за да се види какъв е растежът на зъбната дъга.

2. Различните автори предлагат различни точки на измерване на интерканиновото разстояние.

3. Направени са лонгитудинални изследвания на промените в рамките на много години. Едни са моделирани според промяната в съзъбията, други според: възрастта, различната продължителност на изследване – 2, 6, 20 и повече години. Трети са планирани при лица на една и съща възраст в различни години. Интересни са паралелните проучвания при деца и родители.

4. Сериозни са резултатите от проучванията, направени с методите на 3D-изследванията. Те не само че позволяват да се получат резултати с висок процент на достоверност, но и да се изследват и прогнозираат топографските области, като надлъжна ос на канините, съотношенията им с оклузалната равнина, предната дължина на зъбната дъга и т.н.

5. Проучено е разширението на горната зъбна дъга с помощта на различни видове ортодонтски апарати – подвижни и фиксирани. Сравнени са с контролните групи на нелекуваните пациенти.

Наблюдението на *промените на интерканиновото разстояние на зъбната дъга* ни мотивира да направим проучвания, за да дадем отговор на *неизяснени въпроси*, каквито са:

1. След завършване на ортодонтското лечение дали са спазени критериите за добре подредени зъбни дъги, колко е оптималното **интерканиново разстояние**, което е постигнато?

2. Доколко това разстояние остава стабилно с годините и какъв е размерът на промяната му?

3. Има ли значение намаляването на броя на зъбите в зъбната дъга, т.е. при екстракционните случаи различен ли е размерът на промяната на **интерканиновото разстояние**?

4. Колко се променя **интерканиновото разстояние** според вида на съзъбието?

5. Има ли разлика в промяната на големината и стабилността на **интерканиновото разстояние** в горната и долната челюст?

6. Има ли връзка между: ширина на апикалната база, ширина на зъбната дъга и промяна на интерканиновото разстояние в горната челюст?

Отговорите на всички тези въпроси биха ни помогнали да установим дали:

1. Интерканиновото разстояние е предопределено по големина и ортодонтските действия за неговото увеличение водят до временен успех.

2. Коя челюст е подложена на по-големи промени и нестабилност.

НАУЧНИ ХИПОТЕЗИ

Отговорите на поставените по-горе въпроси ни позволяват да обосновем следните научни хипотези:

Научна хипотеза 1: интерканиновото разстояние се увеличава в края на ортодонтското лечение в сравнение с началото и в двете челюсти. След края на ретенционната фаза от 2 до 5 години има промяна на интерканиновото разстояние, като то намалява в долната челюст. В периода на късното постретенционно наблюдение над пет години след края на ретенцията на ортодонтското лечение има стабилизиране. В различните видове съзъбия има различна степен на динамика на интерканиновото разстояние.

Научна хипотеза 2: съществува ли параметър в зъбната дъга, според който може да се прогнозира колко трябва да е интерканиновото разстояние, за да са правилно подредени зъбните дъги и да останат стабилни.

Ширината на интерканиновото разстояние на пациенти с нормални зъби дъги, без ортодонтско лечение е най-стабилна в стадий „млад възрастен“.

Нашият дългогодишен клиничен опит показва, че параметрите на зъбната дъга са най-стабилни в периода на „млад възрастен“.

Основанията да бъде избрана контролна група от лица в стадий „млад възрастен“* са:

1. Съзъбието, развитието и растежът са завършени.
2. Лицето е здраво, без налични патологични промени на костта и вероятно в следващите поне две десетилетия това съотношение се запазва.

*Erikson, Erik H. Identität und Lebenszyklus. Psychological Issues, 1959, v. 1, 1.

III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Цел

Целта на настоящия научен труд е да се определи оптималното интерканиново разстояние за осигуряване на дългосрочна стабилност на горната и долна зъбна дъга след ортодонтско лечение и ретенция.

Задачи

1. Да се установи промяната на интерканиновото разстояние преди и след ортодонтското лечение с фиксирана техника.

2. Да се проследи промяната на интерканиновото разстояние от 2 до 5 години след завършване на ретенционния период на ортодонтското лечение – ранен постретенционен период.

3. Да се проследи промяната на интерканиновото разстояние повече от 5 години след завършване на ретенционния период на ортодонтското лечение – късен постретенционен период.

4. Да се проследи динамиката на интерканиновото разстояние според вида на съзъбието.

5. Да се изследва интерканиновото разстояние на правилно подредени зъбни дъги на лица в етап „млад възрастен” с интактно съзъбие, без проведено ортодонтско лечение.

6. Да се изведе зависимост между оптималната интерканинова ширина и ширината на инцизивите в горна и долна челюст, за да се запази стабилно интерканиновото разстояние.

7. Верификация на резултатите от изследванията на дългосрочно проследените пациенти спрямо изведените норми на интерканиновото разстояние . Полигон на стабилност.

СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

IV. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изследвани са гипсови модели на **458** пациенти от собствената практика на автора за период от **10 години** (2003–2013 г.). Данните са нанесени в анкетна карта (Приложение № 1).

Всички пациенти, участващи в проучването, са ортодонтски пациенти, лекувани безекстракционно, с изключение на третите молари, което е определено още при определяне на плана на лечението.

Пациентите, които са проследени в първия и втория постретенционен период, са носили ретенционни апарати по следната схема: горна челюст – подвижен ретенционен апарат – модифицирана лингвална пластинка или вакуумшина; долна челюст – фиксиран ритейнер, от кучешки до кучешки зъб. По преценка на лекаря може да има включен различен вид подвижен апарат за носене през нощта в зависимост от плана на лечението, възрастта на пациента, наличието на неправилна функция.

Материал

По задача 1

Да се установи промяната на интерканиновото разстояние преди и след ортодонтското лечение с фиксирана техника.

Измерени са **251** ортодонтски модела преди и след ортодонтското лечение. Ортодонтските пациенти са разпределени в следните групи:

I група – с постоянно съзъбие, разпределени в следните категории:

– **неоформено постоянно съзъбие** – налични всички постоянни зъби до първите постоянни молари.

– **оформено постоянно съзъбие** – налични всички постоянни зъби, включително втори постоянни молари.

– **завършено постоянно съзъбие** – наличен поне един трети молар.

II група – късно смесено съзъбие: с налични временни канини, сменени първи премолар и/или втори премолар; и/или пробиващ втори молар.

III група – ранно смесено съзъбие – с налични всички горни и долни резци и първи постоянен молар в горна и долна челюст.

По задачи 2, 3 и 4

2. Да се проследи промяната на интерканиновото разстояние от 2 до 5 години след завършване на ретенционния период на ортодонтското лечение – ранен постретенционен период.

3. Да се проследи промяната на интерканиновото разстояние повече от 5 години след завършване на ретенционния период на ортодонтското лечение – късен постретенционен период.

4. Да се проследи динамиката на интерканиновото разстояние според вида на съзъбието.

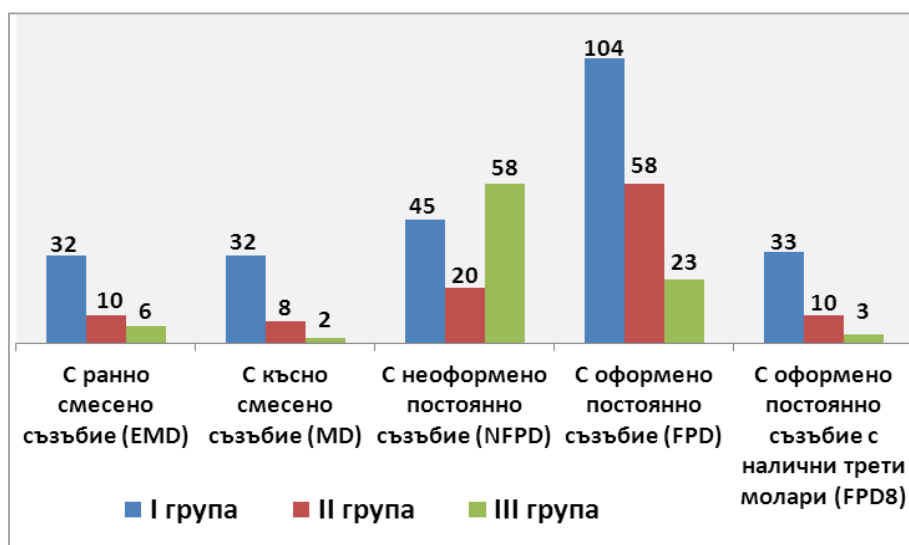
Пациентите са разпределени така:

II група – ранен постретенционен период – от 2 до 5 години след завършване на ретенционния период на ортодонтското лечение – **107**.

III група – късен постретенционен период – над 5 години след завършване на ретенционния период на ортодонтското лечение – **41**.

Общо продължително проследени пациенти – 399.

IV група – динамика на интерканиновото разстояние според съзъбието (фиг. 28):



Фиг. 28. Разпределение на пациентите по съзъбия

IV.1 група

1. С ранно смесено съзъбие (EMD) – **32**.
2. С късно смесено съзъбие (MD) – **32**.
3. С неоформено постоянно съзъбие (NFPD) – **45**.
4. С оформено постоянно съзъбие (FPD) – **104**.
5. С оформено постоянно съзъбие с налични трети молари (FPD8) – **33**.

Общ брой: 246 проследени пациенти.

IV.2 група – ранен постретенционен период

1. С ранно смесено съзъбие (EMD) – **10**.

2. С късно смесено съзъбие (MD) – 8.
3. С неоформено постоянно съзъбие (NFPD) – 20.
4. С оформено постоянно съзъбие (FPD) – 58.
5. С оформено постоянно съзъбие с налични трети молари – 10.

Общ брой: 106 проследени пациенти.

IV.3 група – късен постретенционен период

6. С ранно смесено съзъбие (EMD) – 6.
7. С късно смесено съзъбие (MD) – 2.
8. С неоформено постоянно съзъбие (NFPD) – 7.
9. С оформено постоянно съзъбие (FPD) – 23.
10. С оформено постоянно съзъбие с налични трети молари – 3.

Общ брой: 41 проследени пациенти.

Динамиката на промените на параметрите по съзъбия е проследена на 393 пациенти.

По задача 5

Да се изследва интерканиновото разстояние на правилно подредени зъбни дъги на лица в етап „млад възрастен“ с интактно съзъбие, без проведено ортодонтико лечение.

Изследвани са 32 лица на възраст от 19 до 23 години с интактни оформени постоянни съзъбия с/без пробили постоянни трети молари в горна и долна зъбна дъга (фиг. 29). Те са подбрани по следните критерии:

1. Налични всички постоянни зъби, без екстракции, хиподонтии, ретинирали зъби, фрактури на зъбите или абразирани зъби.
2. Без анамнеза за отминали вредни навици и/или неправилни функции – дишане, гълтане и говор.
3. С правилно подредени горна и долна зъбна дъга.
4. Наличие на място за всички зъби, включително и мъдреците, независимо дали те са пробили или не.
5. Завършили развитието си – в стадий „млад възрастен“.
6. Без анамнеза за наличие на отклонения в зъбните дъги по вертикална линия и общи заболявания.
7. I зъбен клас в областта на кучешките зъби задължително и първите постоянни молари. В областта на моларите се допуска отклонение в рамките на 2 мм едностранно или двустранно. Вертикално покритие до $\frac{1}{2}$ клинична корона, т.е. дълбоко покритие.



Фиг. 29. *Интактно съзъбие в стадий „млад възрастен“*

Методика

За включване в изследването по първа, втора, трета и четвърта задачи пациентите отговарят на следните **условия**:

1. Пациентите са лекувани само от един ортодонт – от автора на изследването в собствената практика. Според плана на лечението то е едноетапно или двуетапно. Независимо от колко етапа се състои лечението, в късно смесено и постоянно съзъбие то е с фиксирана техника.

2. Измерванията са направени от един изследовател – автора на изследването, с един и същ електронен шублер при трикратно измерване на параметрите.

3. Пациентите са разпределени според дефицита на място във фронталния участък.

Наличието на място е определено, когато фронталните зъби са правилно подредени в зъбната дъга.

Дефицитът на място се определя, като МДД на десните и леви фронтални зъби се нанася от инцизивната точка в дистална посока.

- а) Норма – наличие на място.
- б) Недостиг на място – **<3 мм.**
- в) Недостиг на място – **<5 мм.**
- г) Недостиг на място за: горна челюст – **5–8 мм**; за долна челюст – **4–6 мм.**
- д) Недостиг на място за горна челюст – **>8 мм**; за долна челюст – **>6 мм.**
- е) Излишък от място – наличие на диастема и трети.

4. При пациенти в различен стадий на смесено съзъбие е проведено превантивно или интерсептивно лечение.

Не участват пациенти, които имат:

- Липсващи временни и постоянни канини – било ретинирани канини или екстрахирани, без значение на причините за екстракцията и на вида на зъба – временен или постоянен.
- Хиподонтии, независимо от участъка на зъбната дъга – фронтален или страничен.

На всички пациенти са снети алгинатни отпечатьци и отлети гипсови модели в следните етапи:

1. Първи модел – диагностичен ортодонтски в началото на ортодонтското лечение, ако то е само с фиксирана техника – М1.

2. При пациентите в ранно или късно смесено съзъбие освен първият диагностичен модел е снет и междинен отпечатък преди поставянето на фиксираната техника, за да се проследи динамиката на промените в съзъбието – М2.

3. Втори модел – при завършване на ортодонтското лечение след свалянето на фиксираната техника, т.нар. завършващ ортодонтски модел – М3.

4. Трети модел – при посещение над 2 или над 5 години от края на ортодонтското лечение – модел, проследяващ промяната на параметрите – М4.

5. На контролната група също са снети отпечатьци и отлети гипсови модели – Мк.

Изборът на времето за изследване на параметрите е според етапа на ретенция – над 2 години след края на ортодонтското лечение, когато е завършил и ретенционният период на ортодонтското лечение. Тази група е определена като **група на ранна постортодонтска ретенция – 2–5 години** след края на ортодонтското лечение.

А другата група е с над 5 години постретенционен период, която сме определили като **група на късна постортодонтска ретенция над 5 години**.

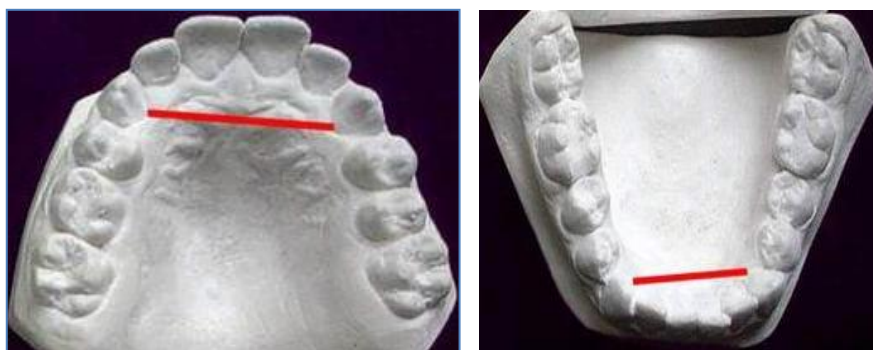
Измервани параметри

Всички измервания са направени с електронен шублер с технически параметри – resolution $\pm 1 \times 10^{-2}$, accuracy $\pm 2 \times 10^{-2}$ и са в мм (фиг. 30).



Фиг. 30. Електронен шублер

• **Интерканиново разстояние** – методиката вече е приложена от Андреева (Дисерт. за ОНС „доктор”, 2003) – избрана е най-ниската точка на гингивата по лингвалната повърхност на канина – временен или постоянен (фиг. 31).



Фиг. 31. Измерване на интерканиновото разстояние в горна и долна челюст

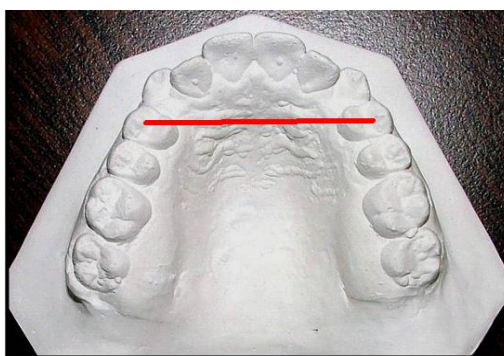
Обосновка защо е избрана тази точка. От литературния обзор става ясно, че при изследванията на интерканиновото разстояние обикновено се избира върхът на кучешкия зъб. При предишната ни разработка умишлено не сме избрали тази точка, защото при временните канини във времето, в което се прави изследването, често пъти те са абразирани или с недобре изразена анатомична форма. Освен това, когато се ползва гингивалната повърхност на канина, се запазва относителната еднаквост на мястото на измерване при временни и постоянни канини. Малпозицията на постоянните канини са вестибулопозиция предимно на горните канини и кръстосана захапка на канините. При долните канини обикновено има наклонявания в различни посоки, но гингивалната повърхност остава най-близо до постоянното си положение.

• **Апикална база на горна челюст** – този параметър се измерва по познатата методика на Апостолова и Декова в областта на fossa canina (фиг. 32) [7, 9].



Фиг. 32.
Място на измерване на апикалната база на горната ЗД

- **Ширина на горната зъбна дъга** – това е разстоянието от точката, която се намира на средата на склона по вестибуларния туберкул на левия първи горен постоянен премолар до десния (фиг. 33).



Фиг. 33. Ширина на горната ЗД (PP)

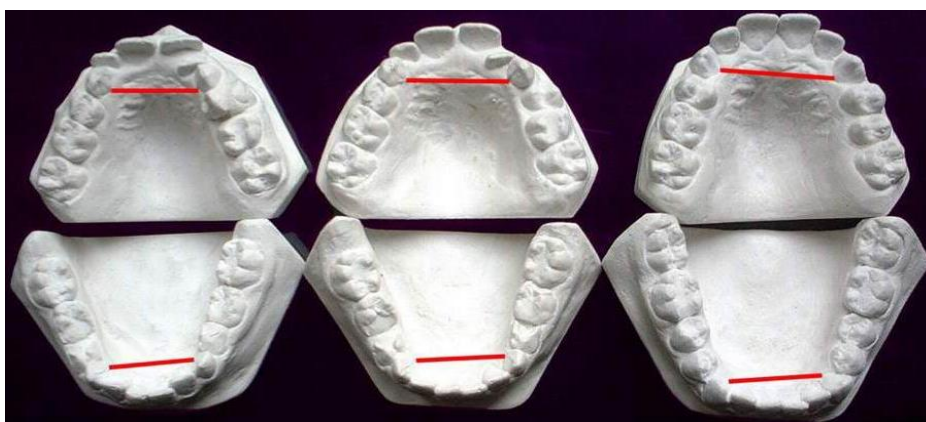
Обосновка защо се измерва съответствието на апикалната база и ширината на зъбната дъга само в горната челюст – горната челюст е подложена на повече външни фактори, които променят трансверзалния размер на горната зъбна дъга. Неотстраняването на вредните фактори или рецидивирването им могат да доведат до промяна на размера на горната челюст. Такива фактори могат да са: стоене и спане с отворена уста; запазване на инфантилното гълтане като вреден навик; хапане и смукане на устни или бузи; наличие на трети молари с неправилно положение и неотстранени по различни причини.

Растежът на лицевия скелет често не е завършен при голяма част от пациентите, когато завършва ортодонтското лечение. Той може да е благоприятен или неблагоприятен за пациента. В първия случай ние, ортодонтите, нямаме много наблюдение, защото пациентите имат стабилна оклузия и често след задължителния ретенционен период от 2 години ние не ги виждаме. Във втория случай се наблюдава промяна в размерите на фронталния участък на долната челюст по-често и/или по-рядко на горната челюст. Променят се и сагиталните, и вертикалните

параметри на оклузията. Пациентът се появява с различна степен на рецидив и тогава може да се установят промените на оклузията и отделната зъбна дъга.

Групата на наблюдаваните пациенти с над 2 години постретенционен период (по задача 2, 3 и 4) е подбрана чрез издирване на пациентите и поканване за среща. На този нерегулярен ортодонтически преглед са се отзовали 148 пациенти, от тях 107 с постретенционен период между 2 и 5 години и 41 пациенти с постретенционен период над 5 години.

На всички пациенти са взети отпечатыци и отлети гипсови модели, на които измерванията са направени с електронен шублер (фиг. 34).

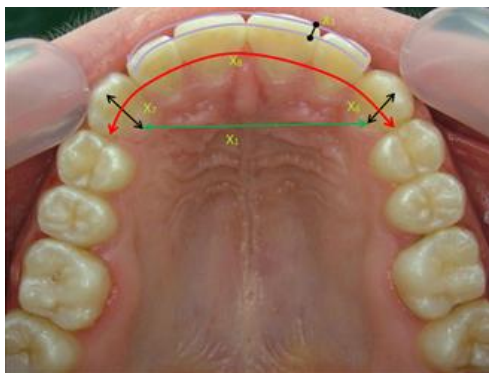


Фиг. 34. Измерване на интерканиновото разстояние в различните съзъбия

По задача 5 са направени следните измервания (фиг. 35, 36 и 37):

1. Интерканиново разстояние в горна челюст – U-CC.
2. Интерканиново разстояние в долна челюст – L-CC.
3. Сума от медиодисталните диаметри на горните инцизиви по Pont – SI.
4. Сума от медиодисталните диаметри на долните инцизиви по Moyers – Si.
5. Дебелина на режещия ръб на горен и на долен централен десен инцизив – ДРР (измерва се разстоянието от вестибуларната до лингвалната повърхност на съответния резец до 1 мм от височината на резеца).
6. Височина на горен ляв канин вестибуларно – UHVCL.
7. Височина на горен десен канин вестибуларно – UHVCR.
8. Височина на горен ляв канин лингвално – UHLCL.
9. Височина на горен десен канин лингвално – UHLCR.

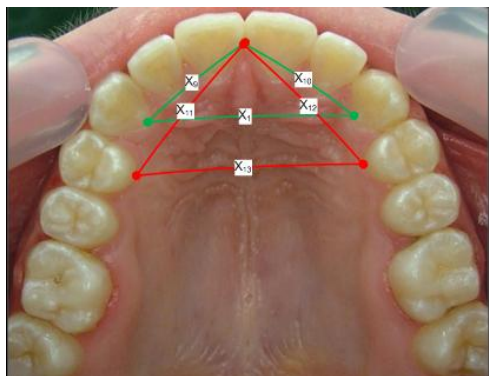
10. Височина на долен ляв канин вестибуларно – LHVCL.
11. Височина на долен десен канин вестибуларно – LHVCR.
12. Височина на долен ляв канин лингвално – LHLCL.
13. Височина на долен десен канин лингвално – LHLCR.
14. Сума от медиодисталните диаметри на горните шест зъба от кучешки до кучешки зъб лингвално – ULMDD.
15. Сума от медиодисталните диаметри на долните шест зъба от кучешки до кучешки зъб лингвално – LLMDD.
16. Разстояние от инцизивната точка, разположена палатинално, до точката на интерканиновото разстояние вдясно, същото разстояние и отляво.
17. Разстояние от инцизивната точка, разположена палатинално, до най-ниската точка гингивално на първи премолар вдясно, същото разстояние и вляво.



Фиг. 35.
Измерени точки от
палатиналната
страна



Фиг. 36.
Измерени точки от
вестибуларната
страна



Фиг. 37.
Конструирани два
триъгълника

Статистически методи¹

I. Описателна статистика

1. Едномерни честотни таблици за категорийните променливи с изчисляване на:

- Абсолютна честота – брой на валидните отговори по всяка категория на променливата.

- Относителна честота – процент на валидните отговори по всяка категория на променливата от общия брой.

- Процент от валидни отговори – процент на валидните отговори по всяка категория на променливата от броя валидни отговори.

- Кумулативен процент – натрупващ се процент от всички категории на променливата.

2. Изчисляване на мерките за централна тенденция и разсейване на количествените променливи.

- Мерки за централна тенденция – средна аритметична стойност; медиана; мода.

- Мерки за статистическо разсейване – стандартно отклонение и стандартна грешка на средната аритметична.

II. Графичен анализ:

- Кръгови и стълбовидни диаграми на разпределението за категорийните променливи.

- Хистограми на разсейването за количествените променливи.

III. Статистически метод за определяне на вида на честотното разпределение на количествените променливи: метод на Колмогоров–Смирнов.

IV. Статистически методи за определяне на разлики:

1. Проверка на статистически хипотези за разлика между средни аритметични стойности чрез параметрични методи:

- Т-критерий на Стюдънт–Фишер за зависими извадки.

- Т-критерий на Стюдънт–Фишер за независими извадки.

2. Проверка на статистически хипотези за разлика между медиани чрез непараметрични методи.

¹ Благодарност на доц. Георги Петков, математик, PhD (от 2004 г. се занимава с приложение на математически методи в медицината и с изследвания в областта на човешкия мозък), и на доц. Милена Янчева-Стойчева, дм, Медицински университет – София, Факултет по обществено здраве, Катедра по трудова медицина.

- Рангов критерий на Уилкоксън за две зависими извадки.
- Критерий на Ман–Уитни за две независими извадки.
- Критерий на Фридман за повече от две зависими извадки.
- Критерий на Крускал–Уолис за повече от две независими извадки.

Регресионен анализ: *Генерализирани линейни модели.*

Статистически тестове за значимост и проверка на хипотези: *Chi-квадрат (Chi²-statistic) и t (t-statistic), изследване на разпределението на грешката.*

Линейните регресионни модели описват линейна връзка между предсказваната величина (*отговорът Y*) и една или повече предсказващи променливи (*предиктори X*). Много пъти обаче съществуващата връзка е нелинейна. Нелинейната регресия се описва от общите нелинейни модели. Специален клас от нелинейните модели представляват т.нар. генерализирани линейни модели (*Generalised Linear Models GLM*), които използват линейни методи. Както е известно, линейните модели имат следните характеристики:

- *Отговорът* на всеки набор от стойности (*предиктори*) е с нормално разпределение със средна стойност μ .
- Вектор от коефициенти \mathbf{b} определя линейна комбинация \mathbf{Xb} върху предикторите \mathbf{X} .
- Моделът е $\mu = \mathbf{Xb}$.

В генерализираните линейни модели е включена нелинейна функция на връзката F , като по този начин горните характеристики са обобщени, както следва:

- На всеки набор от стойности за *предикторите отговорът* е с разпределение, което може да бъде *нормално, биномно, поасоново, гама, или обратно гаусово* с параметри, включващи средна стойност μ .
- Вектор от коефициенти \mathbf{b} определя линейна комбинация \mathbf{Xb} върху предикторите \mathbf{X} .
- Функция връзка F определя модела като $F(\mu) = \mathbf{Xb}$.

В работата е използван *генерализиран линеен регресионен модел* със свързваща функция **logit**: $\log(-\log(\mu)) = \mathbf{Xb}$ и биномно (*binomial*)

разпределение. За конструирания модел са изчислени следните величини:

- предсказана стойност (*estimate*) и стандартна грешка (*SE*);
- т-статистика (*t-statistic*) заедно със съответната вероятност за приемане на нулевата хипотеза (*p-value*);
- Степени на свобода на грешката, средно квадратична грешка (*Root Mean Squared Error*), *R*-квадрат на грешката без и със корекция;
- Хи-квадрат статистика за модела срещу константен модел (*Chi²-statistic vs. Constant model*) заедно със съответните вероятности за приемане на нулевата хипотеза.

В резултат на направените изчисления моделът е приет за описващ моделираните данни при условията на пи-стойностите за използваните статистики и допълнителна проверка, че разпределението на грешката съвпада с нормалното разпределение при съответното ниво на доверие.

Аналитични методи:

1. **Приближаване на функции по експериментални данни:** кубични сплайн функции.
2. **Декомпозиция на функции:** трансформация на Хилберт–Хуанг.

За представяне на емпиричните данни във вид на непрекъснати функции е използвана апроксимация с кубични сплайн функции, върху която е приложена **ННТ** – трансформацията на Хилберт–Хуанг¹ **ННТ** е съвсем нов математически метод, предложен и доусъвършенстван от Хуанг и негови колеги от НАСА през (1996–2012) и с огромно приложение в различни области на науката. Трансформацията на Хилберт–Хуанг представлява емпирично разлагане и спектрален анализ на функции, запазвайки честотните им характеристики. **ННТ** осигурява нов метод за анализиране на нестационарни и нелинейни динамични данни. В работата е използвана само първата декомпозиционна компонента от трансформацията, тъй като тя съдържа най-голяма част от информацията за разглежданите данни.

¹ David Hilbert – немски математик. Norden E. Huang – тайландски математик.

V. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

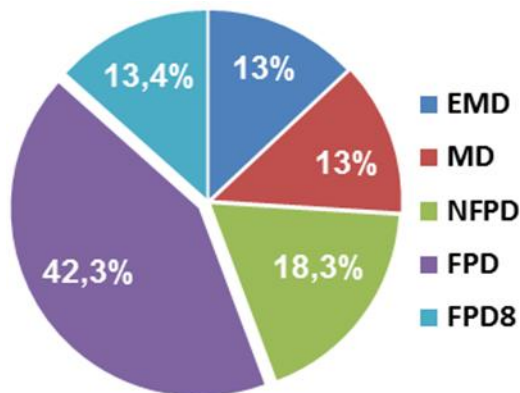
По задача 1.

Да се установи промяната на интерканиновото разстояние преди и след ортодонтското лечение с фиксирана техника.

Изследвани са началните и крайни модели на **251** пациенти, лекувани с фиксирана техника. От тях по различни причини са отпаднали 5 пациенти, така че участниците в изследването са **246**. Изследваните модели са в различни съзъбия.

От прегледаната документация е установен броят на пациентите, които са имали интерсептивно лечение като подготвителен етап и са започнали лечението в смесено съзъбие. От направеното разпределение по съзъбия са получени следните данни (фиг. 38):

1. С ранно смесено съзъбие (EMD) – **32** пациенти.
2. С късно смесено съзъбие (MD) – **32** пациенти.
3. С неоформено постоянно съзъбие (NFPD) – **45** пациенти.
4. С оформено постоянно съзъбие (FPD) – **104** пациенти.
5. С оформено постоянно съзъбие с налични трети молари (FPD8) – **33** пациенти.

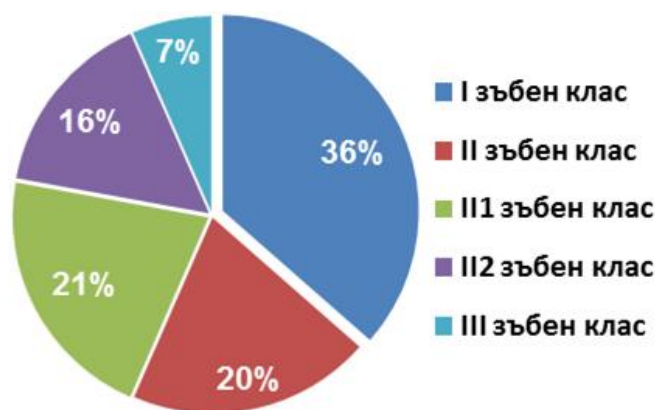


Фиг. 38. Разпределение на изследваните лица по съзъбие

Изследваните лица са разпределени по зъбни класове, като е направено диференциране на II зъбен клас, тъй като пациентите са най-много (фиг. 39).

Пациентите са разпределени според наличието/липсата на място във фронталния участък на зъбната дъга:

- | | |
|----------------|-------|
| I зъбен клас | – 89. |
| II зъбен клас | – 49. |
| III зъбен клас | – 52. |
| IV зъбен клас | – 38. |
| V зъбен клас | – 16. |

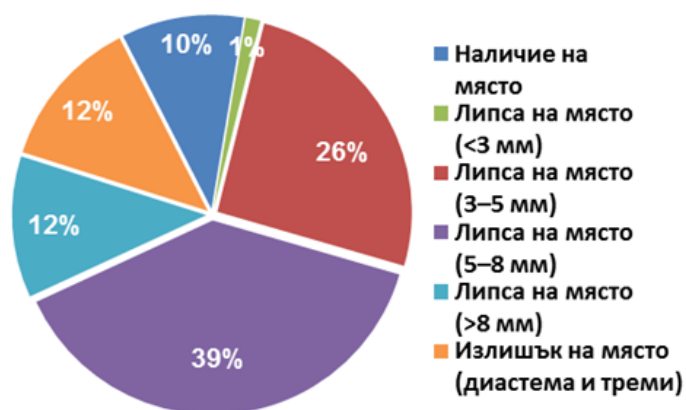


Фиг. 39. Разпределение на ЗЧД по класове

Разпределението на изследваните лица според наличието/липсата на място във фронталния участък на зъбната дъга е извършено по следния начин: за горна и за долна челюст.

За горна челюст (фиг. 40):

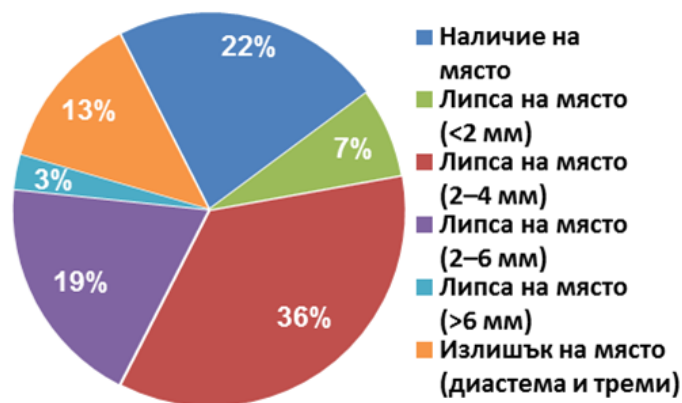
Наличие на място	– 25.
Липса на място (<3 мм)	– 3.
Липса на място (3–5 мм)	– 63.
Липса на място (5–8 мм)	– 95.
Липса на място (>8 мм)	– 29.
Излишък на място (диастема и трем)	– 31.



Фиг. 40. Разпределение на изследваните лица според наличието/липсата на място във фронталния участък на ЗД (горна челюст)

За долна челюст (фиг. 41):

Наличие на място	– 55.
Липса на място (<2 мм)	– 18.
Липса на място (2–4 мм)	– 87.
Липса на място (2–6 мм)	– 47.
Липса на място (>6 мм)	– 7.
Излишък на място (диастема и трем)	– 32.



Фиг. 41. Разпределение на изследваните лица според наличието/липсата на място във фронталния участък на ЗД (долна челюст)

Данните от направените измервания показват, че средната ширина на интерканиновото разстояние в горна ЗД е **23,98 мм** преди началото на ортодонтичното лечение. Промяната на изследваното разстояние след ортодонтичното лечение е само с **0,71 ±3,35 мм (p=0,001)**, в края на ортодонтичното лечение СС в горна ЗД е **24,70 мм** (табл. 6 и фиг. 42).

Табл. 6. Промяна на СС в горна челюст от началото до края на ортодонтичното лечение

Горна челюст					
Показател \ Стойност	Брой	Средна ширина	Средно отклонение	Стандартна грешка	Z
Начало на лечението	246	23,98	4,00	0,255	1,061
Край на лечението	246	24,70	2,09	0,133	0,950



Фиг. 42. Промяна на СС в горна челюст от началото до края на ортодонтичното лечение

На таблица 7 и фигура 43 са представени резултатите от изследването на долни модели на пациенти в началото и в края на

ортодонтоското лечение. Нарастването на СС в долна челюст е от **18,88** до **20,52 мм**, т.е. увеличението на дистанцията е с **1,64 ±1,12 мм** ($p < 0,001$).

Табл. 7. Промяна на СС в долна челюст от началото до края на ортодонтоското лечение

Долна челюст				
Показател \ Стойност	Брой	Средна големина	Средно отклонение	Стандартна грешка
Начало на лечението	245	18,88	3,127	0,199
Край на лечението	245	20,52	2,011	0,128



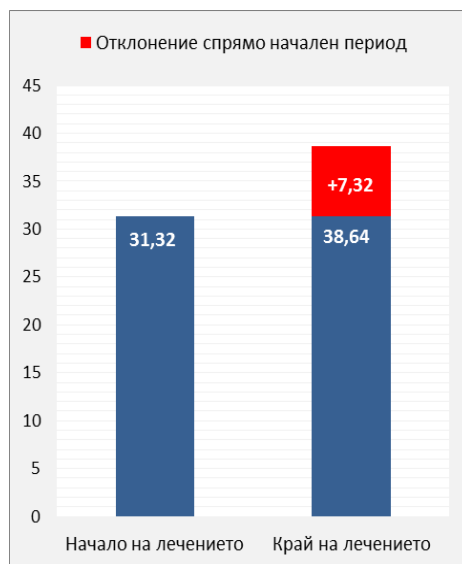
Фиг. 43. Промяна на СС в долна челюст от началото до края на ортодонтоското лечение

Изследването на **ширината на зъбната дъга (PP)** в горна челюст показва увеличение с **7,32 мм** ($p < 0,001$). То може да се определи като значимо разширение (табл. 8 и фиг. 44).

От направеното статистическо разпределение се установява, че в **221 (89,43%)** случая крайната ширина на ЗД се е увеличила спрямо началната, т.е. получава се значително разширение, което се дължи на оформянето на периметъра на горната ЗД. Намаляване на ширината на ЗД се наблюдава в **25 случая (10,16%)**. Вероятното обяснение на това явление по-скоро не е компримирането на ЗД, а заемането на правилна позиция на горен първи премолар, откъдето е измерването на дъгата. Неправилно положение на този зъб би могло да бъде по-вестибуларният му пробив, който се наблюдава при пациенти със смесено съзъбие, когато персистира временният първи молар, или неправилното положение на първия премолар в ЗД.

Табл. 8. Промяна на ширината на ЗД в горна челюст от началото до края на ортодонтското лечение

Показател \ Стойност	Брой	Средна големина	Средно отклонение	Стандартна грешка
Начало на лечението	246	31,32	12,42	0,792
Край на лечението	246	38,67	2,23	0,142

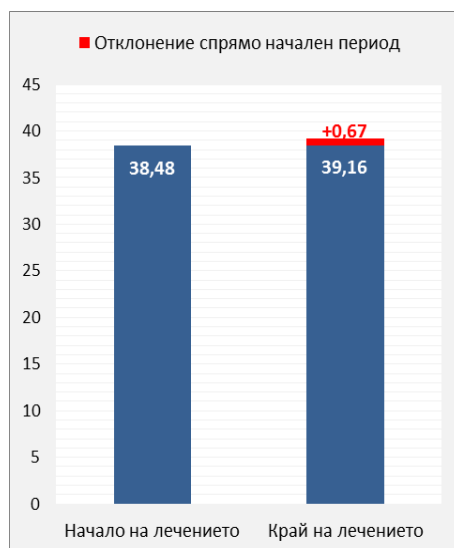


Фиг. 44. Промяна на ширината на ЗД в горна челюст от началото до края на ортодонтското лечение

Апикалната база (АБ) също претърпява промени, защото **86,58%** от изследваните пациенти в тази група са с незавършила развитието си апикална база. Апикалната база се увеличава статистически значимо от **38,48 на 39,16 мм ±4,49 (p<0,001)**. Разгледани са случаите, при които има увеличение на АБ от началото на лечението, сравнено с края на лечението, и те са **169 (68,69%), около 2/3** от случаите. То е обяснимо предвид възрастта, в която е проведено ортодонтското лечение. В 1/3 от случаите АБ е намаляла. Случаите са **77 (30,89%)**. Обяснението е, че това са пациентите, при които е била оформена АБ. И само при един случай АБ е еднаква в началото и в края на ортодонтското лечение **(0,42%)** (табл. 9 и фиг. 45).

Табл. 9. Промяна на ширината на АБ от началото до края на ортодонтското лечение

Показател \ Стойност	Брой	Средна големина	Средно отклонение	Стандартна грешка
Начало на лечението	246	38,48	3,13	0,199
Край на лечението	246	39,16	4,49	0,286

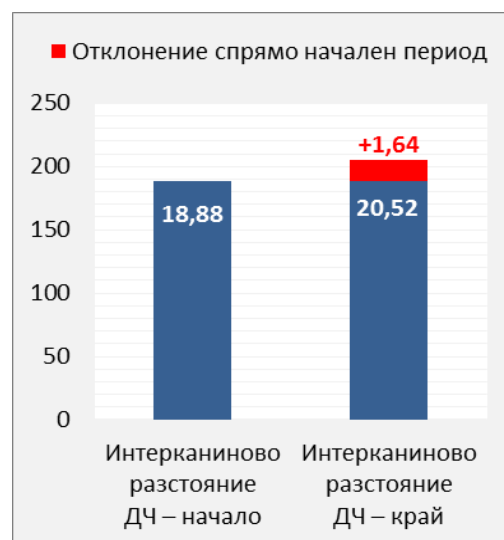


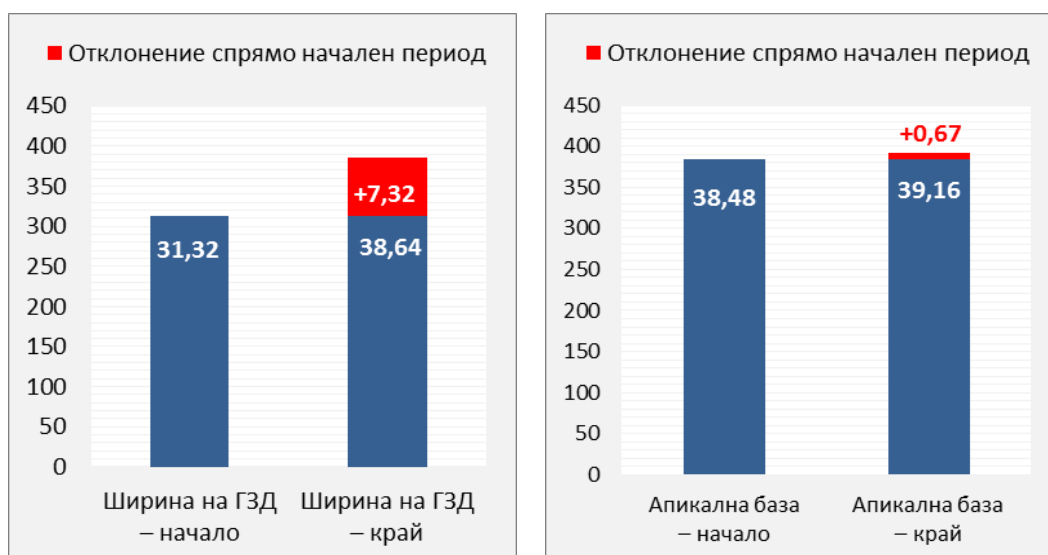
Фиг. 45. Промяна на ширината на АБ от началото до края на ортодонтичното лечение

На таблица 10 и фигура 46 са показани промените, които настъпват с ортодонтичното лечение с фиксирана техника. Всички те са статистически значими. Като заключение може да се каже, че параметрите се увеличават.

Табл. 10. Промяна на изследваните параметри от началото до края на ортодонтичното лечение

	СС горна челюст		СС долна челюст		Ширина на горна ЗД		Апикална база	
	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край	Начало	Край
Брой	246	246	245	245	246	246	246	246
Средна стойност	23,98	24,70	18,88	20,52	31,32	38,64	38,48	39,16
Промяна	0,71		1,64		7,32		0,67	





Фиг. 46. Промяна на изследваните параметри от началото до края на ортодонтичното лечение

Това е реалният клиничен резултат от проведеното ортодонтично лечение, защото крайните модели са снети в момента на свалянето на фиксирания апарат.

На таблица 11 е представено цифровото изражение на промените на интерканиновото разстояние преди и след края на ортодонтичното лечение с фиксирана техника в горната зъбна дъга.

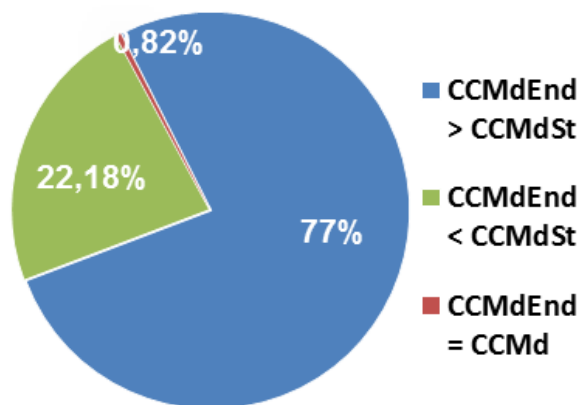
Табл. 11. Промяна на СС от началото до края на ортодонтичното лечение в горна челюст

Показател \ Стойност	Средна разлика	Стандартно отклонение	Доверителен индекс (95% най-висок)	Доверителен индекс (95% най-нисък)
ССMxSt – ССMxEnd	0,71	3,35	-0,29	-1,13

В таблица 12 и фигура 47 е представена промяната на интерканиновата ширина на долната ЗД – в около $\frac{3}{4}$ от изследваните долни ЗД интерканиновото разстояние се е увеличило статистически значимо, което е очаквано и нормално за възрастта на пациентите и за избора на ортодонтично лечение. Интересен е фактът, че при $\frac{1}{4}$ от изследваните долни ЗД се наблюдава намаление на интерканиновото разстояние от началното положение. Обяснението е, че вероятно при тези клинични случаи долните канини са били в неправилно по-вестибуларно разположение и при подреждане на зъбната дъга те са въведени в нея, с което разстоянието между тях е намаляло. И само в един случай те са останали на мястото си.

Табл. 12. Рангово разпределение на СС в долна челюст

Показател	Стойност	Брой	%	Z	P
CCMdEnd > CCMdSt		188	77,00		
CCMdEnd < CCMdSt		56	22,18	9,682	<0,001
CCMdEnd = CCMd		1	0,82		



Фиг. 47. Рангово разпределение на СС в долна челюст

Обсъждане на резултатите

Целите на ортодонтското лечение в отделната зъбна дъга с фиксирана техника са следните:

1. Да се оформи правилен периметър на зъбната дъга.
2. Да се нормализира положението на отделния зъб в трите равнини.
3. Да се възстановят или подобрят сагиталната и трансверзалната компенсаторни криви (Spee и Wilson).

Подреждането на зъбите се извършва в алвеоларната кост. Тя има своите ограничителни параметри на промяна, т.е. тя се явява като рамка, на която може да се повлияе до ограничени размери. Проведено е наблюдение на 246 пациенти в различни съзъбия – ранно смесено, късно смесено, неоформено постоянно, оформено постоянно и оформено постоянно с наличие на поне един трети молар. Пациентите са в различни фази. Едни са във фаза на предпубертетен растеж, други във фаза на активен пубертетен растеж, трети във фаза на завършено развитие. На същинското ортодонтско лечение при пациентите е повлиял в различна степен активният растеж.

Установено е общо увеличение на СС за горната зъбна дъга с по-малко от 1 мм (**0,72 ± 3,35 мм**), но с по-голяма разлика между най-ниската и най-високата стойност. Обяснението на този факт е

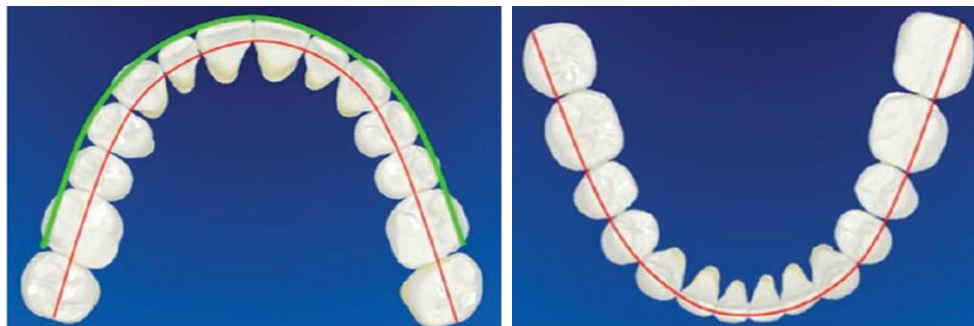
различният план на лечение, съобразен с вида на ЗЧД. Доказано е, че дефицитът на място в горната челюст процентно е при около половината от децата със смесено съзъбие, като няма разлика между момчета и момичета. При момчетата и момичетата на възраст 6–11 г. дефицитът на място е при повече от половината пациенти (57%) [1]. Много често в горната челюст е проведено интерсептивно лечение или ортодонтско увеличение на зъбната дъга чрез подвижни или фиксирани апарати като подготвителен етап на лечение. Те са повлияли на зъбно-алвеоларното ниво. Лечението с фиксирана техника се явява втори етап, свързан с нивелацията на зъбите във вече създаденото и стабилизирано място за тях. Данните от изследванията в настоящото научно проучване са близки с тези на други изследователи [141, 169].

Промените на долната зъбна дъга са следните: **увеличението на СС е по-голямо с $1,64 \pm 1,12$ мм**, диапазонът на промяна е по-малък – варира с **$\pm 1,12$ мм**. Обяснението на този факт се крие в плана на лечение. Наши изследвания от предишни години доказват, че дефицитът на място във фронталния участък на долната ЗД е по-голям отколкото в горната и при момчета, и при момичета, с малка разлика между тях – съответно 66 и 63% [1]. Анатомичната структура на долната зъбна дъга дава отговор на установения резултат. Долните постоянни инцизиви са по-малки от горните, а „опорната зона” в долната ЗД е по-голяма от зъбите заместители. Това позволява на ортодонтите да използват физиологичния потенциал за осигуряване на място в долната зъбна дъга.

Важен фактор освен това е различната степен на вертикално покритие. То също има особено важно отношение към намаленото място във фронталния участък на долната ЗД. При дълбоко и повече от $\frac{1}{2}$ покритие горната челюст не позволява на естествения растеж да се прояви. Долната ЗД и особено нейният фронтален участък се блокира от похлупващата я горна челюст. Осигуряването на нормално нарастване в долната ЗД, т.е. повдигането на захапката, но не с цел лечение във вертикална посока, а с цел отстраняване на нейното блокиране, често пъти е достатъчно, за да се увеличи интерканиновата дистанция.

Данните от изследванията съвпадат с тези на други автори в твърдението, че СС се променя много малко с годините на растеж [44,

82, 84, 87, 116, 183]. Подреждането на ЗД с правилен периметър и оформянето на симетричната елипса за горната зъбна дъга и парабола за долната зъбна дъга осигуряват до голяма степен необходимото място за зъбите (фиг. 48) [15, 16, 17, 146].



Фиг. 48. Симетрия на горната и долната ЗД

Осигуряването на симетрия на зъбната дъга определя правилното подреждане на зъбите. Безспорно използваната фиксирана апаратура осигурява възстановяването на правилните анатомични съотношения.

Следващият параметър, който ни интересува, е ширината на горната ЗД. Основанието да се изследва **ширината** само на горната зъбна дъга се определя от целта да се проследи промяната в апикалната база на горната челюст. Големината на тези два параметъра в горната ЗД често пъти е недостатъчна като размер и не съответства по големина. Анатомията на горната челюст и влиянието на външните фактори, като вредните навици, са честа причина за отклоняване на правилната форма и големина на ЗД. Те са етиологични фактори, които заемат важна роля в ортодонтията.

Промяната в ширината на горната ЗД в хода на ортодонтското лечение с фиксирана техника е значителна (**7,32 мм**). Това сериозно разширение се потвърждава и от други автори [88]. В края на ортодонтското лечение за симетрично оформяне на периметъра на горната ЗД влияят и следните фактори:

- √ Първият безспорно е растежът.
- √ Вторият е въвеждането на зъбите в ЗД и ориентирането им в трите реда, за да се постигне идеалната ЗД.
- √ Третият е разширението на ЗД.
- √ Четвъртият е нормализирането на положението на зъбите до правилни апроксимални контакти.

Събрани всички заедно, в повечето случаи те осигуряват достатъчно място и анатомично правилен периметър на ЗД.

Проследен е параметърът **апикална база** в горната ЗД. Мнението, че нейната големина е важен фактор за стабилността на лечебния резултат, се основава на факта, че правилно подредената ЗД има и правилно оформена АБ. Наличието на място за корените на горните зъби, особено на канина, осигурява стабилния резултат на ортодонтското лечение. Изследваните ортодонтски пациенти са в различна фаза на растеж и с различна степен на оформена АБ. За нас като изследователи това, което ни интересува, е какви са промените на тази анатомична структура на горната челюст с промяната на съзъбието и как влияе ортодонтското лечение на нейната ширина. Нарастването на АБ е в периода на оформяне на корените на страничните зъби. Една част от нашите пациенти са в тази фаза на развитие. При други този период е в края си или е отминал. Отчитайки възрастовите промени, които влияят на горната ЗД, ние искаме да установим с колко ортодонтското лечение може да повлияе на тази важна и слабо податлива на ортодонтско влияние анатомична структура.

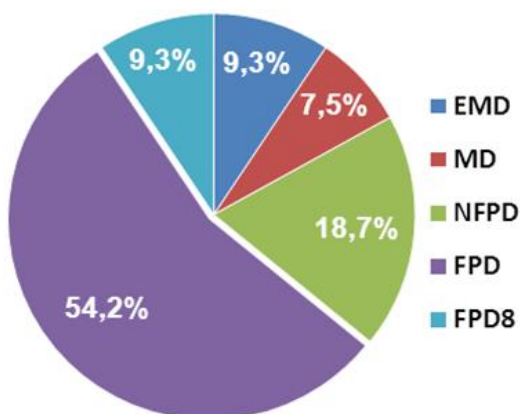
От изследванията на промяната на **апикалната база** на горната челюст се установява следното: апикалната база се променя в края на ортодонтското лечение с неголеми стойности (**0,67 мм**). Това е средната стойност на нейната промяна. Нашите данни можем да сравним само с тези от направените у нас изследвания на Св. Йорданова [7].

По задача 2.

Да се проследи промяната на интерканиновото разстояние от 2 до 5 години след завършване на ретенционния период на ортодонтичното лечение – ранен постретенционен период.

Изследвани са моделите на общо **107** пациенти, на които е завършила ретенционната фаза от ортодонтичното лечение. В хода на изследването един модел е отпаднал. Изследваните лица са с различни съзъбия. От направеното разпределение по съзъбия са получени следните данни (фиг. 49):

1. С ранно смесено съзъбие (EMD) – **10** пациенти.
2. С късно смесено съзъбие (MD) – **8** пациенти.
3. С неоформено постоянно съзъбие (NFPD) – **20** пациенти.
4. С оформено постоянно съзъбие (FPD) – **58** пациенти.
5. С оформено постоянно съзъбие с налични трети молари (FPD8) – **10** пациенти.



Фиг. 49. Разпределение на изследваните лица по съзъбия

Резултатите, получени след измерването на **интерканиновото разстояние в горната челюст** преди и след края на ортодонтичното лечение и след завършване на ретенционния период са представени на таблица 13 и фигура 50.

От представените данни се наблюдава постепенно увеличение, което е статистически значимо ($p < 0,001$). От началото на лечението средно СС е **24,70 мм**, в края на лечението е **25,61 мм**. След 2 години ретенционен период интерканиновото разстояние се увеличава до **26,03 мм**. Наблюдава се увеличение на изследваната дистанция с около **0,5 мм**.

Табл. 13. Промяна на СС на горната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционния период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxSt	107	24,70	4,16	0,402
CCMxEnd	107	25,61	2,02	0,195
CCMxR2	107	26,03	1,75	0,168



Фиг. 50. Промяна на СС на горната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

На таблица 14 и фигура 51 е представена промяната на **интерканиновото разстояние в горната челюст** от стартирането до края на ортодонтското лечение и след завършване на ретенционния период. Нарастването на СС след края на ортодонтското лечение е с **0,91 мм**. След края на ретенционния период се е променило с близо **0,5 мм (0,42 мм)**. Или общата промяна от началото на лечението до периода след края на ретенцията е **1,33 мм**.

Табл. 14. Промяна на СС на горната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Стойност Показател	Бр.	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка	Z
CCMxDifEnd/St	107	0,91	1,10	4,11	0,397	1,330
CCMxDifR2/End	107	0,42	0,16	1,69	0,164	1,006
CCMxDifR2/St	107	1,33	1,70	4,29	0,414	1,346



Фиг. 51. Промяна на СС на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Промени на интерканиновото разстояние на зъбната дъга в **долна челюст**: средна ширина на СС в началото на ортодонтичното лечение – **19,66 ±2,59** до **21,47 ±2,08** в края на ортодонтичното лечение, до **21,67 ±2,82** след ретенцията. От представените данни се наблюдава последователно увеличение, което е статистически значимо (**p<0,001**) (табл. 15 и фиг. 52).

Табл. 15. Промяна на СС на долната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdSt	107	19,66	2,59	0,251
CCMdEnd	107	21,47	2,08	0,201
CCMdR2	107	21,67	2,82	0,273

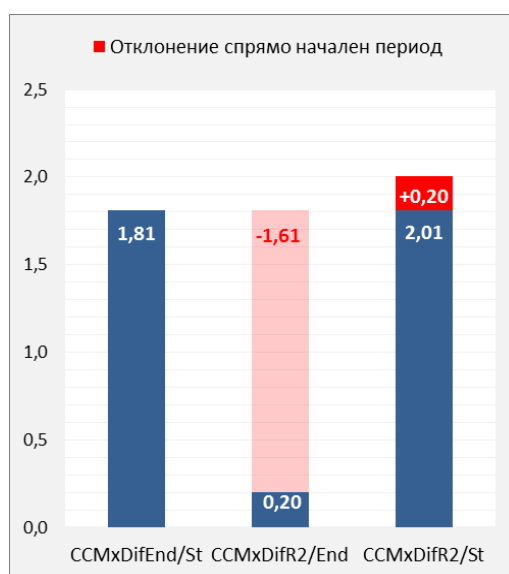


Фиг. 52. Промяна на СС на долната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Средната промяна на ширината на интерканиновото разстояние на долната зъбна дъга от началото на лечението до края на ретенционния период е представена на таблица 16 и фигура 53. От началото на ортодонтското лечение до неговото завършване интерканиновото разстояние се увеличава с **1,81 ±2,28 мм**. От края на ортодонтското лечение до завършването на ретенцията е по-малко от 0,5 мм (**0,20 ±3,05 мм**). От началото на лечението до края на ретенционния период, т.е. между 4–7 год., промяната е от **2,01 ±3,40 мм**.

Табл. 16. Промяна на СС на долната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка	Z
CCMdDifEnd/St	107	1,81	1,91	2,28	0,220	0,832
CCMdDifR2/End	107	0,20	0,31	3,05	0,295	1,790
CCMdDifR2/St	107	2,01	2,30	3,40	0,329	1,327



Фиг. 53. Промяна в СС на долната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Ширината на зъбната дъга се променя значително. Средната стойност е **33,48 ±10,01 мм** в началото на ортодонтското лечение. Наблюдава се сериозно средно отклонение. Обяснението е различната степен на компресия на лекуваните пациенти и нашата цел не е да се отчита имало ли е предварително някакво разширение. РР се увеличава до **39,49 ±1,94 мм**, след което следва минимален спад до **39,31 ±2,75 мм** (табл. 17 и фиг. 54).

Табл. 17. Промяна на ширината на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Стойност / Показател	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
PPSt	107	33,48	10,01	0,967
PPEnd	107	39,49	1,94	0,188
PPR2	107	39,31	2,75	0,266



Фиг. 54. Промяна на ширината на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

От данните от изследването на ранговото разпределение на ширината на горната зъбна дъга се установяват следните промени: от началото до края на лечението увеличението на ширината на горната зъбна дъга е с **1,17 мм**. След 2 години ретенция се наблюдава нарастване на ширината на горната зъбна дъга с **2,69 мм**. Но от началото на лечението до завършване на периода на ретенция промяната в милиметри намалява – с **2,14 мм**. Има статистически значимо нарастване на медианите ($\chi^2 = 20.379$, $p < 0.001$).

На табл. 18 и фиг. 55 е представена промяната на РР.

Табл. 18. Промяна на ширината на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Стойност / Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка	Z
PPDifEnd/St	107	6,01	3,60	9,95	0,962	3,379
PPDifR2/End	107	-0,18	-0,27	2,14	0,206	3,337
PPDifR2/St	107	5,83	3,13	10,24	0,989	3,455



Фиг. 55. Промяна на ширината на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Средно ширината на зъбната дъга се увеличава с **6,01 ±9,95 мм**. В края на ретенционния период се наблюдава незначително намаление от **0,18 мм**. Увеличението на ширината на зъбната дъга е значително – близо **6 мм**.

Следващият параметър, който сме изследвали, е **ширината на апикалната база на горната зъбна дъга** в началото и в края на лечението и след завършване на ретенционния период – от **39,20** в началото до **40,44 мм** в края на ортодонтичното лечение. Наблюдава се минимално намаление до **39,40 мм** след края на ретенционния период. Получените данни са статистически значими (**p<0,001**) (табл. 19, фиг. 56).

Табл. 19. Промяна на ширината на АБ на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Параметър \ Стойност	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABSt	107	39,20	3,04	0,294
ABEnd	107	40,44	2,84	0,275
ABR2	107	39,40	3,21	0,309



Фиг. 56. Промяна на ширината на АБ на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Ранговото разпределение показва голямо нарастване на апикалната база в края на ортодонтичното лечение, след което слабо намалява. Апикалната база от началото до края на лечението нараства с **2,50 мм**, но общата промяна от началото на лечението до края на ретенционния период е **1,80 мм**.

Обяснението на нарастването на АБ по време на ортодонтичното лечение може би е, че изследването е направено средно за всички съзъбия. Нормално е, когато не е завършило развитието, да има увеличение на АБ, но в тази група има и пациенти със завършило развитие.

На таблица 20 и на фигура 57 е представена средната промяна на ширината на апикалната база.

От началото на ортодонтичното лечение до неговото завършване средното увеличение е **1,24 ±2,26 мм**. От края на лечението до завършването на ретенционния период се наблюдава намаление на ширината на апикалната база с около **1 мм**. И цялостната промяна на апикалната база е минимална – **0,20 ±2,35 мм**.

Табл. 20. Промяна на средната ширина на АБ от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка	Z
ABDifEnd/St	107	1,24	1,41	2,26	0,218	0,602
ABDifR2/End	107	-1,04	-0,62	2,17	0,210	1,227
ABDifR2/St	107	0,20	0,13	2,35	0,227	0,442



Фиг. 57. Промяна на средната ширина на АБ от началото до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Обсъждане на резултатите

За всеки ортодонт процесът на задържане на добрия лечебен резултат е търсен и желан, но също така всеки ортодонт знае, че той е труднодостижим. Дългият период на ортодонтична ретенция няма категорични постулати колко трябва да бъде. В нашата ортодонтична практика периодът на ретенция е определен да е равен на периода на лечение с фиксирана техника. Средният период на ортодонтично лечение с фиксирана техника е около 2 години. Затова ние прилагаме двугодишен период на ретенция.

В тази изследователска задача са представени данни на пациенти, които са завършили ретенцията на ортодонтичното лечение. Всички те са над 2 от края на лечението си с фиксирана техника до 5 години след завършването му. Избран е петгодишен период да е краят на наблюдение на тази група по принципа на диспансерните групи. В медицинската практика се смята, че изминат ли пет години след определено лечение, то пациентът е излекуван.

Получените резултати от проучените четири параметъра след 2 години от края на лечението, т.е. след завършения ретенционен период до 5 години след края на лечението, показват дали продължават промените.

Каква е констатацията от това проучване. Ортодонтичното лечение и всички фактори, влияещи на симетричното оформяне на ЗД, променят

СС в горната челюст с **0,91 мм**. В периода след ретенцията се установява, че СС в горната зъбна дъга се е променило с **0,41 мм**, т.е. независимо от приключилите ортодонтични движения съществува движение в областта на СС. Според нас това нарастване се обяснява с наличието на остатъчен растеж, защото повечето пациенти са приключили лечението и ретенцията си преди настъпването на късния остатъчен растеж. Така че тази промяна от **0,5 мм** се дължи на него.

В долната ЗД също има промяна след времето на завършилата ретенция, но промяната на СС е още по-малка – **0,19 мм**. Значително по-малка от тази в горната челюст.

Промените в ширината на горната ЗД са следните: цялостното нарастване на ширината е **6,01 мм**. След края на ретенционния период се наблюдава слабо, но статистически значимо **намаляване** на ширината на ЗД от **0,18 мм**. Това слабо намаляване на ширината няма клинично значение, защото не се променят туберкулно-фисурните сключвания. Обяснението е, че след свалянето на фиксирания апарат има незначително връщане на зъбите в премоларната област лингвално. Установяваме разширение на зъбната дъга, което остава стабилно като размер и след завършване на ретенционния период от **6 мм**. Такова изследване на ширината на ЗД, но в областта на моларите потвърждава увеличението ѝ [88].

Подобни са промените на **апикалната база**. Общото ѝ нарастване в края на лечението е **1,24 мм**. Обяснимо е нарастването в периода на оформяне на корените на зъбите. В края на ретенционния период се наблюдава намаление от **1,04 мм**, или цялостната промяна на АБ от началото на лечението до завършен ретенционен период е **0,20 мм**. Нарастването на апикалната база се дължи на растежа и оформянето на корените на зъбите. Най-активното ѝ нарастване е само в този период, след това наполовина се намалява.

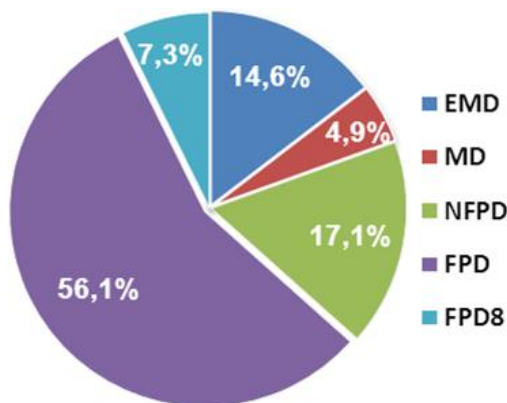
По задача 3.

Да се проследи промяната на интерканиновото разстояние повече от 5 години след завършване на ретенционния период на ортодонтското лечение – късен постретенционен период.

В настоящото проучване са взели участие **41** лица, бивши пациенти от ортодонтската практика на автора. От данните на получените резултати при изпълнението на тази задача установяваме какви са размерите на четирите изследвани параметъра: интерканиново разстояние в горна и долна зъбна дъга, ширина на горна зъбна дъга и апикална база на горна зъбна дъга. Времето за проследяване на пациентите е над 5 години след завършване на ортодонтската ретенция и 8 години след края на ортодонтското лечение.

Разпределението на пациентите по започнато лечение по съзъбия е следното (фиг. 58):

1. С ранно смесено съзъбие (EMD) – **6**.
2. С късно смесено съзъбие (MD) – **2**.
3. С неоформено постоянно съзъбие (NFPD) – **7**.
4. С оформено постоянно съзъбие (FPD) – **23**.
5. С оформено постоянно съзъбие с налични трети молари (FPD8) – **3**.



Фиг. 58. Разпределение на изследваните лица по съзъбия

На табл. 21 и фиг. 59 са представени средните стойности на СС за този период. Наблюдава се следната динамика: интерканиновото разстояние в горната зъбна дъга от **23,73 ±3,19 мм** се увеличава на **25,29 ±3,15 мм**. След повече от 5 г. ретенция се наблюдава промяна в това разстояние на **26,18 ±3,33 мм**. След 5 г. се наблюдава нарастване на СС в горната челюст – **26,18 мм**.

Табл. 21. Промяна на СС на горната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxSt	41	23,73	3,19	0,499
CCMxEnd	41	25,29	3,15	0,496
CCMxR5	41	26,18	3,33	0,520

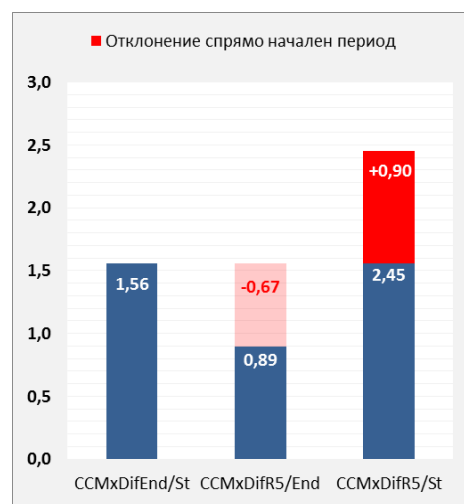


Фиг. 59. Промяна на СС на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и късния постретенционен период

От таблица 22 и фигура 60 се вижда, че **интерканиновото разстояние** в горната челюст се променя в резултат на ортодонтичното лечение с **1,5 мм**, но и след завършване на ретенцията се наблюдава промяна от близо **1 мм**.

Табл. 22. Промяна на СС на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка	Z
CCMxDifEnd/St	41	1,56	4,26	0,664	0,826
CCMxDifR5/End	41	0,89	2,16	0,338	0,885
CCMxDifR5/St	41	2,45	4,18	0,652	0,748



Фиг. 60. Промяна на СС на горната ЗД от началото до края на ортодонтичното лечение и късния постретенционен период

Средното увеличение на интерканиновото разстояние в горната зъбна дъга след края на ортодонтичното лечение е **1,56 ±4,26 мм**. От края на ортодонтичното лечение до края на наблюдавания период промяната е от **0,89 ±2,16 мм**. Общият наблюдаван период е с промяна **2,45 ±4,18 мм**. Наблюдава се минимална промяна от началото до края на наблюдавания период. Пациентите, които са завършили развитието си,

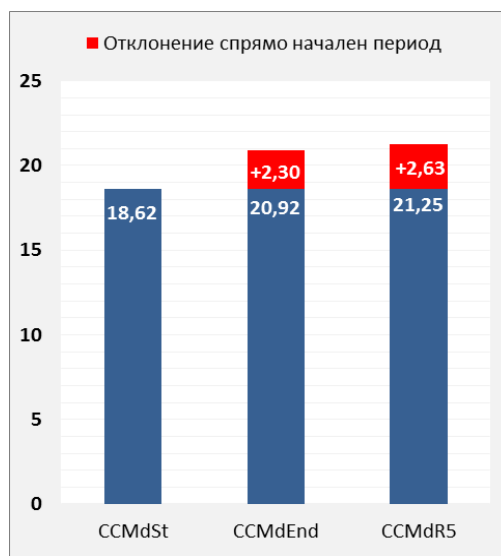
защото всички изследвани лица са над 19–20 год., имат макар и малка последователна промяна в изследваната дистанция – СС на горната зъбна дъга.

Ранговото представяне на пациентите в тази група е следното: средно **увеличението** на СС в горната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение е **1,56 мм**. В периода от края на ортодонтското лечение и след повече от 6 години ретенция се наблюдава **увеличение от 0,51 мм**. А средната промяна от началото на лечението до период повече от 6 години ретенция е **2,37 мм**.

Промяната на **интерканиновото разстояние в долната челюст** е представена на таблици 23 и 24 и фигура 61. Средно ширината на интерканиновото разстояние на долната зъбна дъга в началото на лечението е **18,62 ±1,92 мм**. В края на ортодонтското лечение тази дистанция е **20,92 ±3,79 мм**. След повече от 7 години ретенция СС е достигнало **21,25 ±3,91 мм**. Установените промени са статистически значими (**p<0,001**). В периода на стабилно съзъбие се наблюдава слабо нарастване на СС в долната ЗД.

Табл. 23. Промяна на СС на ДЧ от началото до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdSt	41	18,62	1,92	0,300
CCMdEnd	41	20,92	3,79	0,592
CCMdR5	41	21,25	3,91	0,610



Фиг. 61. Промяна на СС на ДЧ от началото до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Табл. 24. Промяна на СС на ДЧ в късния постретенционен период

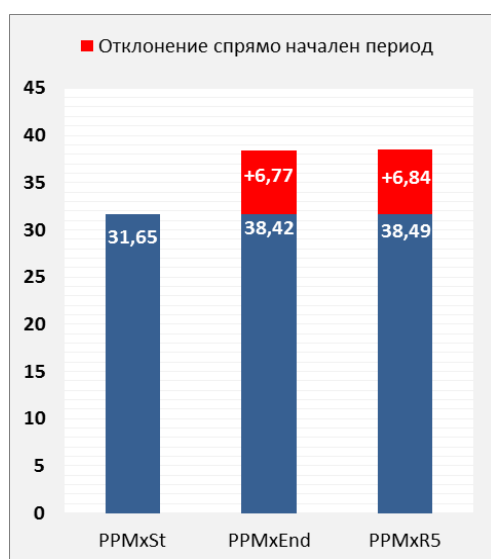
Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdSt/R5	41	2,63	4,30	0,67
CCMdEnd/St	41	2,30	4,06	0,63
CCMdR5/End	41	0,33	2,13	0,33

От данните от ранговото разпределение определяме следните зависимости: при завършване на ортодонтското лечение – увеличението на СС в долната зъбна дъга е **1,32 мм**. От края на ортодонтското лечение до времето повече от 5 години след ретенцията промяната е **2,34 мм**. Дистанцията се запазва от началото на лечението до след ретенционния период – **2,34 мм**. СС в долната ЗД се запазва стабилно в периода след лечение и ретенция.

Средната промяна на **ширината на горната зъбна дъга** е от **31,65 ±10,86 мм** в началото на ортодонтското лечение до **38,42 ±3,51 мм**. След повече от 5 г. след завършване на ретенционния период промяната е до **38,49 ±2,29 мм**. Този факт се определя от широкия диапазон на стандартното отклонение в началото на ортодонтското лечение, където има пациенти в активен растеж (табл. 25 и фиг. 62).

Табл. 25. Промяна на ширината на горната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
PPMxSt	41	31,65	10,86	1,696
PPMxEnd	41	38,42	3,51	0,547
PPMxR5	41	38,49	2,29	0,362



Фиг. 62. Промяна на ширината на горната ЗД от началото до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

При стойностите на ранговото разпределение се наблюдават следните зависимости: от началото на ортодонтското лечение, което може да е в различни видове съзъбия, т.е. периоди на различен растеж, до края на ортодонтското лечение, увеличението на **РР** в горната ЗД е с **1,18 мм**. От приключилото ортодонтско лечение до края на наблюдавания период – повече от 5 год. завършила ретенция, промяната е от **2,75 мм** и от началото на ортодонтското лечение до края на изследвания период промяната е **2,08 мм**. Стойностите са статистически значими ($p < 0,001$).

Промяната на **ширината на апикалната база** в тази изследвана група (табл. 26, фиг. 63) е следната: в началото на ортодонтското лечение средната големина е **38,07 ± 2,79 мм**. Увеличението е с **1,60 мм**. В края на ортодонтското лечение промяната е **39,67 ± 2,73 мм**. В края на изследвания период ширината на АБ е **38,89 ± 2,99 мм**. След повече от 5-годишен период се наблюдава понижаване на размера на АБ с близо **1 мм**. Наблюдава се лек спад, обясним с времето на изследването. Данните са статистически значими ($p < 0,001$).

Табл. 26. Промяна на ширината на АБ от началото до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABSt	41	38,07	2,79	0,437
ABEnd	41	39,67	2,73	0,426
ABR5	41	38,89	2,99	0,473



Фиг. 63. Промяна на ширината на АБ от началото до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Ранговото разпределение на стойностите показва: от началото до края на ортодонтското лечение лечението увеличението на АБ е с **1,48 мм**. Промяната от края на ортодонтското лечение до края на изследвания период е **2,55 мм**. Но от началото на лечението до края на наблюдението – повече от 5 години ретенция, стойността спада с **1,98 мм**.

На таблица 27 ясно се вижда намалението от 0,72 мм на ширината на АБ в стабилния период на „млад възрастен”.

Табл. 27. Промяна на средната ширина на АБ от началото до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно Отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	41	1,60	0,90	2,87	0,449
ABDifR5/End	41	-0,72	-0,45	2,31	0,366
ABDifR5/St	41	0,79	0,45	2,87	0,455

Обсъждане на резултатите

Проследени са пациенти с повече от пет години завършен ретенционен период. Проучени са изследваните лица във всички групи параметри, за да сравним динамиката им на вече практически здрави ортодонтски пациенти.

Установили сме, че СС в горната и долната зъбна дъга търпи следните промени: независимо че няма прилагане на ортодонтска сила и растежът е завършен, се наблюдава промяна на **интерканиновото разстояние** в горната зъбна дъга с **0,51 мм**. Цялостната промяна на СС в горната челюст от началото на лечението до повече от 5 години след завършване на ретенционния период е **2,37 мм**. Промяната в размера на **интерканиновото разстояние** отговаря на установените от различни изследователи стойности [15, 16, 63, 80]. Наблюдението ни показва, че дори след края на ортодонтското лечение и ретенцията има слабо движение в горната зъбна дъга.

Динамиката на СС в долната челюст е следната: в началото на лечението интерканиновото разстояние е средно **18,62 ±1,92 мм**. В края на ортодонтското лечение тази дистанция се променя на **20,92 ±3,79 мм**. Отчита се нарастване с **2,3 мм**. След повече от 5 години ретенция се наблюдава разстояние от **21,24 ±3,91 мм**, увеличението е с **0,32 мм**. То е статистически значимо и от клинично значение е фактът, че макар и малка, промяната показва динамика при „млад възрастен”.

Ширина на ЗД – при нея увеличението е голямо в края на ортодонтското лечение. То е обяснимо, защото е постигнато подреждане на зъбите във всички посоки. Наблюдението на пациентите повече от 5 години след края на ретенцията показва запазване на изследваната ширина, т.е. стабилен резултат. Промяната на ширината на зъбната дъга е следната: от **31,65 ±10,86 мм** в началото на ортодонтското лечение до **38,42 ±3,51 мм**. Средната ширина над 5 год. от края на ортодонтското лечение се запазва – **38,48 ±2,29 мм**. Това изследване, което доказва стабилността на ЗД, ни дава основание да твърдим, че стремежът на ортодонта е да постигне правилни анатомични съотношения в страничния участък на оклузията.

Динамика на **апикалната база** при пациентите с повече от 5 години завършен ретенционен период: средната стойност на ширината на АБ е **38,07 ±2,79 мм**. В края на ортодонтското лечение постигнатата промяна е **39,67 ±2,73 мм**. А в края на изследвания от нас период се наблюдава ширина на АБ **38,89 ±2,99 мм**. Спадът, който наблюдаваме, е около **1 мм (0,78 мм)**. Намалението на ширината се обяснява с факта, че е завършено развитието на корените на постоянните зъби и отсъства факторът растеж.

По задача 4.

Да се проследи динамиката на интерканиновото разстояние според вида на съзъбието.

Промяна на интерканиновото разстояние на горната и долната зъбна дъга по съзъбие в ранния постретенционен период

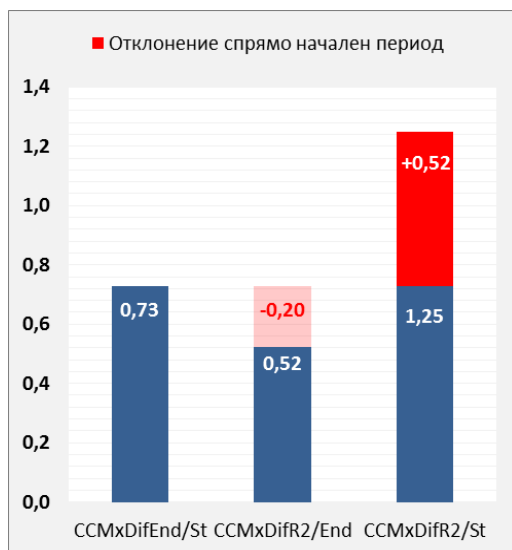
Ранно смесено съзъбие

Този вид дългосрочно проследяване от ранно смесено съзъбие през оформено постоянно до завършване на ретенцията е много полезен, защото показва развитието на съзъбието от 7–8 до 14–16-годишна възраст, т.е. наблюдението е 7–8 години.

На таблица 28 и фигура 64 са представени средните стойности на промяната на големината на интерканиновото разстояние от ранно смесено съзъбие за изследвания период.

Табл. 28. Промяна на СС на горната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxDifEnd/St	10	0,73	1,08	1,79	0,56
CCMxDifR2/End	10	0,52	0,50	1,89	0,60
CCMxDifR2/St	10	1,25	1,31	2,83	0,89



Фиг. 64. Промяна на СС на горната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

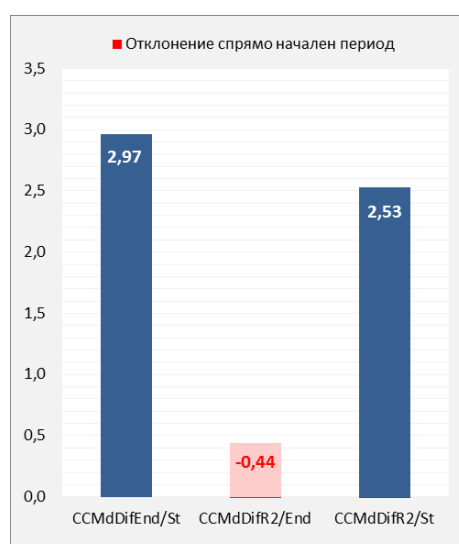
Наблюдава се увеличаване с по-малко от милиметър (**0,73**) от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение, което е вече оформено постоянно съзъбие. От края на ортодонтското лечение до

завършването на ретенционния период също се наблюдава увеличение на интерканиновото разстояние с около **0,52 мм**. Периодът на ретенция е пасивен по отношение на лечението, но поради незавършеното развитие на зъбните дъги промяната в размера се дължи на естествен физиологичен процес – нарастване. Общото нарастване на интерканиновото разстояние от ранно смесено съзъбие до завършване на ретенцията е **1,25 мм**.

На таблица 29 и фигура 65 е представено средното увеличение на СС на долната зъбна дъга от ранно смесено съзъбие до завършване на ретенционния период и след него. Увеличението е от **2,97 ±2,26 мм**. В периода след ретенцията се наблюдава намаление с **0,44 ±2,14 мм**. Промяната е обяснима, защото периодът съвпада с периода, в който завършва развитието на апикалната база.

Табл. 29. Промяна на СС на долната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdDifEnd/St	10	2,97	2,52	2,26	0,779
CCMdDifR2/End	10	-0,44	-0,39	2,14	0,677
CCMdDifR2/St	10	2,53	2,86	2,53	0,800



Фиг. 65. Промяна на СС на долната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Като заключение може да се каже, че от ранно смесено съзъбие до завършването на ретенцията при лечение с фиксирана техника може да се разчита на увеличение на СС в долната челюст с **2,52 мм**.

Промяна в ширината на горната зъбна дъга в тази група не се измерва, защото е ранно смесено съзъбие и четвъртите зъби са временни молари.

Интересна е промяната на **апикалната база** в ранно смесено съзъбие. От началото до края на цялостното лечение, което завършва с фиксирана техника и продължава около 6 г. (средно започва около 8-год. възраст и завършва с окончателното прорастване на постоянните втори молари – 12–14 год.), промяната на апикалната база е – увеличение с около **1,55 ±1,84 мм** (табл. 30, фиг. 66). От края на ортодонтското лечение до края на ретенционния период се наблюдава **намаляване** на ширината на АБ **под 1 мм**. Общата промяна на ширината на АБ е **0,82 ±2,04 мм**.

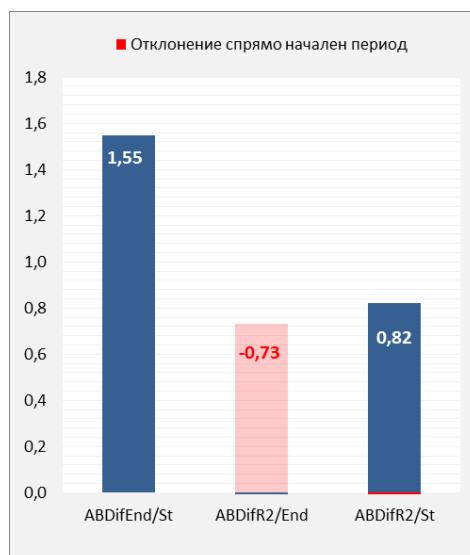
Увеличението е обяснимо с оформянето на постоянното съзъбие, защото изследването на АБ е правено в периода на най-активен растеж.

От края на ортодонтското лечение до периода след завършване на ретенцията се отбелязва спад (**0,73 мм**). Обяснението на този резултат е липсата на растеж и завършено кореново развитие на зъбите в горната челюст.

Ако си представим промените в апикалната база на горната челюст от ранно смесено съзъбие до периода на края на ретенцията, тя е с пик в края на ортодонтското лечение, след което спада, но статистически значимо.

Табл. 30. Промяна на АБ на горната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	10	1,55	1,63	1,84	0,582
ABDifR2/End	10	-0,73	-0,51	0,73	0,229
ABDifR2/St	10	0,82	1,25	2,04	0,646



Фиг. 66. Промяна на АБ на горната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтическото лечение и ранния постретенционен период

Късно смесено съзъбие

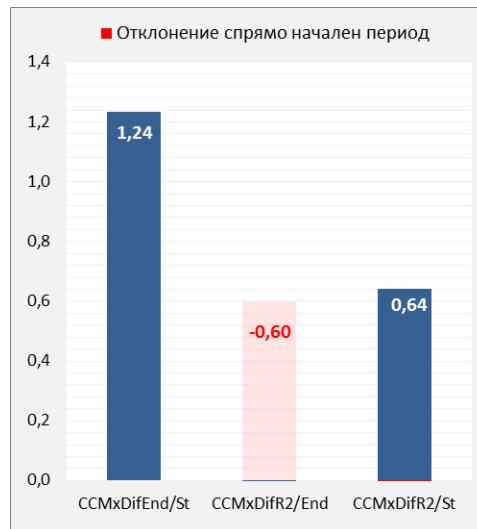
На табл. 31 и фиг. 67 е представена промяната на интерканиновото разстояние от късно смесено съзъбие до завършване на ретенционния период в горната ЗД. Проследените пациенти от късно смесено съзъбие от 2 до 5 г. след края на ретенционния период са 8 на брой.

Средното увеличение на дистанцията в периода на лечение е от **1,24 ±3,16 мм**. След това се наблюдава намаление на интерканиновото разстояние в периода на ретенцията. Общата промяна на интерканиновото разстояние в горната зъбна дъга е **0,64 ±4,47 мм**.

Проследените пациенти са малка група и затова се разглежда и една друга стойност – медианата. При нея се наблюдава промяна в следния ред: общото увеличение на СС на горната ЗД е от **2,38 мм**, получено в края на ортодонтическото лечение с фиксирана техника. В края на ретенционния период се наблюдава намаление на интерканиновото разстояние с **0,55 мм**. Или общата промяна на СС в горната ЗД е от **1,40 мм**.

Табл. 31. Промяна на СС на горната ЗД от късно смесено съзъбие до края на ортодонтическото лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxDifEnd/St	8	1,24	2,38	3,16	1,117
CCMxDifR2/End	8	-0,60	-0,55	2,08	0,737
CCMxDifR2/St	8	0,64	1,40	4,47	1,582



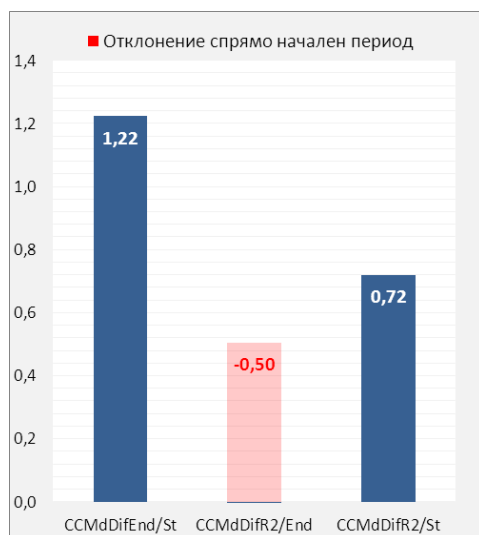
Фиг. 67. Промяна на СС на горната ЗД от късно смесено съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

На таблица 32 и фигура 68 е представена промяната на интерканиновото разстояние от късно смесено съзъбие до завършване на ретенционния период в долната челюст. В долната зъбна дъга се наблюдава увеличение от **1,22 ±2,27 мм**. След това се наблюдава **намаление** на интерканиновото разстояние в периода на ретенцията с **0,6 мм**. Общата промяна на интерканиновото разстояние в долната зъбна дъга е от **0,72 мм**. Стойностите, които са установени като промяна в размера на долната челюст, са **0,72 ±1,79 мм**. Резултатът показва, че в това съзъбие може да се разчита на увеличаване на интерканиновото разстояние до края на ретенцията, което може да се обясни с остатъчния растеж.

Поради малкия брой случаи насочваме вниманието към медианата. Прави впечатление, че увеличението на долното разстояние е с **0,67 мм** в края на ортодонтичното лечение. До края на ретенционния период се наблюдава намаляване на разстоянието с около **0,5 мм (0,53 мм)**. Общото увеличение на СС в долната ЗД е от **0,58 мм**.

Табл. 32. Промяна на СС на долната ЗД от късно смесено съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Показател	Стойност				
	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно Отклонение	Стандартна грешка
CCMdDifEnd/St	8	1,22	0,67	2,27	0,80
CCMdDifR2/End	8	-0,50	-0,53	1,03	0,36
CCMdDifR2/St	8	0,72	0,58	1,79	0,63



Фиг. 68. Промяна на СС на долната ЗД от късно смесено съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Резултатът показва, че в това съзъбие може да се разчита на увеличаване на интерканиновото разстояние до края на лечението, след което то се намалява с **0,5 мм** в периода на ретенция.

Ширината на зъбната дъга на горна челюст показва сериозно увеличение – около **14 мм**. Обяснението е, че това е максимално активен период на нарастване на алвеоларния гребен (табл. 33, фиг. 69).

Табл. 33. Промяна на ширината на горната ЗД в късно смесено съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
PPDifEnd/St	8	14,45	6,78	16,16	5,711
PPDifR2/End	8	2,10	-0,44	6,81	2,408
PPDifR2/St	8	16,55	6,28	16,92	5,981



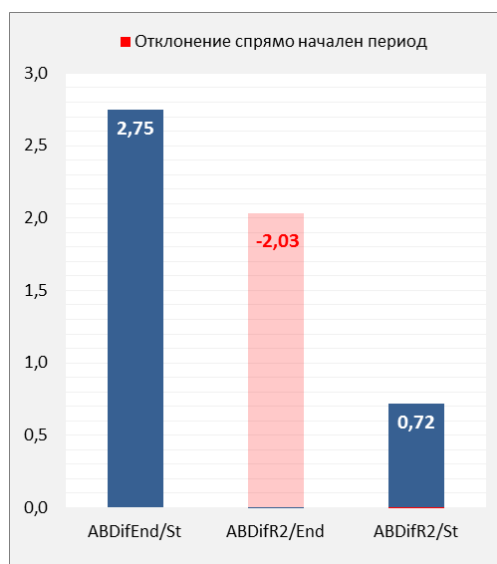
Фиг. 69. Промяна на ширината на горната ЗД в късно смесено съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Промяната на **апикалната база** в най-активното на растеж съзъбие – късно смесено, е представена на табл. 34 и фиг. 70.

Увеличението в края на ортодонтското лечение е средно от **2,75 ±4,94 мм**. След което намалява в края на ретенцията – **2,03 ±2,43 мм**. Или общото отчетено увеличение на апикалната база от късно смесено съзъбие до завършване на фаза ретенция е **0,72 ±4,23 мм**. Отчита се един доста широк диапазон на промяна, който се определя и с широкия диапазон на възрастта, през която е направено изследването.

Табл. 34. Промяна на АБ на горната ЗД в късно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	8	2,75	3,60	4,94	1,745
ABDifR2/End	8	-2,03	-1,82	2,43	0,860
ABDifR2/St	8	0,72	0,18	4,23	1,494



Фиг. 70. Промяна на АБ на горната ЗД в късно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Неоформено постоянно съзъбие

Това е най-честата възраст, в която се извършва ортодонтското лечение, и е най-предпочитана за ортодонтите. Основание за това са: сменените вече временни зъби, с което се манифестира наличието на деформация; степента на дефицит на място е ясна; пациентът е мотивиран и психически стабилен. На него може да му се обясни и той да е кооперативен. Пациентите с неоформено постоянно съзъбие след завършването на ретенционния период, които са проследени, са 20.

Интересни са данните от получените резултати за промяната на **интерканиновото разстояние в горната челюст** (табл. 35 и фиг. 71).

Стойността средно **намалява с 1,16 мм**, но има много широк диапазон на вариация (**+3,84 мм**). От края на ортодонтското лечение до края на ретенционния период се наблюдава минимално намаление, то има статистическа значимост, но клинична такава няма, защото е само от **0,08 мм**. Може да се определи като липса на промяна или стабилно интерканиново разстояние. Общото отчетено намаление на интерканиновото разстояние в горната зъбна дъга от неоформено постоянно съзъбие до края на ретенцията, когато съзъбието вече е оформено и дори може да има и мъдречи, намалява с **1,24 ± 3,93 мм**.

Табл. 35. Промяна на СС на горната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxDifEnd/St	20	-1,16	-1,19	3,84	0,858
CCMxDifR2/End	20	-0,08	-0,05	1,31	0,293
CCMxDifR2/St	20	-1,24	-1,29	3,93	0,879

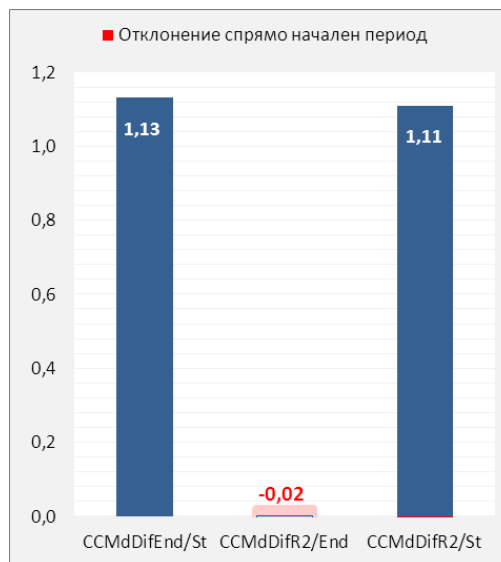


Фиг. 71. Промяна на СС на горната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Промяната на интерканиновото разстояние в долната зъбна дъга при неоформено постоянно съзъбие е представена на таблица 36 и фигура 72).

Табл. 36. Промяна на СС на долната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодоннтското лечение и след ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdDifEnd/St	20	1,13	1,69	3,16	0,706
CCMdDifR2/End	20	-0,02	-0,33	1,59	0,355
CCMdDifR2/St	20	1,11	0,89	2,30	0,514



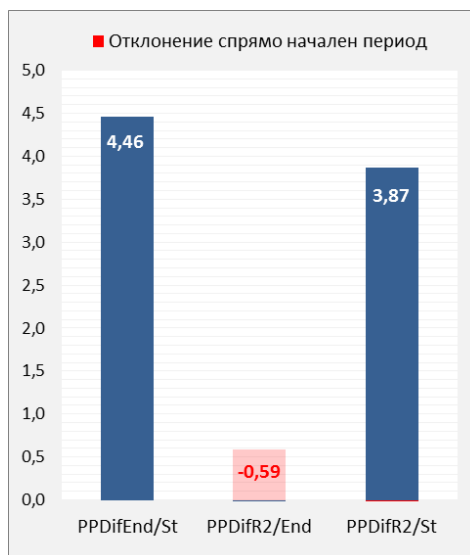
Фиг. 72. Промяна на СС на долната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодоннтското лечение и ранния постретенционен период

Наблюдава се увеличение на интерканиновото разстояние с **1,13 ±3,16 мм** от началото на ортодоннтското лечение до края му, след което – минимално намаление в периода от края на ортодоннтското лечение до завършването на ретенцията – с **0,02 ±1,59 мм**. Или общата промяна от началото на лечението до края на изследвания период е **1,11 ±2,30 мм**.

На таблица 37 и фигура 73 са представени данните от промяната на **ширината на горната зъбна дъга** в неоформено постоянно съзъбие. Средното увеличение на горната зъбна дъга е **4,46 ±2,21 мм**. От края на ортодоннтското лечение до завършването на ретенционния период се наблюдава **намаление** с около **0,59 мм**. Или общото увеличение на ширината на зъбната дъга под действие на растежа и ортодоннтското лечение с фиксирана техника е **3,87 ±2,11 мм**.

Табл. 37. Промяна на ширината на горната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
PPDifEnd/St	20	4,46	4,44	2,21	0,496
PPDifR2/End	20	-0,59	-0,28	1,40	0,314
PPDifR2/St	20	3,87	3,66	2,11	0,472



Фиг. 73. Промяна на ширината на горната ЗД от неоформено постоянно съзъбие след края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

На табл. 38 и фиг. 74 са представени данните от резултатите за промените, които настъпват в **апикалната база** на горната челюст в неоформено постоянно съзъбие. От ортодонтична гледна точка това е възрастта, в която са най-големи промените на тази анатомична структура поради оформянето на корените на страничните зъби. Средното увеличение на АБ е **1,31 ±1,85 мм** от началото на лечението до неговото завършване. Следва периодът на ретенция, в който се наблюдава спад на ширината на АБ с **0,62 ±2,37 мм**.

Общата промяна на АБ за целия период от неоформено постоянно съзъбие до завършване на ретенционния период е от **0,69 ±2,09 мм**.

Табл. 38. Промяна на АБ от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	20	1,31	1,85	1,85	0,414
ABDifR2/End	20	-0,62	-0,89	2,37	0,529
ABDifR2/St	20	0,69	0,18	2,09	0,468



Фиг. 74. Промяна на АБ от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Оформено постоянно съзъбие

В ортодонтичната практика оформеното постоянно съзъбие се определя, когато са пораснали всички постоянни зъби, т.е. възраст 12–14 год. Активният растеж на лицевия скелет е в пика си и ортодонтичното лечение е в синхрон с растежа. Със следващите таблици и фигури представяме промените на изследваните параметри на зъбната дъга – интерканиновите разстояния в горната и долната челюст, ширината на зъбната дъга и ширината на апикалната база в горната челюст.

На таблица 39 и фигура 75 са представени данните от промяната на интерканиновото разстояние в горната зъбна дъга в оформено постоянно съзъбие. Проследени са 58 пациенти, при които е установено, че увеличението на интерканиновото разстояние след завършване на ортодонтичното лечение е с **1,54 ±4,62 мм**. Наблюдава се увеличение на този параметър след края на ретенцията – **0,66 ±1,75 мм**, и общата промяна за този дълъг период е средно **2,20 мм**.

Табл. 39. Промяна на СС в горната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxDifEnd/St	58	1,54	1,195	4,62	0,606
CCMxDifR2/End	58	0,66	0,510	1,75	0,230
CCMxDifR2/St	58	2,20	2,225	4,48	0,588

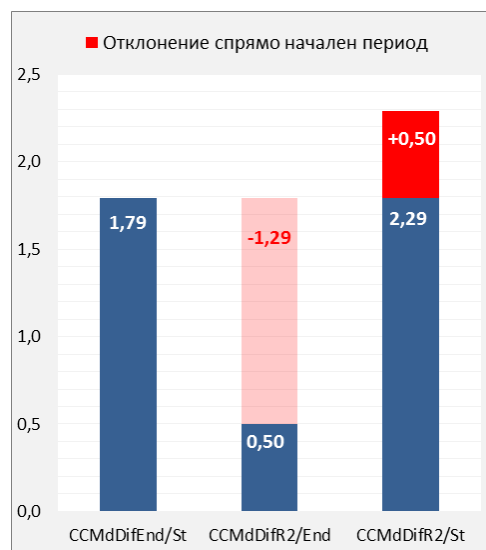


Фиг. 75. Промяна на СС на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

На таблица 40 и фигура 76 са представени данните от промените, които настъпват в долната челюст в интерканиновото разстояние. Средното увеличение е от **1,79 ±1,76 мм** за периода на лечението. След завършването му и след края на ретенционния период се наблюдава промяна – увеличение от **0,5 мм**, което едва ли има клинично значение. Общата промяна на долното интерканиново разстояние в най-активната възраст на растеж е от **2,29 ±4,18 мм**.

Табл. 40. Промяна на СС в долната ЗД в оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdDifEnd/St	58	1,79	2,02	1,76	0,231
CCMdDifR2/End	58	0,50	0,49	3,78	0,496
CCMdDifR2/St	58	2,29	2,91	4,18	0,549



Фиг. 76. Промяна на СС на долната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Промяната в **ширината на зъбната дъга** при лицата с оформено постоянно съзъбие е представена на таблица 41 и фигура 77.

Увеличението на зъбната дъга е от **2,9 ±3,01 мм**. В края на периода на ретенцията се забелязва намаление на ширината, което е **по-малко от 1 мм – 0,3 ±1,12 мм**. Или общата промяна на ширината на ЗД е от **2,6 ±2,9 мм**.

Табл. 41. Промяна на ширината на ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
PPDifEnd/St	58	2,90	2,76	3,01	0,396
PPDifR2/End	58	-0,30	-0,24	1,12	0,146
PPDifR2/St	58	2,60	2,03	2,90	0,382



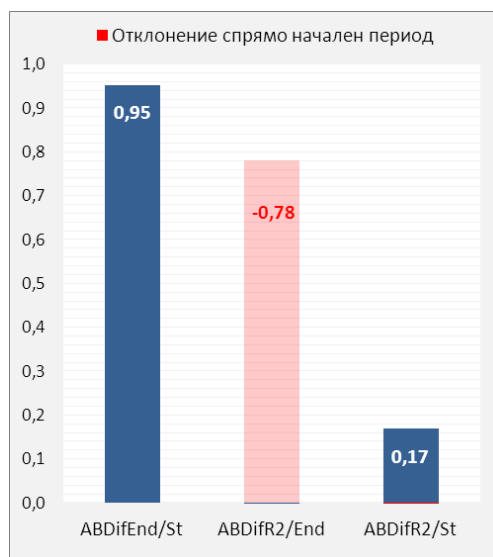
Фиг. 77. Промяна на ширината на ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Промяната на **апикалната база** е представена на таблица 42 и фигура 78.

Увеличението на АБ след края на ортодонтското лечение е с **0,95 ±2,02 мм**. След завършването на ретенцията се наблюдава спадане на ширината на АБ **под 1 мм**, но стандартното отклонение е голямо – **0,78 ±2,32 мм**. Общата промяна на ширината на апикалната база е от **0,17 ±2,35 мм**. Практически незначима.

Табл. 42. Промяна на АБ от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	58	0,95	0,59	2,02	0,266
ABDifR2/End	58	-0,78	-0,45	2,32	0,305
ABDifR2/St	58	0,17	0,8	2,35	0,309



Фиг. 78. Промяна на АБ от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

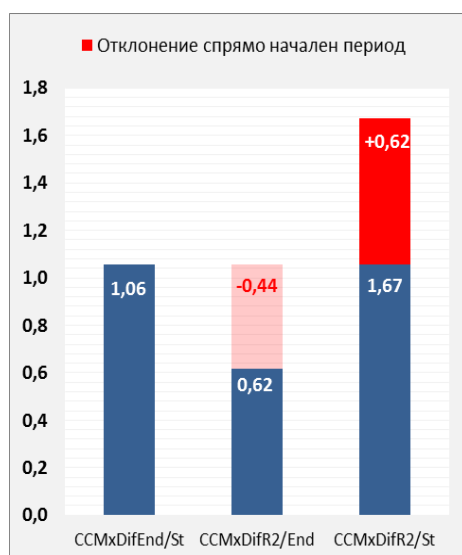
Оформено постоянно съзъбие с наличен поне един трети молар

На таблица 43 и фигура 79 е представена промяната на СС на горната ЗД при пациенти с наличие на трети молари след ортодонтично лечение и завършен ретенционен период. Резултатите са следните: в края на ортодонтичното лечение се наблюдава увеличение на интерканиновото разстояние в горната челюст от **1,06 ±2,85 мм**. Това увеличение определено се дължи на ортодонтичното лечение. След ретенционния период има увеличение от **0,62 ±1,38 мм**. Общата промяна, която се получава след ортодонтично лечение в горната зъбна дъга, е **1,67 ±3,33 мм**.

Резултатите от промените на долната зъбна дъга в групата на оформено постоянно съзъбие с налични мъдреци са представени в таблица 44 и фигура 80.

Табл. 43. Промяна на СС на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие с налични трети постоянни молари до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxDifEnd/St	10	1,06	2,44	2,85	0,901
CCMxDifR2/End	10	0,62	0,42	1,38	0,618
CCMxDifR2/St	10	1,67	2,02	3,33	0,053



Фиг. 79. Промяна на СС на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие с налични трети постоянни молари до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Табл. 44. Промяна на СС на долната ЗД от оформено постоянно съзъбие с налични трети постоянни молари до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdDifEnd/St	10	2,58	2,01	2,61	0,826
CCMdDifR2/End	10	-0,06	-0,73	2,53	0,801
CCMdDifR2/St	10	2,52	2,27	0,86	0,271



Фиг. 80. Промяна на СС на долната ЗД от оформено постоянно съзъбие с налични трети постоянни молари до края на ортодонтичното лечение и ранния постретенционен период

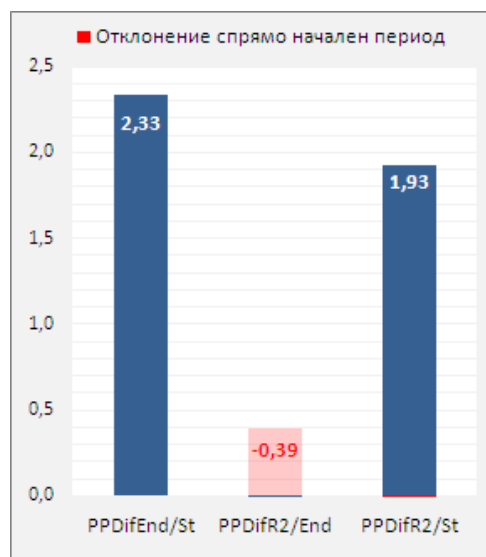
Промяната на СС на долната челюст (табл. 44 и фиг. 80) показва, че увеличението на тази дистанция вследствие на ортодонтичното лечение е от **2,58 ± 2,61 мм**. Следва минимално спадане на дистанцията,

което едва ли има клинична стойност – **0,06 ±2,53 мм**. Общата промяна на долното интерканиново разстояние за целия изследван период е от **2,52 ±0,86 мм**.

От таблица 45 и фигура 81 се вижда как се променя ширината на зъбната дъга в периода на завършен растеж. Вследствие на ортодонтското лечение промяната е от **2,33 ±2,19 мм**. Това е увеличението, което се постига с апаратурата със заложена биомеханика. След периода на ретенция се получава слабо намаление на ширината на зъбната дъга от **0,39 ±0,52 мм**. Общият резултат от промяната в ширината на ЗД е **1,93 ±2,10 мм**. Средните стойности на увеличението на ширината на зъбната дъга се получават от преместването на положението на зъбите в ЗД. Т.е. може да се разчита на увеличение на ширината на зъбната дъга с около **2 мм**.

Табл. 45. Промяна на ширината на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие с налични мъд्रेци до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
PPDifEnd/St	10	2,33	2,55	2,19	0,692
PPDifR2/End	10	-0,39	-0,40	0,52	0,163
PPDifR2/St	10	1,93	2,13	2,10	0,665



Фиг. 81. Промяна на ширината на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие с налични мъд्रेци до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период

Данните за промяната на **апикалната база** при лекуваните пациенти с налични мъд्रेци са представени на таблица 46 и фигура 82.

С ортодонтското лечение се получава увеличение на апикалната база от **1,11 ±1,18 мм**. Обяснението на тази промяна е, че при лечението

с фиксирана техника се влияе на положението на корените на зъбите. В ортодонтията движението е свързано с резорбция и апозиция на кост, така че непосредствено след завършването на лечението е възможно слабо увеличение на АБ, което обаче след това намалява с **0,67 ±1,18 мм**. Общо можем да разчитаме на промяна в АБ от по-малко от 0,5 мм, но тази разлика се определя от по-високата стойност в края на лечението на АБ. В края на ретенционния период тя намалява. По ортодонтически път при завършил или завършващ растеж е невъзможно да се повлияе на тази анатомична структура.

Табл. 46. *Промяна на АБ от постоянно съзъбие с налични мъдреци до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период*

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	10	1,11	1,06	1,18	0,37
ABDifR2/End	10	-0,67	-0,55	1,18	0,37
ABDifR2/St	10	0,45	0,26	1,09	0,35



Фиг. 82. *Промяна на АБ от постоянно съзъбие с налични мъдреци до края на ортодонтското лечение и ранния постретенционен период*

Много ценно е изследването, ако е възможно да се проследи един пациент в продължение на цялостното му развитие, т.е. над 10 години. Безспорно това е много трудно по различни причини – обективни и субективни: липса на връзка, отсъствие от мястото, където е ортодонтьт, нежелание, безотговорност и вероятно много други неща. Представени са резултатите на собствени случаи, които са наблюдавани

около 12–15 години. Това дълго наблюдение във II и III групи позволява да се установи тенденцията на динамиката на изследваните параметри.

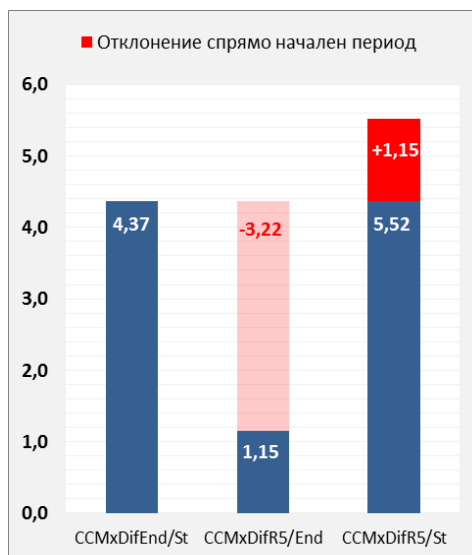
Промяна на интерканиновото разстояние в горната и долната зъбна дъга по съзъбия в късния постретенционен период

Ранно смесено съзъбие

На таблица 47 и фигура 83 са представени средните стойности на промяната на големината на интерканиновото разстояние от ранно смесено съзъбие в период от 12–14 години.

Табл. 47. Промяна на СС на горната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxDifEnd/St	6	4,37	3,14	7,506	3,065
CCMxDifR5/End	6	1,15	1,05	0,777	0,317
CCMxDifR5/St	6	5,52	3,67	7,249	2,959



Фиг. 83. Промяна на СС на горната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Лечението на децата в ранно смесено съзъбие е започнало около 7–8-годишна възраст, като при тях обикновено има първи, подготвителен етап на лечение, най-често профилактичен – отстраняване на вреден навик или неправилна функция, и/или интерсептивен. При интерсептивния етап на ортодонтското лечение се прави подготовка на ЗД, най-често осигуряване на място за всички зъби. Разбира се, всичко това не е обект на настоящото изследване. В случая ние установяваме каква е динамиката на промените от ранно смесено съзъбие до периода на завършване на лечението с фиксирана техника, т.е. до оформено

постоянно съзъбие. И следващият наблюдаван етап е над 5 години след завършване на ретенцията.

След завършеното ортодонтско лечение с фиксирана техника, т.е. в периода на оформено постоянно съзъбие, СС на горната ЗД се увеличава значимо – **4,37 ±7,5 мм**. От края на ортодонтското лечение до края на наблюдавания период – над 5 години след завършване на ретенцията, промяната е от **1,15 ±0,78 мм**. Средната промяна на СС от началото на ортодонтското лечение преди пика на растежа на ЗД до завършването на растежа за период от 12–15 години с ортодонтско лечение е от **5,52 ±7,25 мм**. Най-често срещаната стойност е: **медиана 3,67 мм**. Ортодонтът трябва да разчита на такава промяна с ортодонтското лечение.

На таблица 48 е представена промяната на **интерканиновото разстояние на долната зъбна дъга** в случаите с ранно смесено съзъбие. От началото на ортодонтското лечение увеличението на дистанцията е от **6,05 ±9,55 мм**. Най-честото увеличение на **медианата** е **2,96 мм**. От края на ортодонтското лечение до края на изследвания период се наблюдава статистически значимо увеличение – **0,65 ±2,55 мм**. Промяната на интерканиново разстояние за целия период е от **6,70 ±8,91 мм**.

Табл. 48. Промяна на СС на долната ЗД от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdDifEnd/St	6	6,05	2,96	9,55	3,90
CCMdDifR5/End	6	0,65	-0,05	2,55	1,039
CCMdDifR5/St	6	6,70	3,20	8,91	3,64

Ширината на ЗД от ранно съзъбие не може да бъде измерена поради наличие на временни първи молари, а не първи постоянни премолари, точката, от която се измерва.

Промяната на **апикалната база** от началото на лечението от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение, което вече е в постоянно съзъбие, е от **2,78 ±3.04 мм**. След края на ортодонтското лечение до края на изследвания период се наблюдава намаление на АБ с **1,41 ±1,34 мм**. Общата промяна на ширината на апикалната база, която се получава в периода на ортодонтското лечение, е от **0,89 ±3,29 мм**.

Полученият резултат не е различен от очаквания. Апикалната база се увеличава в периода на ортодонтското лечение, който съвпада с периода на растеж (табл. 49).

Табл. 49. Промяна на АБ от ранно смесено съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	7	2,78	2,97	3,04	1,24
ABDifR5/End	7	-1,41	-1,79	1,34	0,6
ABDifR5/St	7	0,89	1,56	3,29	1,47

Късно смесено съзъбие

От явилите се на преглед 41 лица проследените от късно смесено съзъбие до период 5 г. след ретенция са само двама. Поради тази причина няма представени данни за резултати в тази зъбна група.

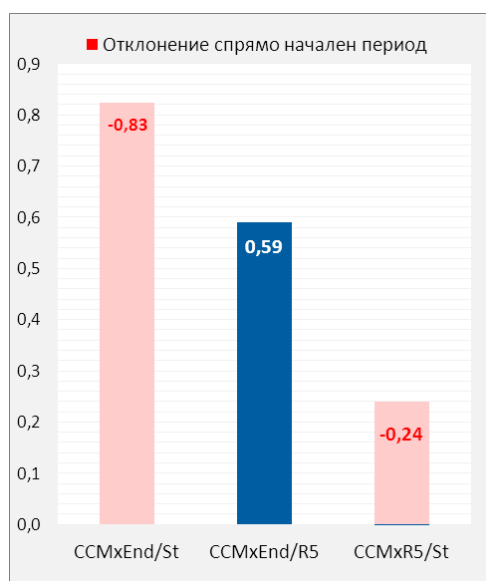
Неоформено постоянно съзъбие

На таблица 50 и фигура 84 е представена промяната на интерканиновото разстояние при пациенти, при които е започнало ортодонтското лечение в периода на оформено постоянно съзъбие.

Интересен е фактът, че **интерканиновото разстояние** на средните стойности намалява. От началото на ортодонтското лечение, където измерването е направено в областта на временните канини, до края на лечението с фиксирана техника се наблюдава спад на ширината с **0,83 ±2,903 мм**. От края на ортодонтското лечение до времето на следващия преглед – над 5 години след завършване на ретенцията, се наблюдава увеличение – **0,59 ±2,024 мм**. Общата промяна на ЗД от 11–12 до 19–23-год. възраст, т.е. периода на „млад възрастен”, е намаляване на СС в горната ЗД с **0,24 ±3,25 мм**.

Табл. 50. Промяна на СС на горната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxEnd/St	7	-0,83	-0,81	2,903	1,097
CCMxEnd/R5	7	0,59	-0,21	2,024	0,765
CCMxR5/St	7	-0,24	-0,68	3,251	1,229



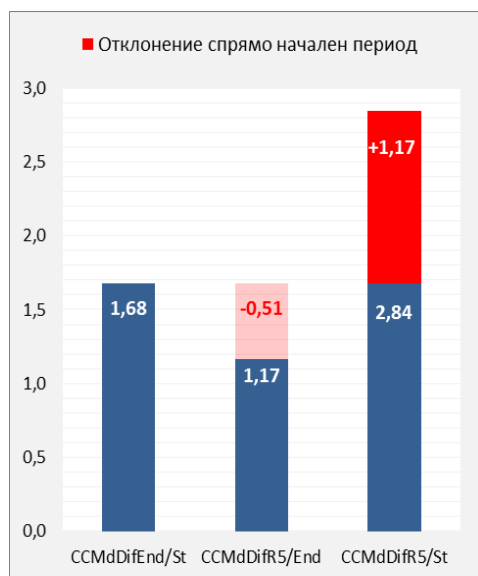
Фиг. 84. Промяна на СС на горната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и късния постретенционен период

На таблица 51 и фигура 85 е представена промяната на СС на долната ЗД. При този изследван параметър се наблюдава увеличение на дистанцията по време на ортодонтичното лечение от **1,68 ±2,05 мм** до края на наблюдавания период – над 5 год. от завършване на ретенционния период, т.е. същото по размери увеличение от **1,17 ±3,31 мм**. Или общата стойност на промяната в СС на долната ЗД за целия период на наблюдение около 10 години е **2,84 ±3,92 мм**. Широкият диапазон на стандартното отклонение се определя от малкия брой пациенти. На преглед след 7 години са се явили само 7 пациенти.

Поради малкия брой пациенти (7) се интерпретират стойностите на медианата. Увеличението на СС на долната ЗД е от **1,48 мм**. В периода на ретенцията се наблюдава минимално увеличение от **0,58 мм**. Или цялостната промяна на СС на долната челюст за период от 10 години, но в стадий „млад възрастен”, е **1,82 мм**.

Табл. 51. Промяна на СС на долната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdDifEnd/St	7	1,68	1,48	2,05	0,775
CCMdDifR5/End	7	1,17	0,58	3,31	1,25
CCMdDifR5/St	7	2,84	1,82	3,92	1,48



Фиг. 85. Промяна на СС на долната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и късния постретенционен период

Интерпретация на данните от изследване на **ширината на ЗД** при неоформено постоянно съзъбие: размерът по време на ортодонтичното лечение се увеличава значително – **8,89 ±13,35 мм**. Най-честото разширение е **медиана 3,73 мм**. В периода от края на ортодонтичното лечение до завършване на наблюдавания период има минимално намаление от **0,18 ±0,62 мм**. За период от 10–12 год. ширината на зъбната дъга се променя най-често с **3,70 мм**. Средната стойност варира – **8,72 ±13,33 мм** (табл. 52 и фиг. 86).

Табл. 52. Промяна на ширината на горната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно Отклонение	Стандартна грешка
PPDifEnd/St	7	8,89	3,73	13,35	5,045
PPDifR5/End	7	-0,18	-0,26	0,62	0,234
PPDifR5/St	7	8,72	3,70	13,33	5,039



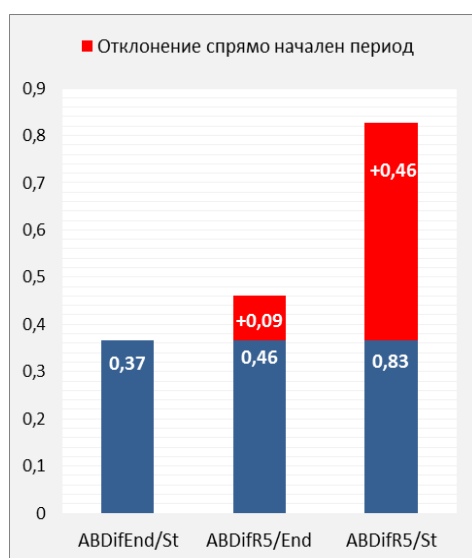
Фиг. 86. Промяна на ширината на горната ЗД от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтичното лечение и късния постретенционен период

Каква е промяната на апикалната база в неоформено постоянно съзъбие след повече от 5 години от приключване на ретенцията.

Средната промяна на **АБ** от началото на ортодонтското лечение до неговия край с фиксирана техника е от **0,37 ±2,74 мм**. След края на ортодонтското лечение до края на наблюдавания период апикалната база се променя с **0,46 ±1,82 мм**. Цялостната промяна от началото на лечението до края на наблюдавания период е от **0,83 ±1,36 мм**. Промяната е минимална, което се дължи на приключването на растежа (табл. 53 и фиг. 87).

Табл. 53. Промяна на АБ от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Стойност Показател	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	7	0,37	0,78	2,74	1,035
ABDifR5/End	7	0,46	-0,44	1,82	0,688
ABDifR5/St	7	0,83	0,16	1,36	0,515



Фиг. 87. Промяна на АБ от неоформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Оформено постоянно съзъбие

Промяната на **СС** на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие е представена на таблица 54 и фигура 88. От началото на ортодонтското лечение дистанцията се увеличава с **1,34 ±2,76 мм**. От завършването на ортодонтското лечение до края на наблюдавания период – над 5 г. ретенция, се наблюдава увеличение с **1,21 ±2,14 мм**, т.е продължава промяната. Цялостно увеличението от началото на лечението до края на наблюдавания период е общо **2,55 ±2,5 мм**.

Табл. 54. Промяна на СС на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтоското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMxDifEnd/St	23	1,34	1,57	2,76	0,575
CCMxDifR5/End	23	1,21	0,63	2,14	0,447
CCMxDifR5/St	23	2,56	2,80	2,53	0,529

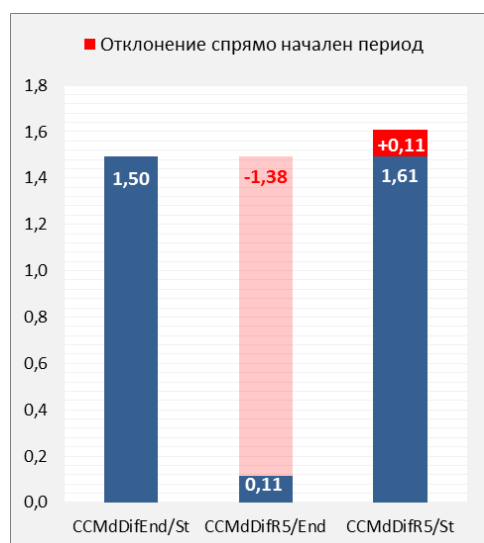


Фиг. 88. Промяна на СС на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтоското лечение и късния постретенционен период

На таблица 55 и фигура 89 са представени промените на долната зъбна дъга в периода на оформено постоянно съзъбие.

Табл. 55. Промяна на СС на долната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтоското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
CCMdDifEnd/St	23	1,50	1,50	1,49	0,311
CCMdDifR5/End	23	0,11	-0,28	1,14	1,239
CCMdDifR5/St	23	1,61	1,65	1,95	1,408



Фиг. 89. Промяна на СС на долната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтоското лечение и късния постретенционен период

В тази група се установява, че увеличението на **интерканиновото разстояние в долната зъбна дъга** от началото до края на ортодонтското лечение е от **1,50 ±1,49 мм**. За периода на ретенция и над 5 г. след нея се наблюдава същото увеличение от **0,11 ±1,14 мм**. Общото увеличение на дистанцията за целия наблюдаван период е от **1,61 ±1,95 мм**. Вероятната причина за нарастването на дистанцията е наличието на растеж в този период. Обяснимо е нарастването на зъбните дъги, защото в този период е пробивът на вторите молари и растежът на зъбните дъги е в трите посоки. В постретенционния период увеличението е минимално, дори медианата е с отрицателен знак от **0,28 мм**.

Анализът на данните за промяната на **ширината на ЗД** в оформено постоянно съзъбие (табл. 56 и фиг. 90) показва, че увеличението на ширината на зъбната дъга средно е **2,43 ±2,05 мм**. В периода след края на лечението до периода повече от 5 години след ретенционния период се наблюдава намаление на изследваната дистанция от **0,46 ±0,64 мм**. Общата промяна на ширината е вследствие на ортодонтското лечение и общо увеличението е **1,96 ±2,11 мм**.

Табл. 56. Промяна на ширината на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно Отклонение	Стандартна грешка
PPDifEnd/St	23	2,43	2,1	2,05	0,428
PPDifR5/End	23	-0,46	-0,3	0,64	0,423
PPDifR5/St	23	1,96	1,5	2,11	0,441

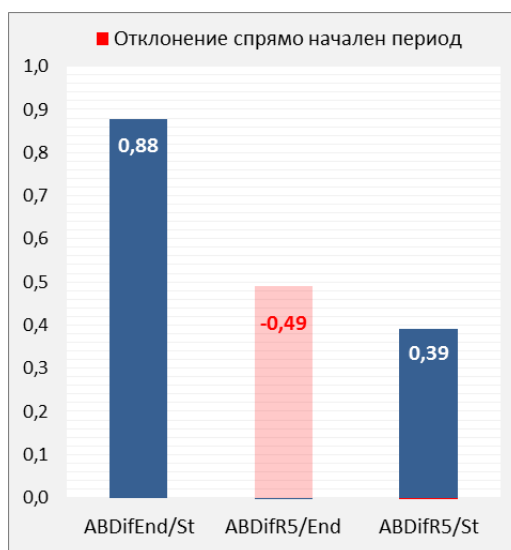


Фиг. 90. Промяна на ширината на горната ЗД от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

При проследяване на промяната на **АБ** при оформено постоянно съзъбие в периода на ортодонтското лечение се вижда увеличение от **0,88 ±1,47 мм**. В периода след завършване на лечението до края на наблюдавания период се наблюдава **намаление на апикалната база с около 0,5 мм**. Точните стойности са: **0,49 ±2,20 мм**. Цялостната промяна, която се установява в изследвания период, е от **0,39 ±2,64 мм** (табл. 57 и фиг. 91).

Табл. 57. Промяна на АБ от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Показател \ Стойност	Брой	Средна стойност	Медиана	Средно отклонение	Стандартна грешка
ABDifEnd/St	23	0,88	0,71	1,47	0,31
ABDifR5/End	23	-0,49	0,33	2,20	0,55
ABDifR5/St	23	0,39	0,40	2,64	0,55



Фиг. 91. Промяна на АБ от оформено постоянно съзъбие до края на ортодонтското лечение и късния постретенционен период

Оформено постоянно съзъбие с налични трети молари

В тази зъбна група също не могат да се отчетат резултати, защото са се явили само трима пациенти, т.е. резултатите са недостатъчни.

Обсъждане на резултатите

От поставените изследователски задачи тази е най-пространната, защото пациентите са разделени по съзъбия. По този начин е проследена динамиката на промяната на изследваните параметри. Чрез това изследване се установява какво е увеличението на интерканино-

вото разстояние в горната и долна ЗД, ширината на ЗД и ширината на АБ. Наблюдавани са лица от ранно смесено съзъбие до оформено постоянно съзъбие с наличие на трети постоянни молари, както и на постретенционен период – над 2 години и над 5 години след края на ретенцията. Общо периодът на наблюдение на изследваните групи се разпределя така: по съзъбия и според времето на постретенционния период.

1. Ранно смесено съзъбие. Обикновено лечението започва около 7–8-годишна възраст и ако приемем, че то е завършило на 13–14-годишна възраст, след завършване на ретенционния период (2–5 години), наблюдението в I група е повече от 8 години. Във II група – над 5 години след края на ретенцията – наблюдението е над 10 години.

I група ретенция – от 2 до 5 год. – ранен постретенционен период

При пациентите от тази група, които сме проследили след края на ретенционния период, се наблюдава тенденция на увеличение с около **0,5 мм** на СС в горната ЗД в периода от края на лечението до завършване на ретенцията. Обяснението е наличието на растеж, който води до промяна на интерканиновата ширина. В периода на ортодонтското лечение увеличението на СС е с **0,73 мм**. Цялостното увеличение на горното интерканиново разстояние е **1,25 мм**.

Интересен е резултатът в долната ЗД. В края на ретенционния период се наблюдава **намаление** на интерканиновото разстояние с **0,44 мм**. Тази тенденция се потвърждава и от други автори [24, 40, 41, 67, 78, 110, 113, 206].

Наблюдаваме различно поведение на СС в горната и долната челюст: в горната ЗД – увеличение; в долната – намаление на разстоянието, изследвано и от други автори [24, 27, 31, 54, 55, 68]. Това, което е важно да се знае, е, че увеличението на долната ЗД от ранно смесено съзъбие до времето след завършване на ретенцията е **2,5 мм**.

В тази възрастова група не е измервана **ширината на горната ЗД**, защото не са пробили постоянните първи премолари и мястото на измерване отсъства.

Промяна на **ширината на АБ** в периода на лечение – тя се увеличава с **1,55 мм**. Нарастването е обяснимо, защото съзъбието се развива много усилено. Изследваното време е времето на най-активен растеж. След завършване на периода на ретенция се наблюдава лек спад на ширината на АБ с **0,73 мм**.

II група – над 5 год. от края на ретенцията – късен постретенционен период

Промяната на **СС в горната ЗД** е следната: за целия период на ортодонтското лечение увеличението е **2,38 мм**. След завършването на ретенцията се наблюдава намаление на интерканиновото разстояние с **0,55 мм**. Или цялостната промяна на СС в горната ЗД от ранно смесено съзъбие до завършване на растежа е **1,40 мм**. Това се потвърждава и от Alexander [16, 17].

Интерканиново разстояние в долната ЗД – в периода на ортодонтското лечение се наблюдава средно увеличение от **1,22 мм**. След края на ретенционния период се наблюдава **намаление** на интерканиновото разстояние с **0,6 мм**. Общата промяна на интерканиновото разстояние в долната зъбна дъга е **0,62 мм**. Различно е поведението на медианите, които са по-подходящи за интерпретация при малък брой случаи. Медианата е **0,67 мм** в края на лечението, това е под 1 мм увеличение на интерканиновото разстояние, в края на изследвания период над 5 год. след ретенцията се наблюдава намаление на интерканиновата ширина с **0,53 мм**, така, както е и в групата след края на ретенцията. Общата промяна в ширината на СС в долната ЗД е **0,58 мм**.

Промяна на ширината на АБ. Увеличението на АБ в периода от ранно смесено съзъбие до завършване на лечението с фиксирана техника е **1,62 мм**. От края на ортодонтското лечение до периода след завършване на ретенцията се отбелязва намаление на апикалната база средно с **0,51 мм**. Обяснението на този резултат е липсата на растеж и завършено кореново развитие на зъбите в горната челюст.

2. Пациентите с **късно смесено съзъбие** започват лечението си на около 9–10 год. Началото на лечението се определя от зъбната, а не от

паспортната възраст. Завършват с пълния пробив на вторите постоянни молари около 13 год. При тях наблюдението е 8–10 години.

I група ретенция – от 2 до 5 год. – ранен постретенционен период

От наша гледна точка най-подходящото време за успешно и максимално кратко ортодонтско лечение е периодът на късното смесено съзъбие. Този период съвпада с максималното нарастване на челюстите и растежът подпомага ортодонтското лечение. Образно казано, работи се в синхрон. Резултатът от избора на този изключително подходящ период за ортодонтско лечение е следният: нарастването на **СС на горната ЗД** е с **2,38 мм**, получено в края на лечението с фиксирана техника. В края на ретенционния период се наблюдава намаление на интерканиновото разстояние с **0,55 мм**. Или общата промяна на ширината на СС в горната ЗД е **1,40 мм**. Отчетени са промените на медианите.

Промяната на **интерканиновото разстояние в долната ЗД** е следното: ортодонтското лечение с фиксирана техника, започнало в късно смесено съзъбие, осигурява увеличение от **0,67 мм**. Периодът е на усилен растеж, но в областта на страничните зъби. Най-често в късното смесено съзъбие е прораснал долният канин и растежът в интерканиновото разстояние в общи линии е завършил. До края на ретенционния период се наблюдава намаляване на разстоянието с около 0,5 мм (**0,53 мм**). Общото увеличение, на което може да се разчита в долната ЗД, е **0,58 мм**. Отчетени са промените на медианите.

Ширина на зъбната дъга – промяната на ширината на ЗД, представена чрез стойностите на медианите, е следната: увеличението на ширината на ЗД след края на ортодонтското лечение е близо 7 мм (**6,78 мм**), след края на ретенцията се наблюдава спад от по-малко от 0,5 мм (**0,44 мм**). Общият размер на увеличение на ширината на ЗД е **6,28 мм**. В изследванията рядко се използва параметърът *интерпремоларно разстояние*. В подкрепа на нашето твърдение за размера на промяната на РР е и твърдението на Dalldjan, M., W. Sampson, G. Townsend [66].

Промяната в **ширината на АБ** от късно смесено съзъбие, което е най-активното време на нейното нарастване до стабилна фаза на „млад

възрастен”, е следната: общото нарастване на АБ в изследваната възрастова група е средно **2,75 мм**. Обяснимо сериозно нарастване на тази анатомична структура поради нейния активен растеж. В края на ретенционния период ширината намалява с **2,02 мм**. Или общото отчетено увеличение на апикалната база от късно смесено съзъбие до завършване на фаза ретенция е **0,72 мм**. Периодът на късното смесено съзъбие е свързано с активното нарастване на корените на зъбите в страничната зона, към които често е отнесен и канинът. Големият размер на нарастване на АБ се обяснява именно с описаното нарастване.

II наблюдавана група – пациенти, при които е завършила ретенцията повече от 5 год. В тази група не можем да представим данни, защото от явилите се 41 пациенти тези, които са започнали лечението си от късно смесено съзъбие, са само двама.

3. Пациенти с неоформено постоянно съзъбие

Това е предпочитаната от нас възраст за лечение. Защото на пациента му предстои или е в активен растеж, а в същото време има добре израснали постоянни зъби. При тези пациенти наблюдението е около 7–8 год.

I група ретенция – от 2 до 5 год. – ранен постретенционен период

В тази група вече е оформен фронталният участък на ЗД, дефицитът на място може да бъде изчислен, трансверзален растеж в тази област няма. Резултатите от нашето проучване показват следното: оказва се, че в началото на ортодонтското лечение в неоформеното постоянно съзъбие стойностите на **интерканиновото разстояние в горната ЗД** са по-големи, отколкото в края на лечението. Стойността средно **намалява с 1,16 мм**, но има много широк диапазон на вариация – **+3,83 мм**. Вероятната причина за този широк диапазон е, че при пациенти с дефицит на място в интерканиновото разстояние в рамките на II степен, т.е. липса на място в горната челюст до **5 мм**, е постигнато разширение на зъбната дъга и/или оформянето на периметъра ѝ осигурява място. От края на ортодонтското лечение до края на ретенционния период се наблюдава минимално намаление, то има статистическа значимост, но клинична такава няма, защото е само **0,08**

мм. Т.е. може да се приеме, че липсва промяна на интерканиновото разстояние или то се запазва стабилно.

Общото отчетено намаление на интерканиновото разстояние в горната зъбна дъга при неоформено постоянно съзъбие до края на ретенцията, когато съзъбието вече е оформено и дори може да има и мъдреци, е **1,24 ±3,93 мм**. Широкият диапазон на стандартно отклонение (близо 4 мм марш) ни позволява да разсъждаваме върху възможно голямата вариация на промяната на СС в горната челюст. Имайки предвид разнообразните лечебни методи, които могат да въздействат в сагитална посока на ЗД отпред-назад и отзад-напред, ние можем да въздействаме на фронталния участък на ЗД с или без да променяме позицията на канините. Освен това в тази група има пациенти, които са с вестибуларно прораснали канини и интерканиновото разстояние е много по-голямо. Крайният резултат обаче съвпада с резултатите на други изследователи, които също са установили намаление на СС [83, 86, 110, 134, 136].

Важен резултат е запазената стабилност на изследвания параметър след края на ретенционния период. Пациентът е в стадий „млад възрастен” и установената стабилност би трябвало да се задържи в следващите 2–3 десетилетия при липса на други фактори, като общи заболявания.

Получените резултати за промяната на **СС в долната челюст** са различни. Наблюдава се увеличение на интерканиновото разстояние с **1,13 ±3,16 мм** от началото на ортодонтското лечение до края му. Промяната на СС ние обясняваме с постигането на правилна форма на долната ЗД, а широкия диапазон на средно увеличение на СС в долната челюст – също както и при горната челюст – с различните терапевтични методи, които са приложени в хода на лечението.

По-важният резултат е този, който се наблюдава след края на ретенционния период, а той е минимално намаление в периода от края на ортодонтското лечение до завършването на ретенцията от **0,02 ±1,59 мм**. Той се потвърждава и от други автори [16, 17, 140, 173, 186, 190].

Общата промяна от началото на лечението до края на изследвания период е **1,11 ±2,3 мм**.

Ширината на горната зъбна дъга в неоформено постоянно съзъбие се променя в рамките на очакваното. Средното увеличение на горната зъбна дъга е **4,46 ±2,21 мм**.

И при този параметър от края на ортодонтско лечение до завършването на ретенционния период се наблюдава **намаление** с около **0,5 мм**, което няма съществено клинично значение.

Общото увеличение на **ширината на зъбната дъга** под въздействие на растежа и ортодонтското лечение с фиксирана техника е **3,87 ±2,11 мм**.

От ортодонтска гледна точка това е възрастта, в която са най-големи промените на **ширината на апикалната база** на горната челюст поради оформянето на корените на страничните зъби. Промените, които наблюдаваме в този параметър, са следните: средното увеличение на АБ е **1,31 ±1,85 мм** от началото на лечението до неговото завършване. Следва периодът на ретенция, в който се наблюдава спад на ширината на АБ с **1,62 ±2,37 мм**. Обяснението за тази промяна е фактът, че ретенцията съвпада с времето на завършване на оформянето на корена на горен канин и първи премолар.

Общата промяна на АБ за целия период от неоформено постоянно съзъбие до завършване на ретенционния период е само **0,32 ±2,09 мм**.

II група ретенция – над 5 год. от края на ретенцията – късен постретенционен период

Интерканиновото разстояние при пациенти, при които е започнало ортодонтското лечение в периода на неоформено постоянно съзъбие, т.е. около 11–12-годишна възраст, преди пробива на вторите молари и наблюдавани над 5 години след края на ретенцията, потвърждава установеното и в предишната група. Средните стойности на **интерканиновото разстояние в горната ЗД** намаляват. От началото и до края на ортодонтското лечение с фиксирана техника се наблюдава спад на ширината с **0,83 ±2,90 мм**.

От края на ортодонтското лечение до времето на следващия отчетен период – над 5 години след завършване на ретенцията, се наблюдава минимален спад (**0,59 ±2,02 мм**).

Общата промяна на ЗД от 11–12 до 19–23-годишна възраст, т.е. периода на „млад възрастен”, е **намаляване на СС в горната ЗД с 0,24 ±3,25 мм.**

Каква би могла да е причината за това макар и минимално намаление на размера на СС в горната ЗД. Промяната на ЗД в периода на съзряването можем да обясним с два факта. Първият – вероятно с нарастване на дисталния участък на горната зъбна дъга се получава минимално медиализиране на горните канини, което е по-малко от **0,5 мм**, но е статистически значимо и се отбелязва като промяна в разстоянието. Вторият е действието на центростремителните сили на мускулите, които водят до слабото преместване на горните канини. Намаляването на интерканиновото разстояние се потвърждава и от други изследователи [16, 17, 152, 154].

Промяната на **СС в долната ЗД** е различна от този параметър в горната челюст. Представяме данните на медианата поради малкия брой случаи. Наблюдава се очаквано увеличение на дистанцията по време на ортодонтското лечение с **1,48 мм**. До края на наблюдавания период – над 5 год. от завършвания на ретенционния период, се наблюдава неголямо увеличение от **0,58 мм**. Общата стойност на промяната на СС на долната челюст за целия период на наблюдение (около 10 години) е **1,82 мм**.

Естествен е въпросът защо в долната зъбна дъга има увеличение от **близо 2 мм**, а в горната зъбна дъга има намаление на дистанцията? Обяснението се определя от възрастовата група. Пациентите в тази група са с незавършен растеж, а за долната челюст той е с по-дълъг период. За горната зъбна дъга изказваме предположението, че има центростремително минимално преместване на канините. В долната зъбна дъга има същото преместване, но при ортогнатно подредени зъби и достатъчно място се изявява остатъчният растеж, вероятно нарастването се изразява с увеличение на интерканиновото разстояние.

Промяна на **ширината на ЗД при неоформено постоянно съзъбие**. Наблюдава се увеличение на ЗД (представени са медианите) по време на ортодонтското лечение с **3,73 мм**. За период от 7–10 години е констатирано слабо намаление на ширината на ЗД с **0,26 мм**, което не

е от клинично значение. Или общата промяна на ЗД за целия изследван период е **3,70 мм**. Намалението на ширината на ЗД съответства с намалението на интерканиновото разстояние на горната ЗД. Минималното намаление на размера на ЗД е клинично обяснимо със слабото ѝ намаление на размера след сваляне на ортодонтския фиксиран апарат и промяната на оклузията в трансверзална посока вследствие на дъвкателния акт.

Промяна на **апикалната база** в неоформено постоянно съзъбие над 5 години от приключване на ретенцията. Интерпретираме данните, получени от медианата. АБ се променя с **0,78 мм** по време на ортодонтското лечение, когато е и най-активният неин растеж с оформяне на корените на страничните зъби. В периода на постретенция се наблюдава лек спад от **0,44 мм**, който е очакван, защото растежът е приключил. Резултатите показват, че промяната на АБ е минимална от периода на стадий на неоформено постоянно съзъбие до период от 10 год. наблюдение – само **0,16 мм**. Клиничната изява на представените стойности е, че апикалната база се повлиява от естествените физиологични процеси и минимално се повлиява от ортодонтско въздействие.

4. Пациенти с оформено постоянно съзъбие – в тази възраст активният растеж е в своя край, но има остатъчен растеж, нарастване на АБ с оформянето на корените на зъбите в страничния участък на ЗД и цялостното нарастване на организма. Наблюдението е също около и над 7 год.

І група ретенция – от 2 до 5 год. – ранен постретенционен период

Успех е да проследим 58 пациенти, които са се явили на преглед между 2–5 год. след края на ортодонтското лечение и ретенцията. Възрастта на пациентите при този преглед е най-малко 17–18 год. От клинична гледна точка тази възраст е с най-активен растеж по време на ортодонтското лечение. Възрастта е определена от времето на пробив на вторите постоянни молари.

При изследваните лица се установява, че увеличението на **интерканиновото разстояние** в горната ЗД след завършване на ортодонтското лечение е с **1,54 ±4,62 мм**. Наблюдава се увеличение на този параметър след края на ретенцията – **0,66 ±1,75 мм**, и общата промяна за този дълъг период е средно с **2,2 мм**. Наблюдават се сериозни вариации на стандартното отклонение, което клинично можем да обясним със следното: лечебните действия в зависимост от вида на ЗЧД, нормализирането на функцията *дишане* и от все още наличния растеж.

Промяна на **интерканиновото разстояние** в долната ЗД. Средното увеличение е от **1,79 ±1,76 мм** за периода на лечението. След завършването му и след края на ретенционния период се наблюдава промяна – увеличение от **0,5 мм**. Общата промяна на долното интерканиново разстояние в най-активната възраст на растеж е **2,29 ±4,18 мм**.

Реално времето на настоящото проучване съвпада с остатъчния растеж на долната зъбна дъга, което обяснява и значителното стандартно отклонение. Увеличението на СС в долната зъбна дъга в периода на активно ортодонтско лечение е **под 2 мм** и стандартното отклонение е **1,76 мм**, след това в периода на ретенция нарастването е **под 0,5 мм**, което е нормално, защото все още има растеж. Но голямото стандартно отклонение в този период е **3,78 мм** и може да се обясни с различния период на растеж на пациентите. За участие в тази група условието е да липсват мъдречи, така че всеки пациент без трети молари, независимо от възрастта и лекуван с фиксирана техника, влиза в тази група. Така тук се включват както пациенти с остатъчен растеж, така и пациенти със завършен растеж. Освен това всеки дългогодишен клиницист ортодонт ще потвърди емпиричното наблюдение, че диапазонът на пробив на зъбите е в широки граници, което определя и продължаващия растеж в широки граници.

Увеличението на **ширината на зъбната дъга** е **2,9 ±3,01 мм**. Разширението, което се установява, се дължи на ортодонтското въздействие чрез използваните различни лечебни методи – разширение на ЗД, дистализиране на първите премолари, които заемат по-широка

част в алвеоларната кост, или оформяне на периметъра на ЗД. В края на периода на ретенция се забелязва намаление на ширината, което е **по-малко от 1 мм – $0,3 \pm 1,12$ мм**, което се забелязва при всички групи в постретенционния период.

Или общата промяна на ширината на ЗД, която се постига за целия наблюдаван период, е **$2,6 \pm 2,9$ мм**.

Този резултат е очакван при оформяне на нулевата хипотеза, съобразявайки се със възрастта на участниците, които са в края на растежа си, или той вече наскоро е завършен.

Каква е промяната на **апикалната база**. Какво трябва да се очаква в тази изследвана група. Възрастта е след пробива на всички втори молари, но оформянето на корените е в различна степен, така че трябва да се очаква промяна. Увеличението на **АБ** след края на ортодонтското лечение е **$0,95 \pm 2,02$ мм**.

След завършването на ретенцията се наблюдава спадане на ширината на АБ **под 1 мм**, но стандартното отклонение е голямо – **$0,78 \pm 2,33$ мм**. Общата промяна на ширината на апикалната база е **$1,17 \pm 2,36$ мм**. Разликата в промяната на АБ спрямо предишната група е значителна. Очаквано би било АБ във възрастта, в която предстои оформяне на съзъбието, да е по-голяма, но тя не е. Докато в тази възраст, когато са израснали всички странични зъби без третите молари, нарастването на АБ е по-голямо. Логичното обяснение за получения резултат се състои в следните физиологични феномени за горната ЗД: в този период около 16-год. възраст се развиват активно зародишите на третите молари в горната челюст, т.е. има нарастване; освен това около тази възраст се вкостява небният шев и има цялостно нарастване на организма.

В постретенционния период средната стойност бележи спад под 1 мм, но стандартното отклонение потвърждава, че има динамични промени на тази анатомична структура – АБ.

II група ретенция – над 5 год. от края на ретенцията – късен постретенционен период

Броят на явилите се на преглед пациенти с над 5 год. от края на ортодонтското лечение е 23. Това ни позволява да интерпретираме данните от средните стойности на получените резултати.

От началото на ортодонтското лечение дистанцията на **СС в горната ЗД** се увеличава с **1,34 ±2,76 мм**. От завършването на ортодонтското лечение до края на наблюдавания период – над 5 години постретенция, се наблюдава увеличение с **1,21 ±2,14 мм**, т.е продължава промяната. Цялостното увеличение от началото на лечението до края на наблюдавания период е общо **2,55 ±2,5 мм**.

Как бихме могли да интерпретираме това увеличение на интерканиновото разстояние на пациентите със завършило развитие на ЗД в стадий на „млад възрастен” – на възраст най-малко 19–20 год. Вероятните причини за тази позитивна промяна са, от една страна, остатъчен растеж, и от друга, нормализиране на функцията *дишане*.

В тази изследвана група се установява, че увеличението на **интерканиновото разстояние в долната зъбна дъга** от началото до края на ортодонтското лечение е **1,49 ±1,49 мм**. За периода на ретенция и над 5 години след нея се наблюдава също увеличение – **0,11 ±1,14 мм**. Общото увеличение на дистанцията за целия наблюдаван период е **1,60 ±1,96 мм**.

Вероятната причина за нарастването на дистанцията се обяснява с наличието на растеж в този период. Обяснимо е нарастването на зъбните дъги, защото това е периодът, в който е пробил вторият молар и растежът на зъбните дъги е в трите посоки. В постретенционния период увеличението е минимално, което ни насочва, че пациентите вероятно са приключили растежа си.

От анализа на данните можем да установим, че се наблюдава минимално увеличение на интерканиновите дистанции, което е повече в периода на ортодонтското лечение.

Анализът на промяната на **ширината на ЗД** в оформено постоянно съзъбие показва, че увеличението ѝ в края на ортодонтското лечение е средно с **2,43 ±2,05 мм**. То е нормално и очаквано, защото е извършено ортодонтско лечение.

В периода след края на лечението до периода на повече от 5 години след ретенционния период се наблюдава намаление на изследваната дистанция от **0,46 ±0,64 мм**. Това статистически значимо намаление наблюдаваме във всички изследвани групи в постретенционния период, но то не е от клинично значение, защото не променя ортогнатната захапка на вече излекувания пациент.

Общата промяна на ширината е вследствие на ортодонтското лечение и общо увеличението е **1,96 ±2,12 мм**.

При проследяване на промяната на **АБ** при оформеното постоянно съзъбие в периода на ортодонтското лечение се наблюдава неголямо увеличение от **0,88 ±1,47 мм**. В периода след завършване на лечението до края на наблюдавания период се наблюдава **намаление на апикалната база с около 0,5 мм**. Цялостната промяна на **АБ** през изследвания период е **0,39 ±2,64 мм**.

Полученият резултат е очакван и съвпада с нулевата хипотеза на изследователя.

5. Пациенти с **оформено постоянно съзъбие и с наличен поне един трети молар** – тези пациенти са завършили основния си растеж, но все още има вертикален и остатъчен растеж, и са наблюдавани около и над 7–8 год.

І група ретенция – от 2 до 5 год. – ранен постретенционен период

Това е група пациенти, които се приема, че са със завършено развитие щом започва пробивът на третите молари и условно в ортодонтската практика се счита, че това са лица над 16 год. Възрастовият диапазон е много широк, но това, което се очаква, е да има неголяма промяна на **СС** на горната и долна **ЗД**, минимална промяна в ширината на зъбната дъга и почти незначителна в ширината на **АБ**. Какво показват резултатите.

В края на ортодонтското лечение се наблюдава увеличение на интерканиновото разстояние в горната челюст с **1,05 ±2,85 мм**. Това увеличение определено се дължи на ортодонтското лечение. След ретенционния период наблюдаваме увеличение от **0,62 ±1,38 мм**. Това малко увеличение може да се приеме като задържане на стабилен

резултат след завършването на ретенцията. Общата промяна, която се получава след ортодонтското лечение в горната зъбна дъга, е **1,67 ±3,33 мм**. То се дължи на увеличението на параметъра СС в горната зъбна дъга.

Разликата на средните стойности и медианите е значителна. Увеличението на СС в горната зъбна дъга след ортодонтското лечение е **2,44 мм**. В края на изследвания постретенционен период се наблюдава промяна на медианата с **0,42 мм**, което от клинична гледна точка бихме приели като запазване на размера на СС.

Общото увеличение на медианата на СС в горната ЗД за целия период е **2,02 мм**. Ние смятаме, че това е увеличението на параметъра СС в горната зъбна дъга, на който може да се разчита в тази изследвана група.

Промяна на СС в долната челюст. Увеличението на тази дистанция вследствие на ортодонтското лечение в долната челюст е **2,58 ±2,61 мм**. Следва минимално спадане на дистанцията, което едва ли има клинична стойност – **0,06 ±2,53 мм**. Общата промяна на долното интерканиново разстояние за целия изследван период е **2,52 ± 0,86 мм**. Полученият резултат е очакван и се потвърждава и от други изследвания [16, 17, 80].

Промяната на **ширината на ЗД** също е очаквана. Нейното увеличение по време на ортодонтското лечение е с **2,33 мм**, което се дължи на нормализирането на периметъра на ЗД. В постретенционния период има слаб спад от **0,39 мм**, който е без клинично значение, а се дължи на вече коментираното слабо намаление на трансверзалния размер на ЗД. Общото увеличение на ширината на ЗД е **1,93 мм**.

Ширина на АБ. От получените резултати установяваме, че АБ в тази изследвана група се увеличава с **1,06 мм**, независимо че средностатистическият растеж е завършил. Ние отдаваме увеличението на тази анатомична структура с движението на зъби, предизвикано от ортодонтското лечение и нормализирането на функцията *дишане*.

В постретенционния период се наблюдава спад от **0,5 мм**, който се дължи на липсата на външно въздействие и се запазва стабилност. Общата промяна на АБ за целия изследван период е **0,26 мм**.

II група ретенция – над 5 год. от края на ретенцията

В тази група не може да бъде направен коментар, защото не са се явили достатъчен брой пациенти.

По задачи 5 и 6.

5. Да се изследва интерканиновото разстояние на правилно подредени зъбни дъги на лица в етап „млад възрастен“ с интактно съзъбие, без проведено ортодонтико лечение.

6. Да се изведе зависимост между оптималната интерканинова ширина и ширината на инцизивите в горна и долна челюст, за да се запази стабилно интерканиновото разстояние.

Изпълнението на задача 5 е свързано с определянето на оптимално интерканиново разстояние според ширината на инцизивите в горна и долна челюст, за да се запази стабилно за дълъг период от живота. За целта е избрана контролна група от лица в стадий „млад възрастен“, тъй като съзъбието, развитието и растежът са завършени, лицата са здрави, без налични патологични промени на костта и вероятно това съотношение по-нататък се запазва, а и параметрите на зъбната дъга са най-стабилни в този период.

Изследваните лица са 32 – ортодонтически здрави пациенти с правилно подредени зъбни дъги – т.нар. *изследвани субекти (ИС)*. За всеки ИС са измерени по 13 различни разстояния в горната и долната челюст. Изследваните дистанции са отбелязани с **X** на табл. 58 и фиг. 35 и 37 (вж. *Материал и методика* на настоящия научен труд).

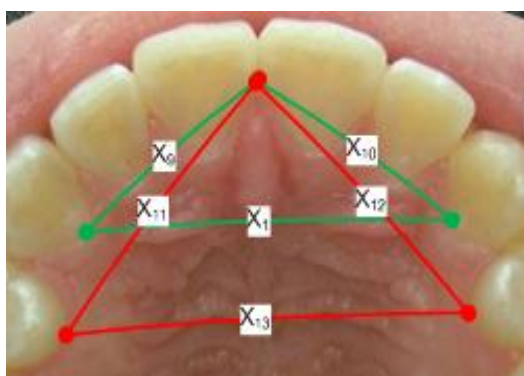
Табл. 58. Изследвани параметри в горна и долна челюст

Променлива	Съкращение		Описание
	ГЧ	ДЧ	
X ₁	CC	CC	Интерканиново разстояние
X ₂	SI	Si	Сума от ширините на 4-те резеца (вестибуларно)
X ₃	ДРР	ДРР	Дебелина на режещия ръб на горен и долен централен десен инцизив
X ₄	UL-HVC	LL-HVC	Височина на ляв кучешки зъб (вестибуларно)
X ₅	UR-HVC	LR-HVC	Височина на десен кучешки зъб (вестибуларно)
X ₆	UL-HLC	LL-HLC	Височина на ляв кучешки зъб (лингвално)
X ₇	UR-HLC	LR-HLC	Височина на десен кучешки зъб (лингвално)
X ₈	U-LMDD3	L-LMDD3	Сума от ширините на 6-те зъба – от левия до десния кучешки (лингвално)
X ₉	UCR-DILG	LCR-DILG	Разстояние от точката между двата централни резеца, откъм страната на лигавицата до точка от десен кучешки зъб
X ₁₀	UCL-DILG	LCL-DILG	Разстояние от точката между двата централни резеца, откъм страната на лигавицата до точка от ляв кучешки зъб
X ₁₁	UPR-DILG	LPR-DILG	Разстояние от точката между двата централни резеца, откъм страната на лигавицата до точка от десен първи малък кътник
X ₁₂	UPL-DILG	LPL-DILG	Разстояние от точката между двата централни резеца, откъм страната на лигавицата до точка от ляв първи малък кътник
X ₁₃	U-IPP	L-IPP	Интерпремоларно разстояние

Изпълнението на **задача 6** е свързано с решението да бъде изведен **математически метод**, чрез който **при зададена сума на горните или долните резци** (т.нар. **параметър X_2**) да се **определи интерканиновото разстояние** (т.нар. **параметър X_1**) за горната или долната челюст.

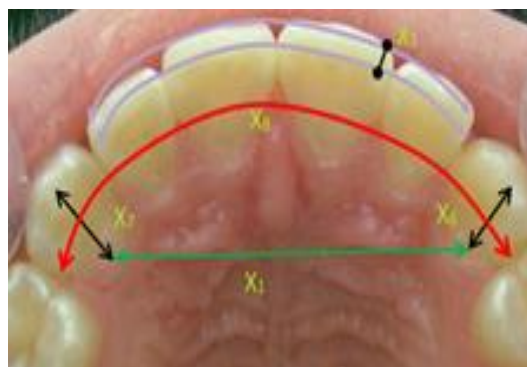
Математическите доказателства са оформени в два варианта.

Първият вариант е установяване на интерканиновата ширина в горна и долна ЗД спрямо МДД на инцизивите в съответната челюст.



Означенията във фигурата кореспондират с тези в табл. 58. „Зеленият“ и „червеният“ триъгълници са наречени съответно **триъгълник М** и **триъгълник G**, независимо от това за коя челюст се отнасят (вж. фиг. 37 от *Материал и методика* на настоящия научен труд).

Вторият вариант е установяване на интерканиновата ширина в горна и долна ЗД спрямо МДД на инцизивите в съответната челюст и дебелината на режещия ръб на централния десен инцизив в съответната челюст (вж. фиг. 35 от *Материал и методика* на настоящия научен труд).



Тук е мястото да се обясни смисълът на всяко едно измерено разстояние, т.е. вземат се разстояния, измерени в две „независими“ ортогонални направления, което позволява „поне двумерно“ да се определи положението на останалите **точки на измерване (ТИ)**, като същевременно дава възможност да се оценят разстоянията между тях. Измерванията са подбрани по такъв начин, че да остават „относително постоянни“ от ортодонтска гледна точка, т.е. те са „нечувствителни“ към ортодонтски промени.

Математическа формулировка на поставената клинична задача: да се прогнозира ширината на СС в горната и долна челюст на базата на описаните стойности, представени в таблици 59 и 60.

Табл. 59. Данни от измерванията на изходните параметри на горната ЗД на контролната група

№	CC	SI	DPP	UL-HVC	UR-HVC	UL-HLC	UR-HLC	U-LMDD3	UCR-DILG	UCL-DILG	UPR-DILG	UPL-DILG	U-IPP
1	22.8	28.4	1.7	9.4	9.3	9.2	9.4	40.9	13.9	13.87	18.09	18.18	25.65
2	24.5	29.0	2.5	10.7	10.7	7.3	7.2	46	16.64	16.54	21.49	20.97	29.39
3	32.6	29.5	2.2	10.5	10.6	7	8.2	44.4	19.51	17.49	22.7	20.63	29.04
4	25.0	27.4	2.1	8	6.5	7.8	7.6	41.2	15.84	15.73	19.9	20.59	28.68
5	25.7	30.2	2.2	9.2	9.2	9.4	9.1	46.9	16.45	17.03	22.81	23.27	32.15
6	26.8	32.7	2.4	9.6	9.3	9.4	8.6	45.5	17.56	16.67	20.81	20.08	26.67
7	24.6	26.6	2.4	8	6.4	7.6	8.2	38.1	15.53	15.79	19.3	19.96	27.95
8	24.4	30.3	2.2	7.9	8.6	8.9	9	41.5	15	14.58	20.36	20.17	28.94
9	24.5	28.4	1.7	8.2	8.2	8	8.1	41.8	15.96	16.93	19.78	19.02	24.23
10	22.5	28.9	1.5	8.2	8.9	7.4	6.1	40.8	14.61	17.2	19.15	18.47	26.89
11	24.9	27.8	1.4	8.7	8	8.6	7.7	41.4	14.13	15.42	17.85	17.51	25.75
12	26.9	27.2	1.9	6.7	7.2	7.8	8	40.5	16.58	15.54	21.83	19.55	25.33
13	26.9	27.2	1.9	6.7	7.2	8	7.8	40.5	16.36	15.67	21.77	20.09	24.88
14	28.0	26.9	1.8	9.7	9.4	9.2	8.9	42.1	14.13	15.42	17.9	17.55	25.8
15	24.4	30.6	1.9	7.3	7.4	7.3	8.4	42.4	15.2	13.81	19.49	17.96	26.94
16	28.2	31.3	1.9	7.4	8.5	8.4	9.2	47.6	16.72	18.51	22.31	23.76	30.96
17	26.0	28.2	1.4	9.8	9.5	8.6	8.9	40.3	14.9	15.46	18.17	19.15	26.3
18	24.5	26.7	1.7	8.3	8.6	8.3	8.3	41.5	15.67	14.8	15.45	15.66	26.49
19	27.4	31.1	2.3	10.6	9.4	9.9	9.5	46.2	17.74	15.99	20.01	20.63	26.62
20	24.6	28.7	1.7	7.7	7.1	8	8.7	42	16.12	15.58	20.09	18.83	24.18
21	26.2	30.9	2.0	9.2	8.1	10	9.5	50.1	16.3	17.11	22.72	22.95	32.01
22	28.3	29.4	2.2	12.2	11.2	9.5	9.4	45.1	18.66	17.37	21.23	21.09	29.22
23	29.2	30.7	1.7	8.6	8.1	8.9	8.8	40.7	14.97	14.49	20.22	20.18	27.98
24	22.2	30.9	1.8	9.5	9.3	8.5	8.1	43.2	14.8	16.51	19.26	21.36	23.99
25	25.7	31.5	1.8	8.8	9.3	8.3	8.8	45	13.78	16.68	19.3	19.99	25.87
26	21.9	30.1	2.1	10.3	9.3	9.4	9.8	44.8	18.66	17.81	21.96	21.8	29.79
27	25.8	29.3	1.6	9.2	9.5	7.6	7.8	44.9	17.08	17.15	20.78	20.33	25.95
28	25.1	30.0	1.7	9.5	9.5	9.7	9.7	45.3	15.02	15.56	19.91	19.87	29.94
29	24.1	31.9	2.2	9.8	9.7	9.4	9.4	45.6	15.59	15.15	20.19	19.67	26.86
30	23.0	32.2	1.8	9.9	8.8	9.4	10	47.3	14.77	15.02	20.94	21.71	26.4
31	26.4	33.5	2.0	10	8.1	9	8.9	35.1	15.33	16.08	21.46	21.7	29.56
32	28.9	29.1	1.8	7.7	7.7	8.6	8.2	51.3	14.87	15.82	20.24	19.66	26.41

Табл. 60. Данни от измерванията на изходните параметри на долната ЗД на контролната група

№	CC	Si	DPF	LL-HVC	LR-HVC	LL-HLC	LR-HLC	L-LMDD3	LCR-DILG	LCL-DILG	LPR-DILG	LPL-DILG	IPPL
1	17.30	22.2	1.56	8.2	8.7	9.4	11.2	32.5	10.96	10.78	15.38	15.9	25.36
2	19.5	20	2.05	11.8	11.2	9.5	9.5	35.6	17.4	14.37	20.42	20.04	27.37
3	20.5	22.9	1.95	11.6	11.6	7.6	8.5	35.3	12.85	12.57	17.14	17.37	26.38
4	21	20.6	2.07	7.2	6.9	7.2	5.5	31.7	12.55	12.59	16.62	17.38	26.29
5	23.1	23.8	2.01	10.3	9.6	9.6	8.8	36.3	13.45	12.28	18.73	19.23	28.89
6	18.6	22.2	2.37	11.4	11	8.9	9.8	34.7	15.27	12.16	17.8	16.44	27.66
7	21	21.3	2.02	8.3	7.8	7.8	7.3	33.9	11.8	12.24	17.47	17.1	26.55
8	18.8	21.7	2.21	9.1	8.9	8.5	8.8	33.6	11.06	11.86	16.68	16.36	27.25
9	18.3	19.6	1.6	8.7	8.8	8.5	8.1	30.5	11	10.94	16.17	16.29	24.86
10	19.5	21.1	1.88	8.5	9.1	8.2	7.9	34.5	12.28	10.94	15.44	15.19	24.54
11	19.1	21.8	1.4	8.4	9.7	8.6	8.8	33.3	10.68	10.25	14.23	14.96	19.27
12	20	19.3	1.9	7.2	7	6.5	7.8	31.9	11.57	11.62	19.13	19.66	27.74
13	20	19.3	1.7	7.2	7	6.5	7.8	31.9	11.33	11.45	19.11	18.93	26.73
14	21	21.7	1.4	10	10	8	8.6	34.4	10.69	10.3	14.23	14.98	19.3
15	21.3	20.1	1.9	7.8	8.3	8.1	8.5	35.8	11.37	11.32	15.91	16.07	25.75
16	21.7	23.5	2.16	8.5	9.3	7.7	9.2	35.8	13.07	12.93	17.51	17.21	26
17	20	20.3	1.76	10	10.6	8.2	8	31.3	9.44	9.45	14.56	13.88	23.56
18	19.4	21	1.58	8.7	8.9	8.1	8.5	30.5	10.68	11	20.34	18.78	24.64
19	19.1	21.7	2.3	11.2	11.8	10.5	10.8	32.9	10.29	11.22	17.81	17.08	27.68
20	20.9	21.4	2.24	8.5	8.2	8.3	8.2	31.6	11.19	10.29	16.54	15.49	24.94
21	20.8	21.8	2.4	9.8	9.8	9.7	10	35.3	12.9	12.41	19.68	18.01	30.39
22	21	22.3	2.2	12.5	9.8	10.3	9.6	33.2	12.17	11.36	16.93	16.37	26.46
23	18.5	20.9	2.21	8.9	8.2	8.1	8.4	31.3	11.12	11.5	16.58	16.27	26.93
24	16	26.8	1.82	8	8	9	8.9	35.4	11.32	10.55	15.74	15.95	22.23
25	17.9	22.6	1.53	8.9	8.6	8.9	8	34.5	10.85	10.77	17	16.09	25.83
26	21.7	19.7	2.03	9.9	10.2	10.1	11.1	33.4	13.03	12.03	17.78	18.22	28.38
27	18.8	20.9	1.64	10.5	10.5	7.6	8.4	33.1	11.78	11.14	20.58	16.41	24
28	22.5	25.2	1.65	10.5	8	9.3	8.3	33.4	12.92	14.48	19.24	18.64	28.36
29	19.1	24.6	1.76	9.8	10.5	9.6	8.6	36.2	13.38	12.15	18.3	18.24	27.45
30	19	25.7	1.25	9.9	9.9	8.7	9.2	35.3	10.99	11.54	16.68	20.34	23.94
31	19.2	23.6	1.53	8.5	8.2	9.6	10	49.2	12	10.81	17.29	20.95	26.98
32	19.1	21.7	1.48	8.8	8.9	8.9	8.2	35	10.78	11.79	15.66	19.22	24.82

По задача 5.

1. Мотивация за решаване на поставения проблем

Чрез установяване на стойностите на интерканиновото разстояние при ортодонтски здрави лица се доказва, че полученият размер осигурява стабилност на зъбната дъга.

2. Бележки върху „некоректно поставени“ задачи

Изследователските задачи, които обикновено се налага да бъдат решавани, са от тип „Задачи за реконструкция“ или „обратни задачи“ (reconstruction¹, inverse problems²). Името на въведеното понятие показва, че при задачи от такъв тип е необходимо по информацията за част от елементите на дадена система да се възстановят (реконструират) липсващите ѝ елементи. Такива задачи възникват, когато трябва да се възстановява история или да се прогнозира бъдещи събития. Задачата, която сме си поставили, е типичен представител на класа „Реконструктивни задачи“. „Обратните“ задачи най-често са „некоректно поставени задачи“ (*ill-posed problems*)³. По дефиниция некоректно поставени са онези задачи, които имат повече от едно решение или пък решението им е нестабилно, т.е. по него не може да бъде „реконструирана“ липсващата информация. Некоректно поставената задача може да бъде решена само с помощта на допълнителни предположения, които я превръщат в коректно поставена задача (*well-posed problem*)⁴.

Предполага се, че направените измервания, с изключение на търсената величина интерканиново разстояние, са „ортодонтски нечувствителни“.

Данните в настоящата разработка са обработени изцяло с помощта на пакета MatLab®, Mathworks Inc. Natic, USA, (2014b), като приложението на изброените методи е реализирано чрез системни и собствени функции, работещи в среда на MatLab® 2014b. За пресмятане на мрежовите мерки са използвани пакетите Brain Connectivity Toolbox, Matlab Tools for Network Analysis (MIT) [51, 171].

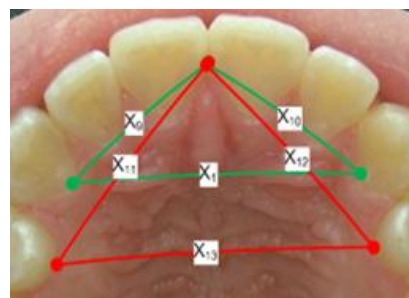
¹ <http://math.nsc.ru/LBRT/u2/Survey%20paper.pdf>

² http://en.wikipedia.org/wiki/Inverse_problem

³ http://www.encyclopediaofmath.org/index.php/III-posed_problems

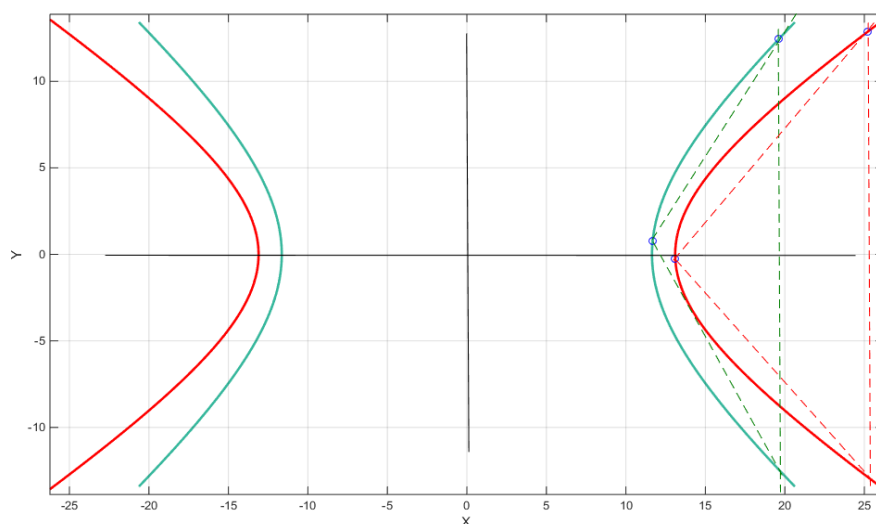
⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Well-posed_problem

Като първа стъпка към решаването на поставената задача се използва дължината на хипербола, в която е вписан триъгълник. Построяват се две хиперболи: в първата е вписан *зеленият триъгълник M*, а във втората – *червеният триъгълник G* [52, 85].



3. Построяване на хипербола, описана около триъгълник

За построяването на хиперболата е използвано каноничното ѝ уравнение $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$. Откриването на параметрите a и b налага да бъдат „канонизирани“ координатите на избрания триъгълник M или G . Канонизацията е извършена посредством две последователни смени на координатната система, реализиращи ротация и транслация. При първата смяна (ротация) основата на триъгълника застава перпендикулярно на абсцисната ос. След подходяща транслация пресечната точка на абсцисната ос с основата се премества в средата на основата на триъгълника. След двете смени на координатната система се използват новите координати на върха на триъгълника, нележащ на основата му, и един от основните върхове, за да се определят параметрите a и b от каноничното уравнение на хиперболата (фиг. 92).



Фиг. 92. Построяване на хипербола с вписан триъгълник

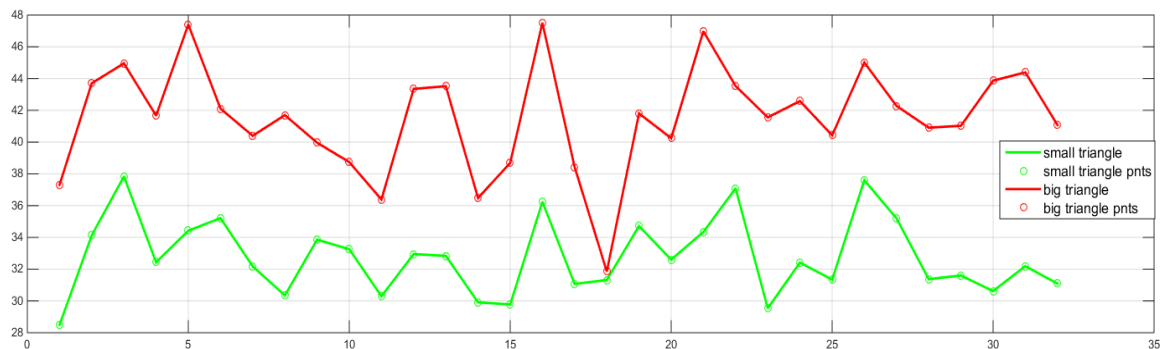
Успоредно с изчисляването на дължините на хиперболите са оценени и разстоянията между точките на измерване в основите на двата триъгълника. Изчисленията са извършени с помощта на геометрични преобразувания от елементарната геометрия. Така

получените разстояния са използвани за извеждането на изходните резултати в настоящата разработка.

Построени са две канонични хиперболи за един от изследваните субекти, заедно с вписаните в тях триъгълници.

Дължините на построените хиперболи са изчислени чрез интегриране. Интегрирането за изчисляване на дължината на всяка една от хиперболите се извършва в граници, определени от върха на хиперболата и пресечната точка на вертикалната страна на вписания в хиперболата триъгълник с абсцисната ос. Разбира се, триъгълник M е прекалено малък, за да се очаква, че дължината на описаната около него хипербола може да приближава търсения параметър. По-скоро такова приближение се очаква от дължината на описаната около триъгълник G хипербола [52].

Идеята е да се използва една величина или пропорционална на нея друга величина, за да се **прогнозира стойността на търсеното разстояние**. Ако се покаже пропорционалност в дължините на двете хиперболи при поне по-голямата част от ИС, то този факт ще даде основание да се прогнозира с помощта на „големия“ триъгълник вместо с „малкия“, или ако се използват резултатите от „малкия“ триъгълник – то те да се умножат със съответния коефициент на пропорционалност. Пропорционалността е демонстрирана на фигура 93.

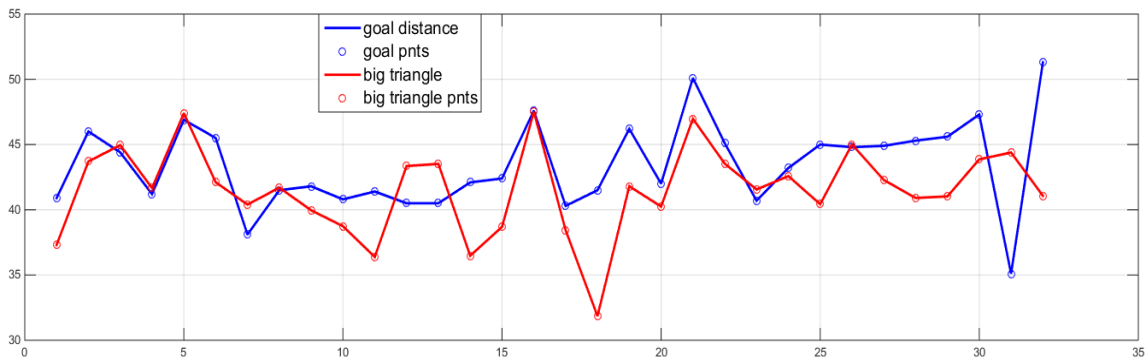


Фиг. 93. Пропорционалност на дължините на описаните около двата триъгълника хиперболи

Легенда: По абсцисната ос на графиката са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – дължините на съответните две хиперболи – съответно в зелен и червен цвят.

На фиг. 93 ясно личи пропорционалността в поведението на двете криви. Полученият резултат дава основание да се работи с „червения“ вместо със „зеления“ триъгълник. Сравняват се получените чрез „червения“ триъгълник резултати с търсеното разстояние. Сравнението е показано на фиг. 94. На нея е показана и точността, с която избраната от нас хиперболична мярка приближава търсеното от нас разстояние.

Показано е и приближението чрез хиперболата на малкия триъгълник, умножена с коефициента на пропорционалност. Резултатите са почти идентични.

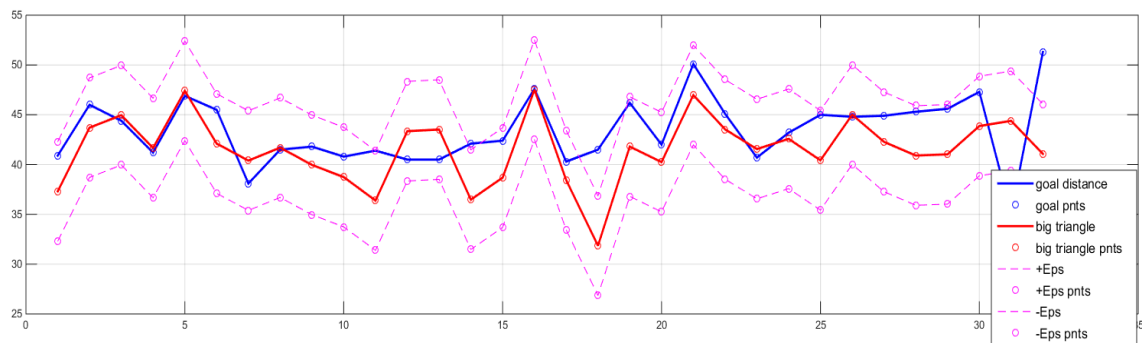


Фиг. 94. Сравняване на дължината на „голямата“ хипербола с търсеното от нас разстояние

Легенда: По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – дължините съответно на „голямата“ хипербола в червен цвят и на търсеното от нас разстояние в син цвят.

На фигура 95 е показана избраната хипербола, която апроксимира търсеното разстояние с доста добра точност, което потвърждава резултатите и на други автори – S. Braun и W. P. Hnat, чиито изследвания са от 1997 г. [52].

Тъй като се счита, че 20 години по-късно би трябвало да се постигне повече, се прави опит да се приближи търсената величина с точност, близка до точността на метода на измерване. Като първа стъпка се определя „епсилон“ околност на изчислената вече хипербола, така че в нея да се съдържат всички търсени точки (фиг. 95).



Фиг. 95. Епсилон околност на търсената величина

Легенда: По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – дължините съответно на „голямата“ хипербола в червен цвят и на търсеното от нас разстояние – в син. Епсилон околността е дадена с пунктир в цвят магента.

Епсилон околност на търсената величина вече съществува, което означава, че за всеки ИС има интервал, всяка една от стойностите на който е кандидат за търсеното разстояние.

От изчисленията и направените коментари става ясно, че описаният метод работи, но за постигането на по-висока точност трябва да се обърне внимание не само на геометрията, но и на топологията на поставения проблем. Направеният извод позволява да се потърси модел, съчетаващ в себе си метрични, геометрични и топологични характеристики на моделираните обекти.

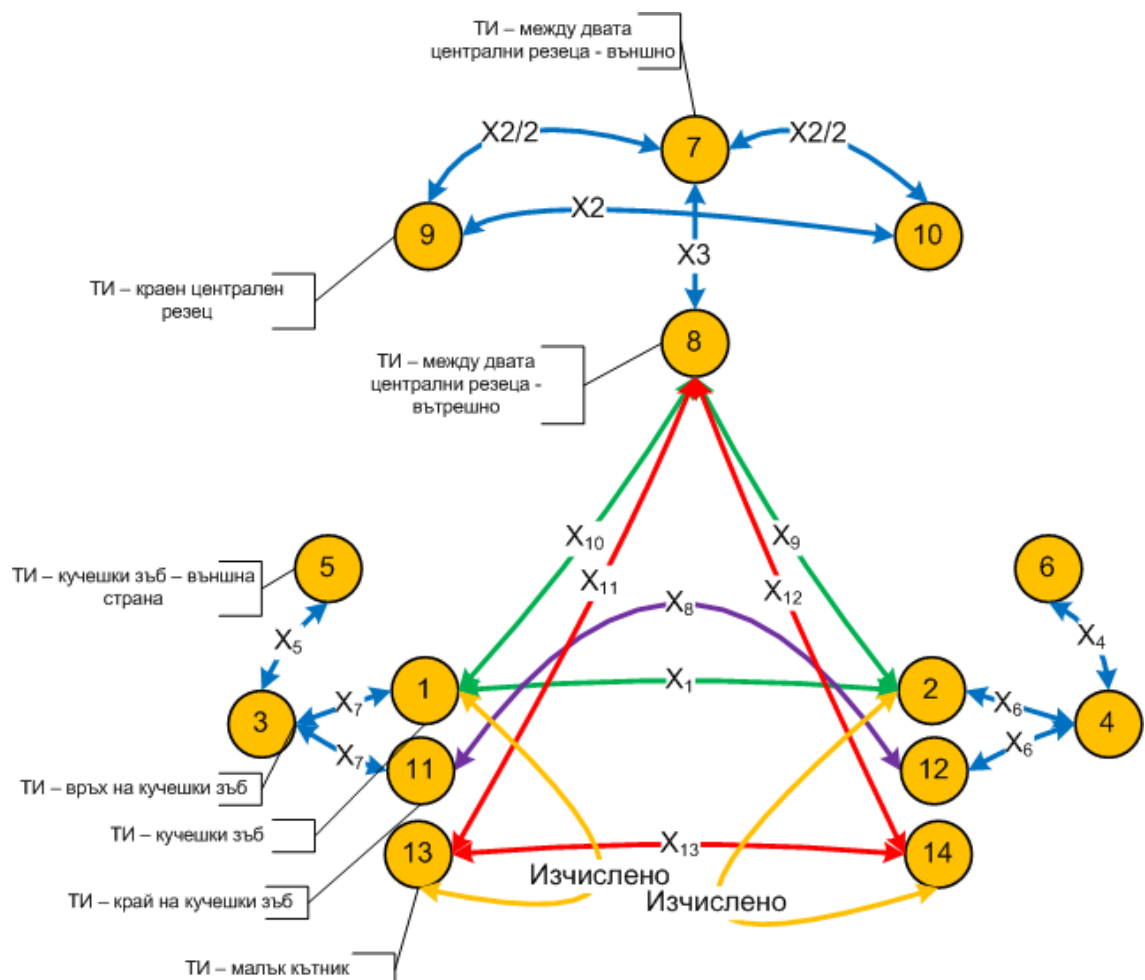
4. Приложение на теорията на графите

Тук е използвана теорията на графите. **Граф** (*graph*) се нарича множество от точки (**върхове/nodes**), съединени с линии (**ребра/edges**). Когато реброто няма определена посока, графът се нарича **неориентиран** (*non-oriented*). Върховете на графа се номерират с естествени числа, започващи от 1. Графът се нарича **граф с тегла** (*weighted* – „отегловен“), когато на всяко негово ребро е съпоставено неотрицателно, реално число, наречено „тегло“ (*weight*), т.е. върху всяко ребро е записана стойност, представяща например разстоянието между свързаните със съответното ребро върхове. Един граф се нарича **свързан** (*connected*), ако съществува път между всеки два негови върха. Накрая един граф се нарича **прост** (*simple*), ако няма **кратни ребра** (*multiple edges*) и **примки** (*loops*).

Математическата дефиниция на графа е описана в Приложение № 2. Графите представляват модел, който отчита не само разстоянията между обектите, но и свързаността им в една обща мрежа. Повече данни от теорията на графите са дадени в Приложение № 2.

5. Построяване на граф на свързаността

За всяка точка на измерване и за всяка челюст е построен граф, имащ ребра – измерените разстояния и върхове – точките на измерване (ТИ). На фиг. 96 е показан граф, съдържащ всички измерени разстояния, описани в таблица 58 като ребра, и 14 върха, съответстващи на **точките на измерване**. Разстоянията между върхове 1 и 13, както и между 2 и 14 на фигура 96 са означени с думата „изчислено“, тъй като тези разстояния са пресметнати предварително (вж. т. 3).



Фиг. 96. Схема на граф, съдържащ измерванията за една челюст
 ТИ са надписани, а разстоянията са означени съгласно нотацията от табл. 58.

6. Основна хипотеза и свързана методология

Предложената в настоящата разработка нова методология, използваща теорията на графите, се състои в следното:

- За всеки ИС и всяка изследвана челюст са построени **граф А** и **граф В**:
 - Първият (**граф А**) е построен съгласно схемата от фигура 96.
 - Вторият (**граф В**) е идентичен с първия, но без използваното разстояние X_8 (сумата от ширините на зъбите от ляв до десен канин – лингвално) (табл. 58).
- Избирани са мерки върху графи, които оценяват разликите между **граф А** и **граф В**, т.е. влияят се от липсата на X_8 в *В* и съответно от присъствието на X_8 в *А*.

- Стойностите на избраните мерки са пресметнати за всеки изследван субект (ИС).

- Основната хипотеза е – *ползвайки само граф B и функция F на мярка M , да реконструираме X_8 .*

Потвърждението на изказаната хипотеза е в Приложение № 2.

7. Извеждане на размера на интерканиновото разстояние в горна и долна челюст

7.1. Мотивация на проблема

За клиничната практика би било най-полезно да се използват променливи, които са леснодостъпни за измерване, минимално променящи се под действие на различни фактори и минимални по брой. Затова тук са посочени променливи, които са добре известни биометрични методи.

7.2. Изследвани променливи

В тази част на проучването са представени резултати, получени при използването на два параметъра – ширина на инцизивите съответно за горната и долната челюст и дебелина на режещия ръб на десния резец в съответната челюст. Параметрите, отнасящи се до това изследване са:

	<u>ГЧ</u>	<u>ДЧ</u>	
X_1	СС	СС	Интерканиново разстояние
X_2	SI	Si	Сума от ширините на 4-те резеца (вестибуларно)
X_3	ДРР	ДРР	Дебелина на режещия ръб на горен и долен централен десен инцизив

Поставената задача е:

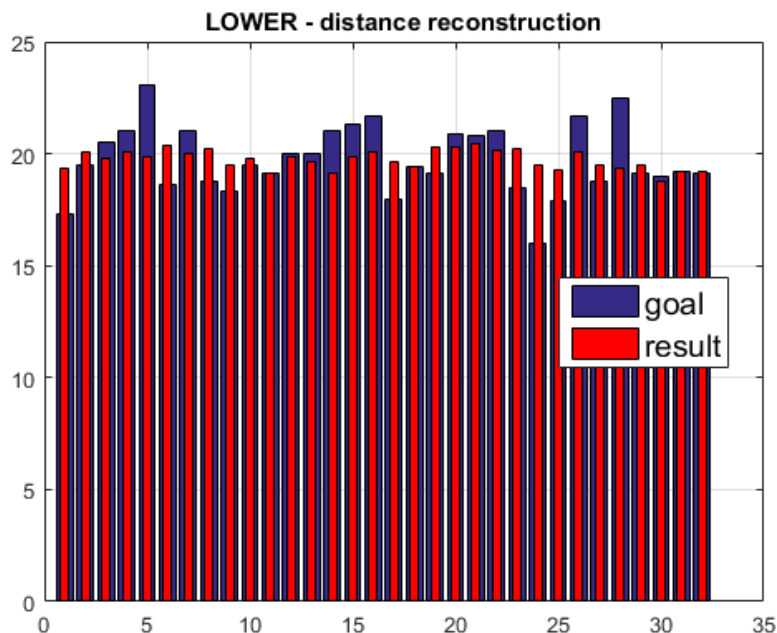
Да се прогнозира стойността на X_1 както за долна, така и за горна челюст, на база на измерените стойности за X_2 и X_3 .

Използван е регресионен анализ в резултат, на който е направена прогноза за стойността на X_1 . Регресията е подбрана така, че да обяснява над 95% от вариацията на входните данни. В този случай, за радост на всички, формула от „затворен тип“ съществува.

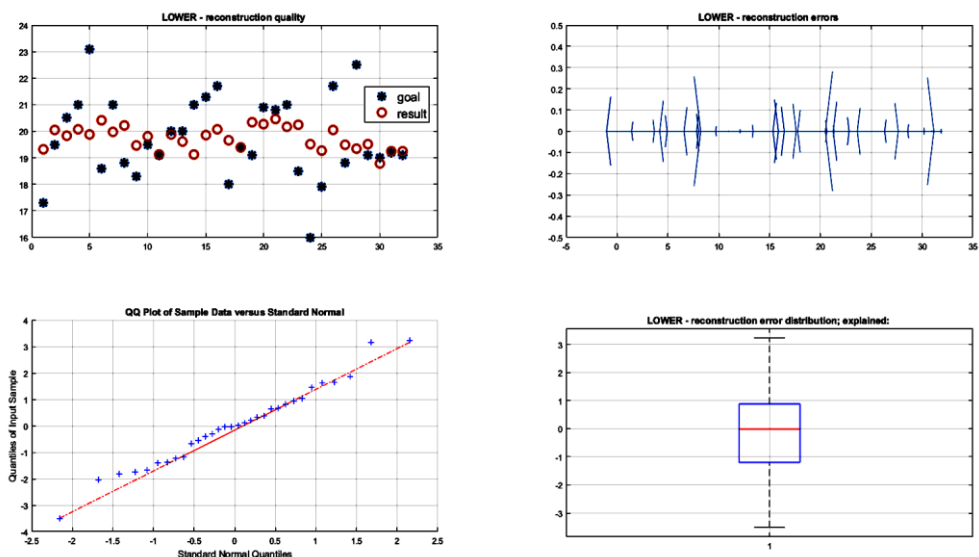
– За долна челюст: $X_1 = -0.0356 * X_2 + 1.3299 * X_3 + 18.0459$

– За горна челюст: $X_1 = -0.0436 * X_2 + 1.3946 * X_3 + 24.2966$

Получените резултати от решаването на задачата за горна и долна челюсти са показани на фигури 97, 98 (за долна челюст) и 99 и 100 (за горна челюст):



Фиг. 97. Реални и реконструирани дистанции в долната зъбна дъга (синьо и червено)

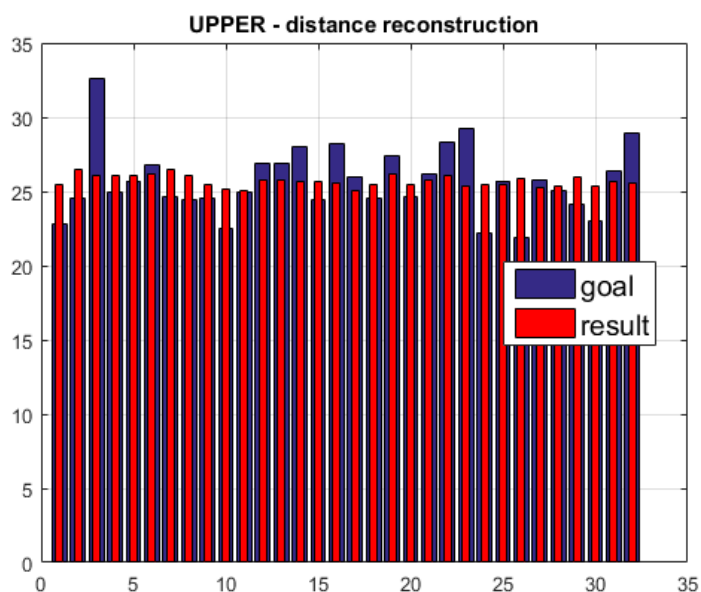


Фиг. 98. Анализ на грешката – долна челюст

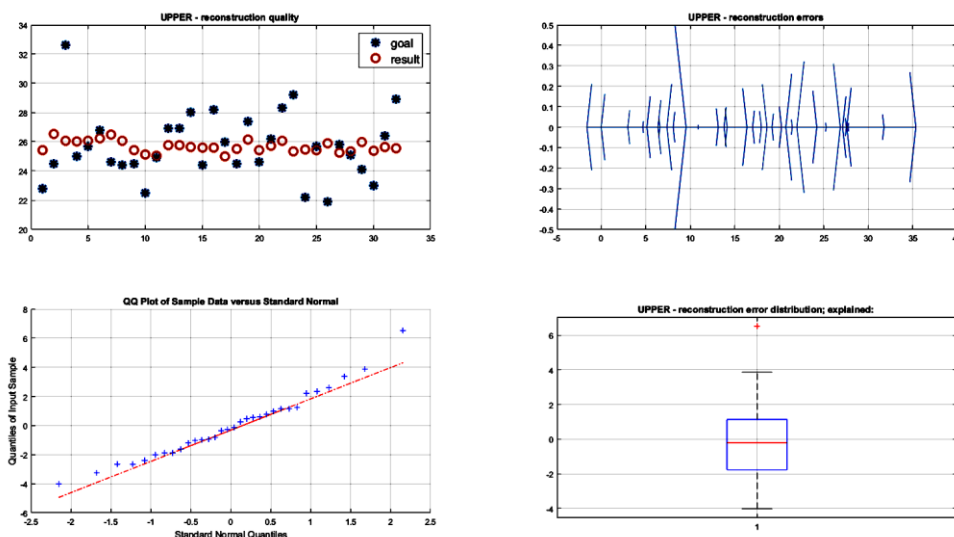
Анализът на данните от фиг. 98 показва следното разпределение на грешките при реконструкцията – статистическият бокс-плот показва, че грешките са в интервал от (-2) до (+2) мм за над 92% от случаите.

Анализът на фигури 99 и 100 показва следното – разпределение на грешките при реконструкцията – статистическият бокс-плот показва, че грешките са в интервал от (-3) до (+3) мм за над 92% от случаите.

Използваният метод е единствената възможност съобразно броя на входните параметри да се намери търсеният параметър. Извършен е пълен регресионен анализ на данните.



Фиг. 99. Реални и реконструирани дистанции в горната зъбна дъга (синьо и червено)



Фиг. 100. Анализ на грешката – горна челюст

Първо е тестван *прост линеен регресионен модел*, а след това и съответните *обобщени линейни регресионни модели*, включващи в себе си различни моделни разпределения:

- binomial $\log(\mu/(1 - \mu)) = Xb$
- gamma $1/\mu = Xb$
- inverse Gaussian $\mu^{(-2)} = Xb$
- normal $\mu = Xb$
- poisson $\log(\mu) = Xb$

Резултатите за всяко от посочените разпределения съвпадат с тези при нормално разпределение и прилагане на прост линеен регресионен модел, което, от една страна, е очаквано, предвид ограничения обем данни.

От друга страна, съвпадението на резултатите при предположение за различни разпределения потвърждава представителността на подобрите данни.

По шеста задача

Поставената задача е:

Да се прогнозира стойността на X_1 както за долна, така и за горна челюст, на база на измерените стойности за X_2 .

Резултатът е показан в таблици: 61, 62, 63 (преди обсъждането на резултатите по пета и шеста задачи) и в 64, 65, 66, 67, 68 и 69 (след обсъждането).

1. Какво се използва?

Използван е анализ в резултат, на който е прогнозирана стойността на X_1 . Аналитичният метод е избран така, че да обяснява над 95% от вариацията на входните данни.

2. Получаване на резултатите

Защо се намалява броят на входните параметри, когато вече има резултат с два входни параметъра?

Основанията са следните:

- Защо е намален броят на входните параметри от 2 на един?

Двата входни параметъра от предната задача са много силно корелирани помежду си, следователно е разумно да се провери дали не може да се постигне подобен резултат само с помощта на един от двата параметъра.

- Кой параметър трябва да се избере?

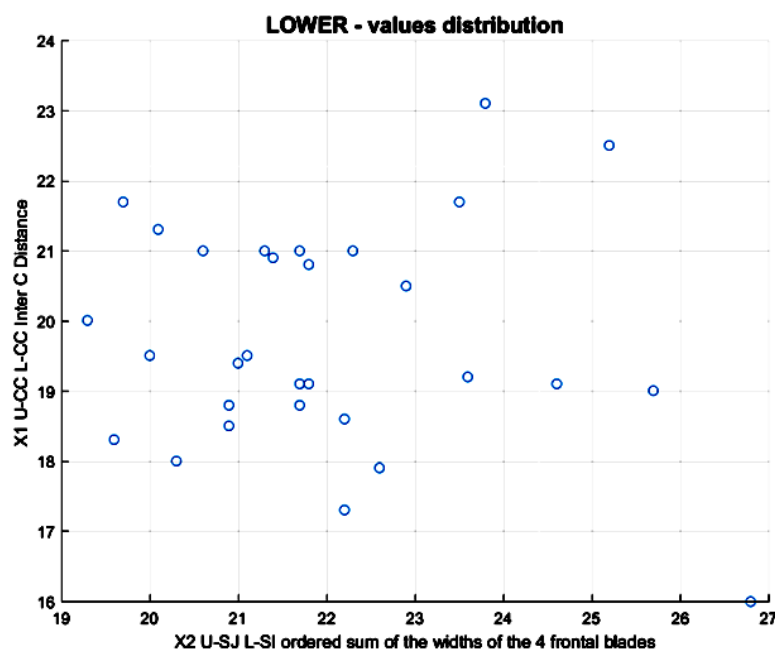
Избира се по-големият по стойност параметър – в случая X_2 , по съвсем прагматична причина. При измерването на по-малки разстояния вероятността за грешка е по-висока.

- Може ли все пак да се получи по-добър резултат или „подобен“, означава близък, но по-лош? И ако „да“, то каква е причината?

Отговорът се крие в прилаганите методи за анализ на данните. С два параметъра съществува единствен вариант, а именно регресионен анализ, независимо че се реализира в пълната му гама от вариации. С един параметър може да се приложи метод, който по-добре описва данните, но който не може да бъде приложен за повече от един входен параметър.

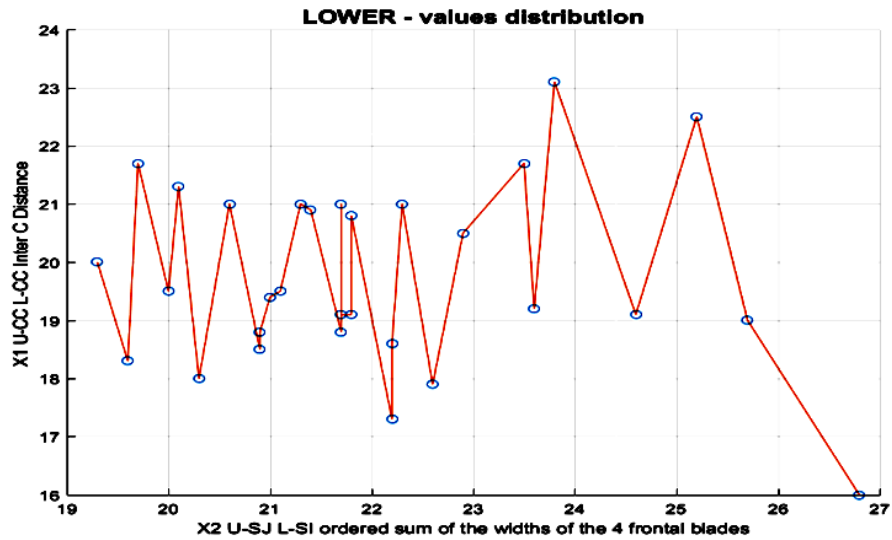
- Какви са опциите при наличие на единствен входен параметър (предиктор)?

Действието на приложени метод е следното: пример върху долна челюст. Данните са подредени във вид на функция по нарастващи стойности на входния параметър (предиктора) X_2 (в случая отговаря на променливата във функцията), а съответните функционални стойности са стойностите на параметъра X_1 , т.е. величината, която се прогнозира (фиг. 101).



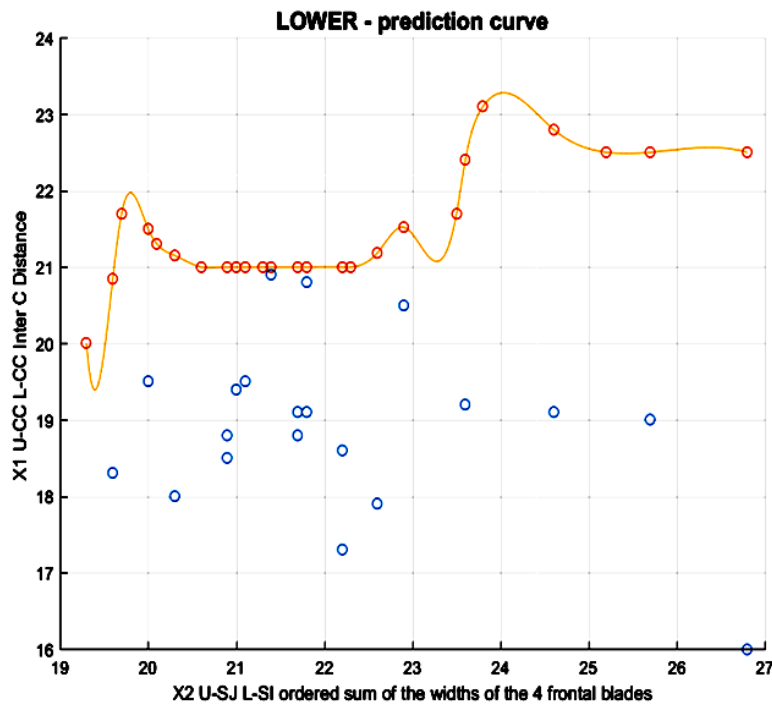
Фиг. 101. Разпределение на данните по нарастващи стойности на сумата от МДД на S_i

На фиг. 102 е представено първото приближение към истинска непрекъснатата функция – предиктор, като просто са съединени последователно получените точки с отсечки.



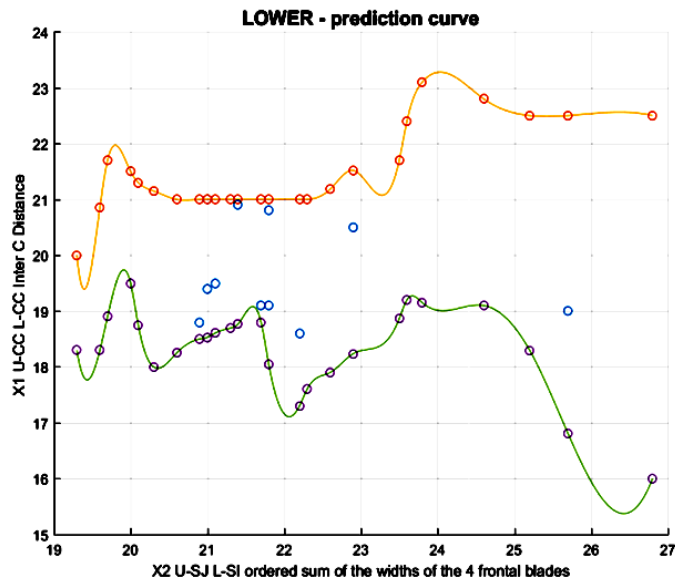
Фиг. 102. Непрекъсната функция на параметър S_i

Следващата стъпка е установяването на структурата на данните. За целта се избират всички точки на локален максимум и се построява интерполираща функция с помощта на кубични сплайни (фиг. 103).



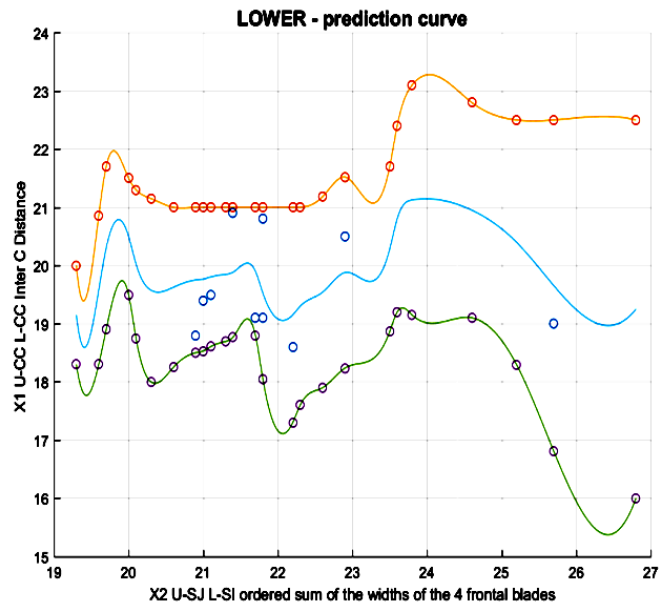
Фиг. 103. Построяване на интерполираща функция

Както се вижда, получава се нещо като обвивка на данните от горната страна. Процедурата се повтаря върху локалните минимуми на функцията (фиг. 104).



Фиг. 104. Интерполираща функция на максималните и минималните стойности

Сега вече самите данни подсказват какъв трябва да бъде характерът на прогнозиращата функция и в какви граници трябва да се движат стойностите ѝ (фиг. 105).



Фиг. 105. Граници на стойностите в долна челюст

Най-логичното действие е да се усреднят получените 2 криви и резултатът да е търсеният предиктор. Синята крива е предиктор¹ и се

¹ Разликата между данните и резултата, получен по описания метод, се нарича първа компонента на Хуанг за функцията. Следователно вариацията на първата компонента на Хуанг представя грешката, която се допуска, ползвайки построения предиктор.

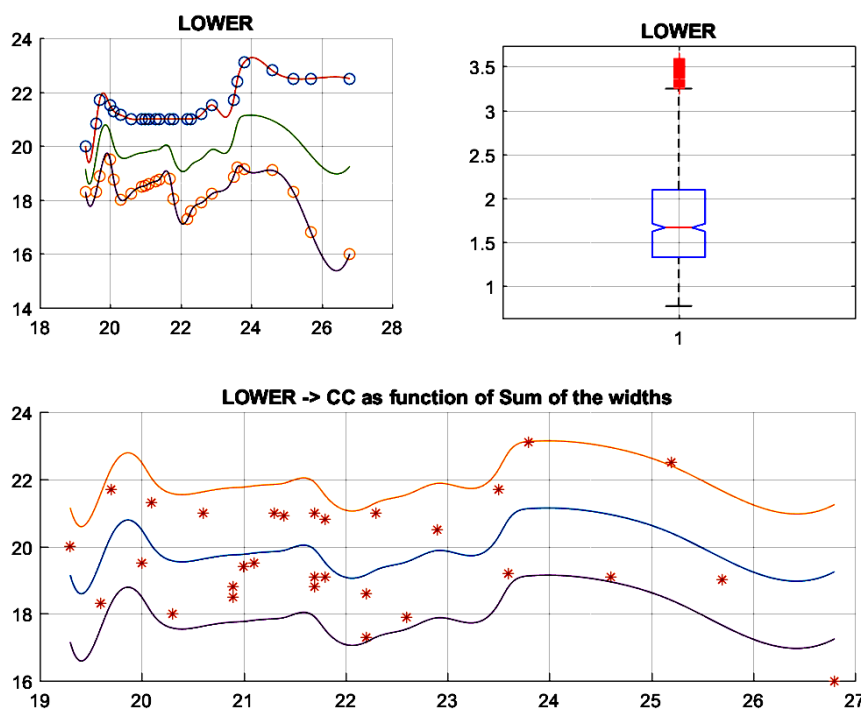
изследва грешката при използването ѝ вместо измерените реални стойности.

От фигурата се вижда, че функцията има пик около 24 мм за X_2 , което само по себе си е интересен факт, който означава, че стойностите на X_1 не растат монотонно с нарастването на X_2 , а имат свой локален максимум вътре в разглеждания интервал. Посоченият факт може да се обясни с промяната в геометрията на челюстта при посочените стойности на X_2 , след което процесът се стабилизира при променената вече геометрия.

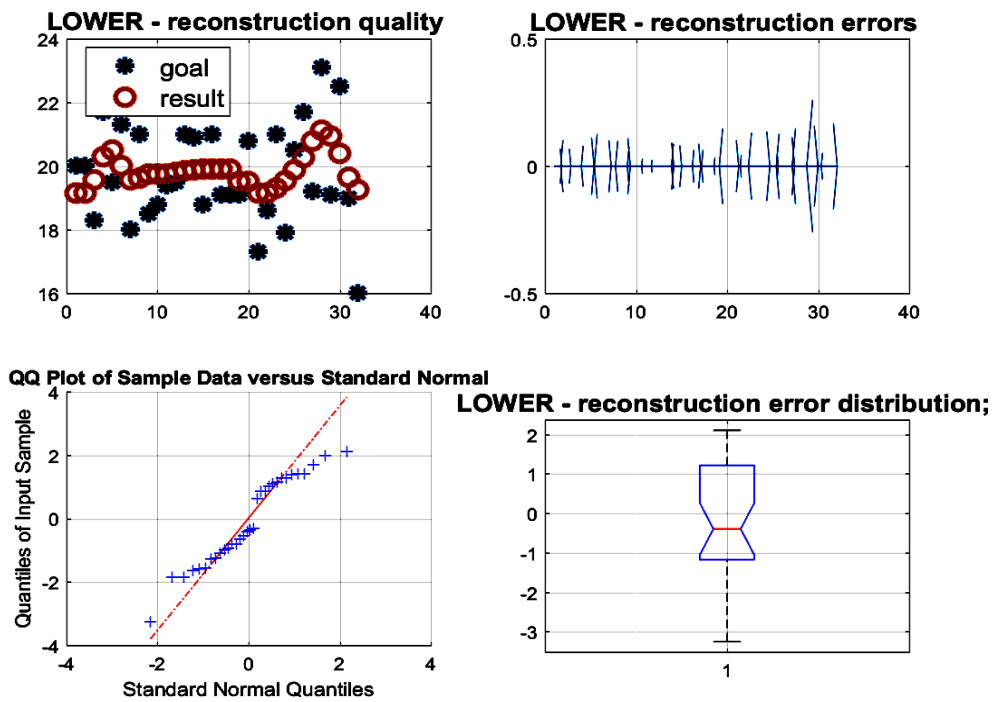
Друг интересен факт е, че с нарастването на X_2 двете граници (горна и долна) се раздалечават, което може да бъде тълкувано само по един начин. При много високи стойности на X_2 съществува доста по-широк интервал от възможности за вариране на X_1 , което е обусловено от самата челюст.

Какви са резултатите?

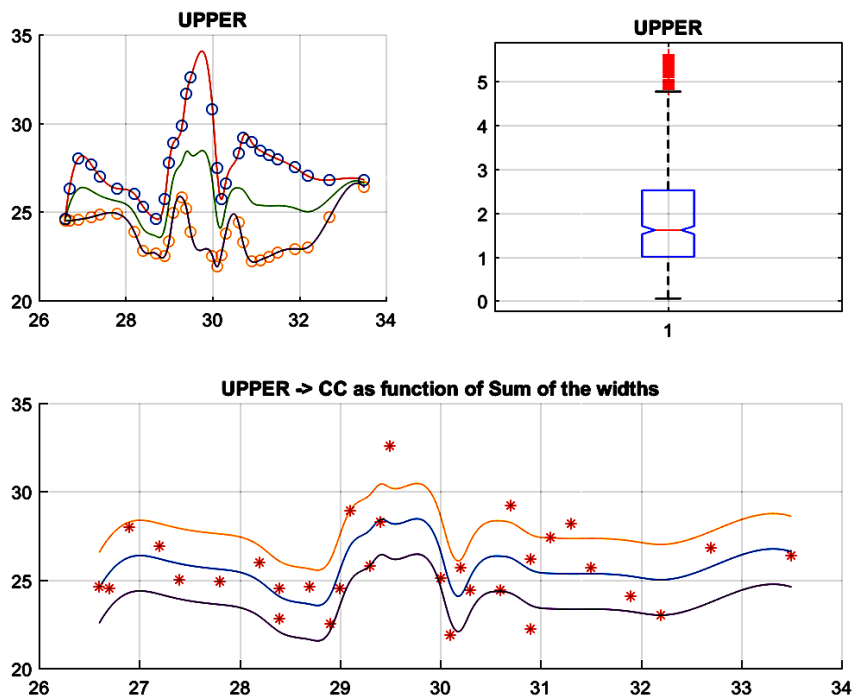
Описаният метод е приложен върху данните. Резултатите от решаването на задачата за горна и долна челюст са показани на фигури 106 и 107 (за долна челюст) и 108 и 109 (за горна челюст):



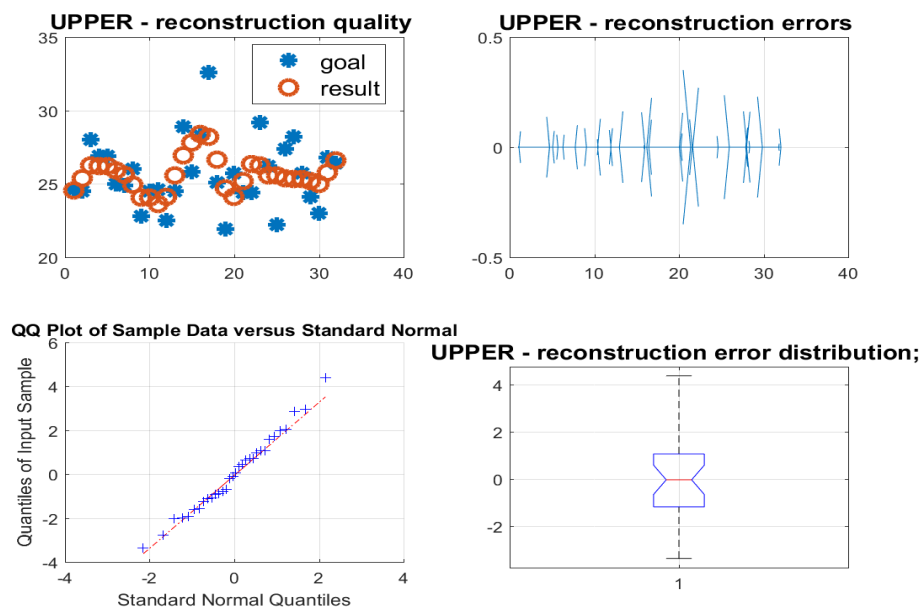
Фиг. 106. Интерканиново разстояние на долната ЗД като функция от ширината на S_i



Фиг. 107. Реконструкция на средните стойности на СС на долната ЗД и на грешката



Фиг. 108. Интерканиново разстояние на горната ЗД като функция от ширините на SI



Фиг. 109. Реконструкция на средните стойности на СС на горната ЗД и на грешката

Резултати по задача 6

На базата на сложното математическо доказателство са изведени таблици с прогнози за големината на интерканиновото разстояние за долна и горна челюст по два начина: първият начин е спрямо един параметър – това е сумата от инцизивите на отделната челюст (параметър X_2) (табл. 61 и 62).

Вторият начин е чрез добавяне на още един (параметър X_3) – дебелината на режещия ръб на централния инцизив в съответната челюст (ДРР) (табл. 63). Измерванията, показани в табл. 63, са ограничени до използваните в текста параметри.

Предположението е, че методът с два параметъра дава по-достовърни резултати от този с един параметър, но това подлежи на проверка и допълнително проучване на практика с множество данни.

Използваният метод с един предиктор дава възможност да се използва *трансформацията на Хилберт–Хуанг (ННТ)*, която представлява математически апарат, формулиран и признат след 2000 година.

Статистическите резултати по втория начин, от друга страна, гарантират точност от плюс:минус 2 мм с ниво на доверие от 95%.

Чрез използването на два коренно различни метода е демонстрирана корелацията между двата параметъра. Следователно трябва да се върви по пътя не да се конфронтират двата резултата, а да се види кой

какъв принос има. Едва тогава ще се разбере как да бъдат комбинирани, за да се използват индивидуалните предимства на всеки от тях.

Таблицы с прогнози
Вариант с 1 параметър – долна челюст

Табл. 61. Определяне на допустим/стабилен интервал за стойността на X_1 помощта на един параметър X_2

X_2 (Si)	X_1 (CC)		X_2 (Si)	X_1 (CC)	
	min	max		min	max
19.30	17.15	21.15	23.10	17.79	21.79
19.40	16.59	20.59	23.20	17.73	21.73
19.50	16.87	20.87	23.30	17.75	21.75
19.60	17.58	21.58	23.40	17.91	21.91
19.70	18.30	22.30	23.50	18.28	22.28
19.80	18.71	22.71	23.60	18.80	22.80
19.90	18.77	22.77	23.70	19.06	23.06
20.00	18.50	22.50	23.80	19.13	23.13
20.10	18.03	22.03	23.90	19.14	23.14
20.20	17.71	21.71	24.00	19.15	23.15
20.30	17.58	21.58	24.10	19.14	23.14
20.40	17.54	21.54	24.20	19.12	23.12
20.50	17.57	21.57	24.30	19.09	23.09
20.60	17.63	21.63	24.40	19.05	23.05
20.70	17.68	21.68	24.50	19.01	23.01
20.80	17.72	21.72	24.60	18.95	22.95
20.90	17.75	21.75	24.70	18.89	22.89
21.00	17.77	21.77	24.80	18.81	22.81
21.10	17.80	21.80	24.90	18.73	22.73
21.20	17.83	21.83	25.00	18.63	22.63
21.30	17.85	21.85	25.10	18.52	22.52
21.40	17.88	21.88	25.20	18.40	22.40
21.50	17.98	21.98	25.30	18.26	22.26
21.60	18.04	22.04	25.40	18.11	22.11
21.70	17.90	21.90	25.50	17.96	21.96
21.80	17.53	21.53	25.60	17.81	21.81
21.90	17.23	21.23	25.70	17.65	21.65
22.00	17.08	21.08	25.80	17.50	21.50
22.10	17.06	21.06	25.90	17.37	21.37
22.20	17.15	21.15	26.00	17.24	21.24
22.30	17.30	21.30	26.10	17.14	21.14
22.40	17.40	21.40	26.20	17.05	21.05
22.50	17.46	21.46	26.30	17.00	21.00
22.60	17.54	21.54	26.40	16.97	20.97
22.70	17.67	21.67	26.50	16.98	20.98
22.80	17.80	21.80	26.60	17.02	21.02
22.90	17.88	21.88	26.70	17.11	21.11
23.00	17.86	21.86	26.80	17.25	21.25

Вариант с 1 параметър – горна челюст

Табл. 62. Определяне на допустим/стабилен интервал за стойността на X_1 с помощта на един параметър X_2

X_2 (SI)	X_1 (CC)		X_2 (SI)	X_1 (CC)	
	min	max		min	max
26.60	22.55	26.55	30.10	22.69	26.69
26.70	23.40	27.40	30.20	22.12	26.12
26.80	23.97	27.97	30.30	23.18	27.18
26.90	24.28	28.28	30.40	24.01	28.01
27.00	24.38	28.38	30.50	24.32	28.32
27.10	24.32	28.32	30.60	24.35	28.35
27.20	24.19	28.19	30.70	24.25	28.25
27.30	24.05	28.05	30.80	23.93	27.93
27.40	23.92	27.92	30.90	23.57	27.57
27.50	23.81	27.81	31.00	23.41	27.41
27.60	23.73	27.73	31.10	23.37	27.37
27.70	23.66	27.66	31.20	23.35	27.35
27.80	23.61	27.61	31.30	23.34	27.34
27.90	23.54	27.54	31.40	23.34	27.34
28.00	23.44	27.44	31.50	23.35	27.35
28.10	23.25	27.25	31.60	23.34	27.34
28.20	22.93	26.93	31.70	23.32	27.32
28.30	22.47	26.47	31.80	23.28	27.28
28.40	22.05	26.05	31.90	23.21	27.21
28.50	21.82	25.82	32.00	23.12	27.12
28.60	21.72	25.72	32.10	23.04	27.04
28.70	21.63	25.63	32.20	23.01	27.01
28.80	21.57	25.57	32.30	23.05	27.05
28.90	22.11	26.11	32.40	23.16	27.16
29.00	23.57	27.57	32.50	23.32	27.32
29.10	24.92	28.92	32.60	23.53	27.53
29.20	25.47	29.47	32.70	23.75	27.75
29.30	25.83	29.83	32.80	23.98	27.98
29.40	26.42	30.42	32.90	24.21	28.21
29.50	26.23	30.23	33.00	24.41	28.41
29.60	26.20	30.20	33.10	24.58	28.58
29.70	26.39	30.39	33.20	24.70	28.70
29.80	26.44	30.44	33.30	24.75	28.75
29.90	25.98	29.98	33.40	24.72	28.72
30.00	24.66	28.66	33.50	24.60	28.60

**Табл. 63. Измервания – долна/горна челюст
по два параметъра**

№	CC	Si	ДРР	№	CC	SI	ДРР
1	17.3	22.2	1.56	1	22.8	28.4	1.7
2	19.5	20	2.05	2	24.5	29	2.5
3	20.5	22.9	1.95	3	32.6	29.5	2.2
4	21	20.6	2.07	4	25	27.4	2.1
5	23.1	23.8	2.01	5	25.7	30.2	2.2
6	18.6	22.2	2.37	6	26.8	32.7	2.4
7	21	21.3	2.02	7	24.6	26.6	2.4
8	18.8	21.7	2.21	8	24.4	30.3	2.2
9	18.3	19.6	1.6	9	24.5	28.4	1.7
10	19.5	21.1	1.88	10	22.5	28.9	1.5
11	19.1	21.8	1.4	11	24.9	27.8	1.4
12	20	19.3	1.9	12	26.9	27.2	1.9
13	20	19.3	1.7	13	26.9	27.2	1.9
14	21	21.7	1.4	14	28	26.9	1.8
15	21.3	20.1	1.9	15	24.4	30.6	1.9
16	21.7	23.5	2.16	16	28.2	31.3	1.9
17	18	20.3	1.76	17	26	28.2	1.4
18	19.4	21	1.58	18	24.5	26.7	1.7
19	19.1	21.7	2.3	19	27.4	31.1	2.3
20	20.9	21.4	2.24	20	24.6	28.7	1.7
21	20.8	21.8	2.4	21	26.2	30.9	2
22	21	22.3	2.2	22	28.3	29.4	2.2
23	18.5	20.9	2.21	23	29.2	30.7	1.7
24	16	26.8	1.82	24	22.2	30.9	1.8
25	17.9	22.6	1.53	25	25.7	31.5	1.8
26	21.7	19.7	2.03	26	21.9	30.1	2.1
27	18.8	20.9	1.64	27	25.8	29.3	1.6
28	22.5	25.2	1.65	28	25.1	30	1.7
29	19.1	24.6	1.76	29	24.1	31.9	2.2
30	19	25.7	1.25	30	23	32.2	1.8
31	19.2	23.6	1.53	31	26.4	33.5	2
32	19.1	21.7	1.48	32	28.9	29.1	1.8

Обсъждане на резултатите по пета и шеста задачи

На поставения въпрос възможно ли е да се определи какво е оптималното интерканиново разстояние според ширината на инцизивите в горната и долна челюст, за да се запази то стабилно за дълъг период от живота, е приложен сложен математически модел, който потвърждава втората ни научна хипотеза. Измерените стойности

от здрави индивиди доказват, че могат да бъдат изведени и търсените от нас прогностични зависимости (Приложение № 2).

Данните от резултатите са представени таблично:

1. В първия вид таблици е определено интерканиновото разстояние в горната и долна челюст според сумата на инцизивите в съответната челюст. Използва се само един параметър – сума на инцизивите. Тези стойности са по-кратки и не описват възможните вариации (табл. 61, 62).

2. Във втория вид е определено интерканиновото разстояние освен според сумата на инцизивите и според дебелината на режещия ръб на десен инцизив в съответната челюст. Изведени са прогностични стойности на интерканиновото разстояние спрямо два параметъра (табл. 63).

3. В третия вид е представено прогностичното разстояние по два параметъра, което е по-подробно, защото е разпределено на минимално и максимално разстояние, т.е. може да се определи до каква степен не бива да се превишава увеличението на СС. Прогностичните стойности, от друга страна, зависят и от дебелината на режещия ръб на съответния резец (табл. 64, 65, 66, 67, 68, 69).

Не бива да се пропуска фактът, че това са стойности на здрави българи в стадий на „млад възрастен“.

Накрая може да се потвърди, че изследователските задачи са изпълнени, защото данните са строго определени с всички допустими вариации.

Вариант с 2 параметъра – долна челюст

Табл. 64. Определяне на допустим/стабилен интервал за стойността на X_1 (CC) с два параметъра X_2 (Si) и X_3 (ДРР), където $X_3 \in [1.25-1.60]$

$X_2 \backslash X_3$	1.25		1.3		1.35		1.40		1.45		1.50		1.55		1.60	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
19.30	17.02	21.02	17.09	21.09	17.15	21.15	17.22	21.22	17.29	21.29	17.35	21.35	17.42	21.42	17.49	21.49
19.40	17.02	21.02	17.08	21.08	17.15	21.15	17.22	21.22	17.28	21.28	17.35	21.35	17.42	21.42	17.48	21.48
19.50	17.01	21.01	17.08	21.08	17.15	21.15	17.21	21.21	17.28	21.28	17.35	21.35	17.41	21.41	17.48	21.48
19.60	17.01	21.01	17.08	21.08	17.14	21.14	17.21	21.21	17.28	21.28	17.34	21.34	17.41	21.41	17.48	21.48
19.70	17.01	21.01	17.07	21.07	17.14	21.14	17.21	21.21	17.27	21.27	17.34	21.34	17.41	21.41	17.47	21.47
19.80	17.00	21.00	17.07	21.07	17.14	21.14	17.20	21.20	17.27	21.27	17.34	21.34	17.40	21.40	17.47	21.47
19.90	17.00	21.00	17.07	21.07	17.13	21.13	17.20	21.20	17.27	21.27	17.33	21.33	17.40	21.40	17.47	21.47
20.00	17.00	21.00	17.06	21.06	17.13	21.13	17.20	21.20	17.26	21.26	17.33	21.33	17.40	21.40	17.46	21.46
20.10	16.99	20.99	17.06	21.06	17.13	21.13	17.19	21.19	17.26	21.26	17.33	21.33	17.39	21.39	17.46	21.46
20.20	16.99	20.99	17.06	21.06	17.12	21.12	17.19	21.19	17.26	21.26	17.32	21.32	17.39	21.39	17.45	21.45
20.30	16.99	20.99	17.05	21.05	17.12	21.12	17.19	21.19	17.25	21.25	17.32	21.32	17.38	21.38	17.45	21.45
20.40	16.98	20.98	17.05	21.05	17.12	21.12	17.18	21.18	17.25	21.25	17.31	21.31	17.38	21.38	17.45	21.45
20.50	16.98	20.98	17.04	21.04	17.11	21.11	17.18	21.18	17.24	21.24	17.31	21.31	17.38	21.38	17.44	21.44
20.60	16.97	20.97	17.04	21.04	17.11	21.11	17.17	21.17	17.24	21.24	17.31	21.31	17.37	21.37	17.44	21.44
20.70	16.97	20.97	17.04	21.04	17.10	21.10	17.17	21.17	17.24	21.24	17.30	21.30	17.37	21.37	17.44	21.44
20.80	16.97	20.97	17.03	21.03	17.10	21.10	17.17	21.17	17.23	21.23	17.30	21.30	17.37	21.37	17.43	21.43
20.90	16.96	20.96	17.03	21.03	17.10	21.10	17.16	21.16	17.23	21.23	17.30	21.30	17.36	21.36	17.43	21.43
21.00	16.96	20.96	17.03	21.03	17.09	21.09	17.16	21.16	17.23	21.23	17.29	21.29	17.36	21.36	17.43	21.43
21.10	16.96	20.96	17.02	21.02	17.09	21.09	17.16	21.16	17.22	21.22	17.29	21.29	17.36	21.36	17.42	21.42
21.20	16.95	20.95	17.02	21.02	17.09	21.09	17.15	21.15	17.22	21.22	17.29	21.29	17.35	21.35	17.42	21.42
21.30	16.95	20.95	17.02	21.02	17.08	21.08	17.15	21.15	17.22	21.22	17.28	21.28	17.35	21.35	17.42	21.42
21.40	16.95	20.95	17.01	21.01	17.08	21.08	17.15	21.15	17.21	21.21	17.28	21.28	17.35	21.35	17.41	21.41
21.50	16.94	20.94	17.01	21.01	17.08	21.08	17.14	21.14	17.21	21.21	17.28	21.28	17.34	21.34	17.41	21.41
21.60	16.94	20.94	17.01	21.01	17.07	21.07	17.14	21.14	17.21	21.21	17.27	21.27	17.34	21.34	17.40	21.40
21.70	16.94	20.94	17.00	21.00	17.07	21.07	17.14	21.14	17.20	21.20	17.27	21.27	17.33	21.33	17.40	21.40

$X_2 \backslash X_3$	1.25		1.3		1.35		1.40		1.45		1.50		1.55		1.60	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
21.80	16.93	20.93	17.00	21.00	17.07	21.07	17.13	21.13	17.20	21.20	17.26	21.26	17.33	21.33	17.40	21.40
21.90	16.93	20.93	17.00	21.00	17.06	21.06	17.13	21.13	17.19	21.19	17.26	21.26	17.33	21.33	17.39	21.39
22.00	16.93	20.93	16.99	20.99	17.06	21.06	17.12	21.12	17.19	21.19	17.26	21.26	17.32	21.32	17.39	21.39
22.10	16.92	20.92	16.99	20.99	17.05	21.05	17.12	21.12	17.19	21.19	17.25	21.25	17.32	21.32	17.39	21.39
22.20	16.92	20.92	16.98	20.98	17.05	21.05	17.12	21.12	17.18	21.18	17.25	21.25	17.32	21.32	17.38	21.38
22.30	16.91	20.91	16.98	20.98	17.05	21.05	17.11	21.11	17.18	21.18	17.25	21.25	17.31	21.31	17.38	21.38
22.40	16.91	20.91	16.98	20.98	17.04	21.04	17.11	21.11	17.18	21.18	17.24	21.24	17.31	21.31	17.38	21.38
22.50	16.91	20.91	16.97	20.97	17.04	21.04	17.11	21.11	17.17	21.17	17.24	21.24	17.31	21.31	17.37	21.37
22.60	16.90	20.90	16.97	20.97	17.04	21.04	17.10	21.10	17.17	21.17	17.24	21.24	17.30	21.30	17.37	21.37
22.70	16.90	20.90	16.97	20.97	17.03	21.03	17.10	21.10	17.17	21.17	17.23	21.23	17.30	21.30	17.37	21.37
22.80	16.90	20.90	16.96	20.96	17.03	21.03	17.10	21.10	17.16	21.16	17.23	21.23	17.30	21.30	17.36	21.36
22.90	16.89	20.89	16.96	20.96	17.03	21.03	17.09	21.09	17.16	21.16	17.23	21.23	17.29	21.29	17.36	21.36
23.00	16.89	20.89	16.96	20.96	17.02	21.02	17.09	21.09	17.16	21.16	17.22	21.22	17.29	21.29	17.35	21.35
23.10	16.89	20.89	16.95	20.95	17.02	21.02	17.09	21.09	17.15	21.15	17.22	21.22	17.28	21.28	17.35	21.35
23.20	16.88	20.88	16.95	20.95	17.02	21.02	17.08	21.08	17.15	21.15	17.21	21.21	17.28	21.28	17.35	21.35
23.30	16.88	20.88	16.95	20.95	17.01	21.01	17.08	21.08	17.14	21.14	17.21	21.21	17.28	21.28	17.34	21.34
23.40	16.88	20.88	16.94	20.94	17.01	21.01	17.07	21.07	17.14	21.14	17.21	21.21	17.27	21.27	17.34	21.34
23.50	16.87	20.87	16.94	20.94	17.00	21.00	17.07	21.07	17.14	21.14	17.20	21.20	17.27	21.27	17.34	21.34
23.60	16.87	20.87	16.93	20.93	17.00	21.00	17.07	21.07	17.13	21.13	17.20	21.20	17.27	21.27	17.33	21.33
23.70	16.86	20.86	16.93	20.93	17.00	21.00	17.06	21.06	17.13	21.13	17.20	21.20	17.26	21.26	17.33	21.33
23.80	16.86	20.86	16.93	20.93	16.99	20.99	17.06	21.06	17.13	21.13	17.19	21.19	17.26	21.26	17.33	21.33
23.90	16.86	20.86	16.92	20.92	16.99	20.99	17.06	21.06	17.12	21.12	17.19	21.19	17.26	21.26	17.32	21.32
24.00	16.85	20.85	16.92	20.92	16.99	20.99	17.05	21.05	17.12	21.12	17.19	21.19	17.25	21.25	17.32	21.32
24.10	16.85	20.85	16.92	20.92	16.98	20.98	17.05	21.05	17.12	21.12	17.18	21.18	17.25	21.25	17.32	21.32
24.20	16.85	20.85	16.91	20.91	16.98	20.98	17.05	21.05	17.11	21.11	17.18	21.18	17.25	21.25	17.31	21.31
24.30	16.84	20.84	16.91	20.91	16.98	20.98	17.04	21.04	17.11	21.11	17.18	21.18	17.24	21.24	17.31	21.31
24.40	16.84	20.84	16.91	20.91	16.97	20.97	17.04	21.04	17.11	21.11	17.17	21.17	17.24	21.24	17.31	21.31

$X_2 \backslash X_3$	1.25		1.3		1.35		1.40		1.45		1.50		1.55		1.60	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
24.50	16.84	20.84	16.90	20.90	16.97	20.97	17.04	21.04	17.10	21.10	17.17	21.17	17.24	21.24	17.30	21.30
24.60	16.83	20.83	16.90	20.90	16.97	20.97	17.03	21.03	17.10	21.10	17.16	21.16	17.23	21.23	17.30	21.30
24.70	16.83	20.83	16.90	20.90	16.96	20.96	17.03	21.03	17.09	21.09	17.16	21.16	17.23	21.23	17.29	21.29
24.80	16.83	20.83	16.89	20.89	16.96	20.96	17.02	21.02	17.09	21.09	17.16	21.16	17.22	21.22	17.29	21.29
24.90	16.82	20.82	16.89	20.89	16.95	20.95	17.02	21.02	17.09	21.09	17.15	21.15	17.22	21.22	17.29	21.29
25.00	16.82	20.82	16.88	20.88	16.95	20.95	17.02	21.02	17.08	21.08	17.15	21.15	17.22	21.22	17.28	21.28
25.10	16.81	20.81	16.88	20.88	16.95	20.95	17.01	21.01	17.08	21.08	17.15	21.15	17.21	21.21	17.28	21.28
25.20	16.81	20.81	16.88	20.88	16.94	20.94	17.01	21.01	17.08	21.08	17.14	21.14	17.21	21.21	17.28	21.28
25.30	16.81	20.81	16.87	20.87	16.94	20.94	17.01	21.01	17.07	21.07	17.14	21.14	17.21	21.21	17.27	21.27
25.40	16.80	20.80	16.87	20.87	16.94	20.94	17.00	21.00	17.07	21.07	17.14	21.14	17.20	21.20	17.27	21.27
25.50	16.80	20.80	16.87	20.87	16.93	20.93	17.00	21.00	17.07	21.07	17.13	21.13	17.20	21.20	17.27	21.27
25.60	16.80	20.80	16.86	20.86	16.93	20.93	17.00	21.00	17.06	21.06	17.13	21.13	17.20	21.20	17.26	21.26
25.70	16.79	20.79	16.86	20.86	16.93	20.93	16.99	20.99	17.06	21.06	17.13	21.13	17.19	21.19	17.26	21.26
25.80	16.79	20.79	16.86	20.86	16.92	20.92	16.99	20.99	17.06	21.06	17.12	21.12	17.19	21.19	17.26	21.26
25.90	16.79	20.79	16.85	20.85	16.92	20.92	16.99	20.99	17.05	21.05	17.12	21.12	17.19	21.19	17.25	21.25
26.00	16.78	20.78	16.85	20.85	16.92	20.92	16.98	20.98	17.05	21.05	17.12	21.12	17.18	21.18	17.25	21.25
26.10	16.78	20.78	16.85	20.85	16.91	20.91	16.98	20.98	17.05	21.05	17.11	21.11	17.18	21.18	17.24	21.24
26.20	16.78	20.78	16.84	20.84	16.91	20.91	16.98	20.98	17.04	21.04	17.11	21.11	17.17	21.17	17.24	21.24
26.30	16.77	20.77	16.84	20.84	16.90	20.90	16.97	20.97	17.04	21.04	17.10	21.10	17.17	21.17	17.24	21.24
26.40	16.77	20.77	16.83	20.83	16.90	20.90	16.97	20.97	17.03	21.03	17.10	21.10	17.17	21.17	17.23	21.23
26.50	16.76	20.76	16.83	20.83	16.90	20.90	16.96	20.96	17.03	21.03	17.10	21.10	17.16	21.16	17.23	21.23
26.60	16.76	20.76	16.83	20.83	16.89	20.89	16.96	20.96	17.03	21.03	17.09	21.09	17.16	21.16	17.23	21.23
26.70	16.76	20.76	16.82	20.82	16.89	20.89	16.96	20.96	17.02	21.02	17.09	21.09	17.16	21.16	17.22	21.22
26.80	16.75	20.75	16.82	20.82	16.89	20.89	16.95	20.95	17.02	21.02	17.09	21.09	17.15	21.15	17.22	21.22

Табл. 65. Определяне на допустим/стабилен интервал за стойността на X_1 (CC) с два параметъра X_2 (Si) и X_3 (ДРР) където $X_3 \in [1.65-2.00]$

X_2	X_3	1.65		1.70		1.75		1.80		1.85		1.90		1.95		2.00	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
19.30		17.55	21.55	17.62	21.62	17.69	21.69	17.75	21.75	17.82	21.82	17.89	21.89	17.95	21.95	18.02	22.02
19.40		17.55	21.55	17.62	21.62	17.68	21.68	17.75	21.75	17.82	21.82	17.88	21.88	17.95	21.95	18.02	22.02
19.50		17.55	21.55	17.61	21.61	17.68	21.68	17.75	21.75	17.81	21.81	17.88	21.88	17.95	21.95	18.01	22.01
19.60		17.54	21.54	17.61	21.61	17.68	21.68	17.74	21.74	17.81	21.81	17.87	21.87	17.94	21.94	18.01	22.01
19.70		17.54	21.54	17.61	21.61	17.67	21.67	17.74	21.74	17.80	21.80	17.87	21.87	17.94	21.94	18.00	22.00
19.80		17.54	21.54	17.60	21.60	17.67	21.67	17.73	21.73	17.80	21.80	17.87	21.87	17.93	21.93	18.00	22.00
19.90		17.53	21.53	17.60	21.60	17.66	21.66	17.73	21.73	17.80	21.80	17.86	21.86	17.93	21.93	18.00	22.00
20.00		17.53	21.53	17.59	21.59	17.66	21.66	17.73	21.73	17.79	21.79	17.86	21.86	17.93	21.93	17.99	21.99
20.10		17.52	21.52	17.59	21.59	17.66	21.66	17.72	21.72	17.79	21.79	17.86	21.86	17.92	21.92	17.99	21.99
20.20		17.52	21.52	17.59	21.59	17.65	21.65	17.72	21.72	17.79	21.79	17.85	21.85	17.92	21.92	17.99	21.99
20.30		17.52	21.52	17.58	21.58	17.65	21.65	17.72	21.72	17.78	21.78	17.85	21.85	17.92	21.92	17.98	21.98
20.40		17.51	21.51	17.58	21.58	17.65	21.65	17.71	21.71	17.78	21.78	17.85	21.85	17.91	21.91	17.98	21.98
20.50		17.51	21.51	17.58	21.58	17.64	21.64	17.71	21.71	17.78	21.78	17.84	21.84	17.91	21.91	17.98	21.98
20.60		17.51	21.51	17.57	21.57	17.64	21.64	17.71	21.71	17.77	21.77	17.84	21.84	17.91	21.91	17.97	21.97
20.70		17.50	21.50	17.57	21.57	17.64	21.64	17.70	21.70	17.77	21.77	17.84	21.84	17.90	21.90	17.97	21.97
20.80		17.50	21.50	17.57	21.57	17.63	21.63	17.70	21.70	17.77	21.77	17.83	21.83	17.90	21.90	17.97	21.97
20.90		17.50	21.50	17.56	21.56	17.63	21.63	17.70	21.70	17.76	21.76	17.83	21.83	17.90	21.90	17.96	21.96
21.00		17.49	21.49	17.56	21.56	17.63	21.63	17.69	21.69	17.76	21.76	17.83	21.83	17.89	21.89	17.96	21.96
21.10		17.49	21.49	17.56	21.56	17.62	21.62	17.69	21.69	17.76	21.76	17.82	21.82	17.89	21.89	17.95	21.95
21.20		17.49	21.49	17.55	21.55	17.62	21.62	17.69	21.69	17.75	21.75	17.82	21.82	17.88	21.88	17.95	21.95
21.30		17.48	21.48	17.55	21.55	17.61	21.61	17.68	21.68	17.75	21.75	17.81	21.81	17.88	21.88	17.95	21.95
21.40		17.48	21.48	17.54	21.54	17.61	21.61	17.68	21.68	17.74	21.74	17.81	21.81	17.88	21.88	17.94	21.94
21.50		17.47	21.47	17.54	21.54	17.61	21.61	17.67	21.67	17.74	21.74	17.81	21.81	17.87	21.87	17.94	21.94
21.60		17.47	21.47	17.54	21.54	17.60	21.60	17.67	21.67	17.74	21.74	17.80	21.80	17.87	21.87	17.94	21.94
21.70		17.47	21.47	17.53	21.53	17.60	21.60	17.67	21.67	17.73	21.73	17.80	21.80	17.87	21.87	17.93	21.93
21.80		17.46	21.46	17.53	21.53	17.60	21.60	17.66	21.66	17.73	21.73	17.80	21.80	17.86	21.86	17.93	21.93

$X_2 \backslash X_3$	1.65		1.70		1.75		1.80		1.85		1.90		1.95		2.00	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
21.90	17.46	21.46	17.53	21.53	17.59	21.59	17.66	21.66	17.73	21.73	17.79	21.79	17.86	21.86	17.93	21.93
22.00	17.46	21.46	17.52	21.52	17.59	21.59	17.66	21.66	17.72	21.72	17.79	21.79	17.86	21.86	17.92	21.92
22.10	17.45	21.45	17.52	21.52	17.59	21.59	17.65	21.65	17.72	21.72	17.79	21.79	17.85	21.85	17.92	21.92
22.20	17.45	21.45	17.52	21.52	17.58	21.58	17.65	21.65	17.72	21.72	17.78	21.78	17.85	21.85	17.92	21.92
22.30	17.45	21.45	17.51	21.51	17.58	21.58	17.65	21.65	17.71	21.71	17.78	21.78	17.85	21.85	17.91	21.91
22.40	17.44	21.44	17.51	21.51	17.58	21.58	17.64	21.64	17.71	21.71	17.78	21.78	17.84	21.84	17.91	21.91
22.50	17.44	21.44	17.51	21.51	17.57	21.57	17.64	21.64	17.71	21.71	17.77	21.77	17.84	21.84	17.90	21.90
22.60	17.44	21.44	17.50	21.50	17.57	21.57	17.64	21.64	17.70	21.70	17.77	21.77	17.83	21.83	17.90	21.90
22.70	17.43	21.43	17.50	21.50	17.57	21.57	17.63	21.63	17.70	21.70	17.76	21.76	17.83	21.83	17.90	21.90
22.80	17.43	21.43	17.50	21.50	17.56	21.56	17.63	21.63	17.69	21.69	17.76	21.76	17.83	21.83	17.89	21.89
22.90	17.42	21.42	17.49	21.49	17.56	21.56	17.62	21.62	17.69	21.69	17.76	21.76	17.82	21.82	17.89	21.89
23.00	17.42	21.42	17.49	21.49	17.55	21.55	17.62	21.62	17.69	21.69	17.75	21.75	17.82	21.82	17.89	21.89
23.10	17.42	21.42	17.48	21.48	17.55	21.55	17.62	21.62	17.68	21.68	17.75	21.75	17.82	21.82	17.88	21.88
23.20	17.41	21.41	17.48	21.48	17.55	21.55	17.61	21.61	17.68	21.68	17.75	21.75	17.81	21.81	17.88	21.88
23.30	17.41	21.41	17.48	21.48	17.54	21.54	17.61	21.61	17.68	21.68	17.74	21.74	17.81	21.81	17.88	21.88
23.40	17.41	21.41	17.47	21.47	17.54	21.54	17.61	21.61	17.67	21.67	17.74	21.74	17.81	21.81	17.87	21.87
23.50	17.40	21.40	17.47	21.47	17.54	21.54	17.60	21.60	17.67	21.67	17.74	21.74	17.80	21.80	17.87	21.87
23.60	17.40	21.40	17.47	21.47	17.53	21.53	17.60	21.60	17.67	21.67	17.73	21.73	17.80	21.80	17.87	21.87
23.70	17.40	21.40	17.46	21.46	17.53	21.53	17.60	21.60	17.66	21.66	17.73	21.73	17.80	21.80	17.86	21.86
23.80	17.39	21.39	17.46	21.46	17.53	21.53	17.59	21.59	17.66	21.66	17.73	21.73	17.79	21.79	17.86	21.86
23.90	17.39	21.39	17.46	21.46	17.52	21.52	17.59	21.59	17.66	21.66	17.72	21.72	17.79	21.79	17.85	21.85
24.00	17.39	21.39	17.45	21.45	17.52	21.52	17.59	21.59	17.65	21.65	17.72	21.72	17.78	21.78	17.85	21.85
24.10	17.38	21.38	17.45	21.45	17.52	21.52	17.58	21.58	17.65	21.65	17.71	21.71	17.78	21.78	17.85	21.85
24.20	17.38	21.38	17.45	21.45	17.51	21.51	17.58	21.58	17.64	21.64	17.71	21.71	17.78	21.78	17.84	21.84
24.30	17.38	21.38	17.44	21.44	17.51	21.51	17.57	21.57	17.64	21.64	17.71	21.71	17.77	21.77	17.84	21.84
24.40	17.37	21.37	17.44	21.44	17.50	21.50	17.57	21.57	17.64	21.64	17.70	21.70	17.77	21.77	17.84	21.84
24.50	17.37	21.37	17.43	21.43	17.50	21.50	17.57	21.57	17.63	21.63	17.70	21.70	17.77	21.77	17.83	21.83

$X_2 \backslash X_3$	1.65		1.70		1.75		1.80		1.85		1.90		1.95		2.00	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
24.60	17.36	21.36	17.43	21.43	17.50	21.50	17.56	21.56	17.63	21.63	17.70	21.70	17.76	21.76	17.83	21.83
24.70	17.36	21.36	17.43	21.43	17.49	21.49	17.56	21.56	17.63	21.63	17.69	21.69	17.76	21.76	17.83	21.83
24.80	17.36	21.36	17.42	21.42	17.49	21.49	17.56	21.56	17.62	21.62	17.69	21.69	17.76	21.76	17.82	21.82
24.90	17.35	21.35	17.42	21.42	17.49	21.49	17.55	21.55	17.62	21.62	17.69	21.69	17.75	21.75	17.82	21.82
25.00	17.35	21.35	17.42	21.42	17.48	21.48	17.55	21.55	17.62	21.62	17.68	21.68	17.75	21.75	17.82	21.82
25.10	17.35	21.35	17.41	21.41	17.48	21.48	17.55	21.55	17.61	21.61	17.68	21.68	17.75	21.75	17.81	21.81
25.20	17.34	21.34	17.41	21.41	17.48	21.48	17.54	21.54	17.61	21.61	17.68	21.68	17.74	21.74	17.81	21.81
25.30	17.34	21.34	17.41	21.41	17.47	21.47	17.54	21.54	17.61	21.61	17.67	21.67	17.74	21.74	17.81	21.81
25.40	17.34	21.34	17.40	21.40	17.47	21.47	17.54	21.54	17.60	21.60	17.67	21.67	17.73	21.73	17.80	21.80
25.50	17.33	21.33	17.40	21.40	17.47	21.47	17.53	21.53	17.60	21.60	17.66	21.66	17.73	21.73	17.80	21.80
25.60	17.33	21.33	17.40	21.40	17.46	21.46	17.53	21.53	17.59	21.59	17.66	21.66	17.73	21.73	17.79	21.79
25.70	17.33	21.33	17.39	21.39	17.46	21.46	17.52	21.52	17.59	21.59	17.66	21.66	17.72	21.72	17.79	21.79
25.80	17.32	21.32	17.39	21.39	17.45	21.45	17.52	21.52	17.59	21.59	17.65	21.65	17.72	21.72	17.79	21.79
25.90	17.32	21.32	17.38	21.38	17.45	21.45	17.52	21.52	17.58	21.58	17.65	21.65	17.72	21.72	17.78	21.78
26.00	17.31	21.31	17.38	21.38	17.45	21.45	17.51	21.51	17.58	21.58	17.65	21.65	17.71	21.71	17.78	21.78
26.10	17.31	21.31	17.38	21.38	17.44	21.44	17.51	21.51	17.58	21.58	17.64	21.64	17.71	21.71	17.78	21.78
26.20	17.31	21.31	17.37	21.37	17.44	21.44	17.51	21.51	17.57	21.57	17.64	21.64	17.71	21.71	17.77	21.77
26.30	17.30	21.30	17.37	21.37	17.44	21.44	17.50	21.50	17.57	21.57	17.64	21.64	17.70	21.70	17.77	21.77
26.40	17.30	21.30	17.37	21.37	17.43	21.43	17.50	21.50	17.57	21.57	17.63	21.63	17.70	21.70	17.77	21.77
26.50	17.30	21.30	17.36	21.36	17.43	21.43	17.50	21.50	17.56	21.56	17.63	21.63	17.70	21.70	17.76	21.76
26.60	17.29	21.29	17.36	21.36	17.43	21.43	17.49	21.49	17.56	21.56	17.63	21.63	17.69	21.69	17.76	21.76
26.70	17.29	21.29	17.36	21.36	17.42	21.42	17.49	21.49	17.56	21.56	17.62	21.62	17.69	21.69	17.76	21.76
26.80	17.29	21.29	17.35	21.35	17.42	21.42	17.49	21.49	17.55	21.55	17.62	21.62	17.69	21.69	17.75	21.75

Табл. 66. Определяне на допустим/стабилен интервал за стойността на X_1 (CC) с два параметъра X_2 (Si) и X_3 (ДРР), където $X_3 \in [2.05-2.40]$

$X_2 \backslash X_3$	2.05		2.10		2.15		2.20		2.25		2.30		2.35		2.40	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
19.30	18.09	22.09	18.15	22.15	18.22	22.22	18.28	22.28	18.35	22.35	18.42	22.42	18.48	22.48	18.55	22.55
19.40	18.08	22.08	18.15	22.15	18.21	22.21	18.28	22.28	18.35	22.35	18.41	22.41	18.48	22.48	18.55	22.55
19.50	18.08	22.08	18.14	22.14	18.21	22.21	18.28	22.28	18.34	22.34	18.41	22.41	18.48	22.48	18.54	22.54
19.60	18.07	22.07	18.14	22.14	18.21	22.21	18.27	22.27	18.34	22.34	18.41	22.41	18.47	22.47	18.54	22.54
19.70	18.07	22.07	18.14	22.14	18.20	22.20	18.27	22.27	18.34	22.34	18.40	22.40	18.47	22.47	18.54	22.54
19.80	18.07	22.07	18.13	22.13	18.20	22.20	18.27	22.27	18.33	22.33	18.40	22.40	18.47	22.47	18.53	22.53
19.90	18.06	22.06	18.13	22.13	18.20	22.20	18.26	22.26	18.33	22.33	18.40	22.40	18.46	22.46	18.53	22.53
20.00	18.06	22.06	18.13	22.13	18.19	22.19	18.26	22.26	18.33	22.33	18.39	22.39	18.46	22.46	18.53	22.53
20.10	18.06	22.06	18.12	22.12	18.19	22.19	18.26	22.26	18.32	22.32	18.39	22.39	18.46	22.46	18.52	22.52
20.20	18.05	22.05	18.12	22.12	18.19	22.19	18.25	22.25	18.32	22.32	18.39	22.39	18.45	22.45	18.52	22.52
20.30	18.05	22.05	18.12	22.12	18.18	22.18	18.25	22.25	18.32	22.32	18.38	22.38	18.45	22.45	18.51	22.51
20.40	18.05	22.05	18.11	22.11	18.18	22.18	18.25	22.25	18.31	22.31	18.38	22.38	18.44	22.44	18.51	22.51
20.50	18.04	22.04	18.11	22.11	18.18	22.18	18.24	22.24	18.31	22.31	18.37	22.37	18.44	22.44	18.51	22.51
20.60	18.04	22.04	18.11	22.11	18.17	22.17	18.24	22.24	18.30	22.30	18.37	22.37	18.44	22.44	18.50	22.50
20.70	18.04	22.04	18.10	22.10	18.17	22.17	18.23	22.23	18.30	22.30	18.37	22.37	18.43	22.43	18.50	22.50
20.80	18.03	22.03	18.10	22.10	18.16	22.16	18.23	22.23	18.30	22.30	18.36	22.36	18.43	22.43	18.50	22.50
20.90	18.03	22.03	18.09	22.09	18.16	22.16	18.23	22.23	18.29	22.29	18.36	22.36	18.43	22.43	18.49	22.49
21.00	18.02	22.02	18.09	22.09	18.16	22.16	18.22	22.22	18.29	22.29	18.36	22.36	18.42	22.42	18.49	22.49
21.10	18.02	22.02	18.09	22.09	18.15	22.15	18.22	22.22	18.29	22.29	18.35	22.35	18.42	22.42	18.49	22.49
21.20	18.02	22.02	18.08	22.08	18.15	22.15	18.22	22.22	18.28	22.28	18.35	22.35	18.42	22.42	18.48	22.48
21.30	18.01	22.01	18.08	22.08	18.15	22.15	18.21	22.21	18.28	22.28	18.35	22.35	18.41	22.41	18.48	22.48
21.40	18.01	22.01	18.08	22.08	18.14	22.14	18.21	22.21	18.28	22.28	18.34	22.34	18.41	22.41	18.48	22.48
21.50	18.01	22.01	18.07	22.07	18.14	22.14	18.21	22.21	18.27	22.27	18.34	22.34	18.41	22.41	18.47	22.47
21.60	18.00	22.00	18.07	22.07	18.14	22.14	18.20	22.20	18.27	22.27	18.34	22.34	18.40	22.40	18.47	22.47
21.70	18.00	22.00	18.07	22.07	18.13	22.13	18.20	22.20	18.27	22.27	18.33	22.33	18.40	22.40	18.47	22.47
21.80	18.00	22.00	18.06	22.06	18.13	22.13	18.20	22.20	18.26	22.26	18.33	22.33	18.40	22.40	18.46	22.46

$X_2 \backslash X_3$	2.05		2.10		2.15		2.20		2.25		2.30		2.35		2.40	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
21.90	17.99	21.99	18.06	22.06	18.13	22.13	18.19	22.19	18.26	22.26	18.33	22.33	18.39	22.39	18.46	22.46
22.00	17.99	21.99	18.06	22.06	18.12	22.12	18.19	22.19	18.25	22.25	18.32	22.32	18.39	22.39	18.45	22.45
22.10	17.99	21.99	18.05	22.05	18.12	22.12	18.18	22.18	18.25	22.25	18.32	22.32	18.38	22.38	18.45	22.45
22.20	17.98	21.98	18.05	22.05	18.11	22.11	18.18	22.18	18.25	22.25	18.31	22.31	18.38	22.38	18.45	22.45
22.30	17.98	21.98	18.04	22.04	18.11	22.11	18.18	22.18	18.24	22.24	18.31	22.31	18.38	22.38	18.44	22.44
22.40	17.97	21.97	18.04	22.04	18.11	22.11	18.17	22.17	18.24	22.24	18.31	22.31	18.37	22.37	18.44	22.44
22.50	17.97	21.97	18.04	22.04	18.10	22.10	18.17	22.17	18.24	22.24	18.30	22.30	18.37	22.37	18.44	22.44
22.60	17.97	21.97	18.03	22.03	18.10	22.10	18.17	22.17	18.23	22.23	18.30	22.30	18.37	22.37	18.43	22.43
22.70	17.96	21.96	18.03	22.03	18.10	22.10	18.16	22.16	18.23	22.23	18.30	22.30	18.36	22.36	18.43	22.43
22.80	17.96	21.96	18.03	22.03	18.09	22.09	18.16	22.16	18.23	22.23	18.29	22.29	18.36	22.36	18.43	22.43
22.90	17.96	21.96	18.02	22.02	18.09	22.09	18.16	22.16	18.22	22.22	18.29	22.29	18.36	22.36	18.42	22.42
23.00	17.95	21.95	18.02	22.02	18.09	22.09	18.15	22.15	18.22	22.22	18.29	22.29	18.35	22.35	18.42	22.42
23.10	17.95	21.95	18.02	22.02	18.08	22.08	18.15	22.15	18.22	22.22	18.28	22.28	18.35	22.35	18.42	22.42
23.20	17.95	21.95	18.01	22.01	18.08	22.08	18.15	22.15	18.21	22.21	18.28	22.28	18.35	22.35	18.41	22.41
23.30	17.94	21.94	18.01	22.01	18.08	22.08	18.14	22.14	18.21	22.21	18.28	22.28	18.34	22.34	18.41	22.41
23.40	17.94	21.94	18.01	22.01	18.07	22.07	18.14	22.14	18.21	22.21	18.27	22.27	18.34	22.34	18.40	22.40
23.50	17.94	21.94	18.00	22.00	18.07	22.07	18.14	22.14	18.20	22.20	18.27	22.27	18.33	22.33	18.40	22.40
23.60	17.93	21.93	18.00	22.00	18.07	22.07	18.13	22.13	18.20	22.20	18.26	22.26	18.33	22.33	18.40	22.40
23.70	17.93	21.93	17.99	21.99	18.06	22.06	18.13	22.13	18.19	22.19	18.26	22.26	18.33	22.33	18.39	22.39
23.80	17.92	21.92	17.99	21.99	18.06	22.06	18.12	22.12	18.19	22.19	18.26	22.26	18.32	22.32	18.39	22.39
23.90	17.92	21.92	17.99	21.99	18.05	22.05	18.12	22.12	18.19	22.19	18.25	22.25	18.32	22.32	18.39	22.39
24.00	17.92	21.92	17.98	21.98	18.05	22.05	18.12	22.12	18.18	22.18	18.25	22.25	18.32	22.32	18.38	22.38
24.10	17.91	21.91	17.98	21.98	18.05	22.05	18.11	22.11	18.18	22.18	18.25	22.25	18.31	22.31	18.38	22.38
24.20	17.91	21.91	17.98	21.98	18.04	22.04	18.11	22.11	18.18	22.18	18.24	22.24	18.31	22.31	18.38	22.38
24.30	17.91	21.91	17.97	21.97	18.04	22.04	18.11	22.11	18.17	22.17	18.24	22.24	18.31	22.31	18.37	22.37
24.40	17.90	21.90	17.97	21.97	18.04	22.04	18.10	22.10	18.17	22.17	18.24	22.24	18.30	22.30	18.37	22.37
24.50	17.90	21.90	17.97	21.97	18.03	22.03	18.10	22.10	18.17	22.17	18.23	22.23	18.30	22.30	18.37	22.37

$X_2 \backslash X_3$	2.05		2.10		2.15		2.20		2.25		2.30		2.35		2.40	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
24.60	17.90	21.90	17.96	21.96	18.03	22.03	18.10	22.10	18.16	22.16	18.23	22.23	18.30	22.30	18.36	22.36
24.70	17.89	21.89	17.96	21.96	18.03	22.03	18.09	22.09	18.16	22.16	18.23	22.23	18.29	22.29	18.36	22.36
24.80	17.89	21.89	17.96	21.96	18.02	22.02	18.09	22.09	18.16	22.16	18.22	22.22	18.29	22.29	18.35	22.35
24.90	17.89	21.89	17.95	21.95	18.02	22.02	18.09	22.09	18.15	22.15	18.22	22.22	18.28	22.28	18.35	22.35
25.00	17.88	21.88	17.95	21.95	18.02	22.02	18.08	22.08	18.15	22.15	18.21	22.21	18.28	22.28	18.35	22.35
25.10	17.88	21.88	17.95	21.95	18.01	22.01	18.08	22.08	18.14	22.14	18.21	22.21	18.28	22.28	18.34	22.34
25.20	17.88	21.88	17.94	21.94	18.01	22.01	18.07	22.07	18.14	22.14	18.21	22.21	18.27	22.27	18.34	22.34
25.30	17.87	21.87	17.94	21.94	18.00	22.00	18.07	22.07	18.14	22.14	18.20	22.20	18.27	22.27	18.34	22.34
25.40	17.87	21.87	17.93	21.93	18.00	22.00	18.07	22.07	18.13	22.13	18.20	22.20	18.27	22.27	18.33	22.33
25.50	17.86	21.86	17.93	21.93	18.00	22.00	18.06	22.06	18.13	22.13	18.20	22.20	18.26	22.26	18.33	22.33
25.60	17.86	21.86	17.93	21.93	17.99	21.99	18.06	22.06	18.13	22.13	18.19	22.19	18.26	22.26	18.33	22.33
25.70	17.86	21.86	17.92	21.92	17.99	21.99	18.06	22.06	18.12	22.12	18.19	22.19	18.26	22.26	18.32	22.32
25.80	17.85	21.85	17.92	21.92	17.99	21.99	18.05	22.05	18.12	22.12	18.19	22.19	18.25	22.25	18.32	22.32
25.90	17.85	21.85	17.92	21.92	17.98	21.98	18.05	22.05	18.12	22.12	18.18	22.18	18.25	22.25	18.32	22.32
26.00	17.85	21.85	17.91	21.91	17.98	21.98	18.05	22.05	18.11	22.11	18.18	22.18	18.25	22.25	18.31	22.31
26.10	17.84	21.84	17.91	21.91	17.98	21.98	18.04	22.04	18.11	22.11	18.18	22.18	18.24	22.24	18.31	22.31
26.20	17.84	21.84	17.91	21.91	17.97	21.97	18.04	22.04	18.11	22.11	18.17	22.17	18.24	22.24	18.30	22.30
26.30	17.84	21.84	17.90	21.90	17.97	21.97	18.04	22.04	18.10	22.10	18.17	22.17	18.23	22.23	18.30	22.30
26.40	17.83	21.83	17.90	21.90	17.97	21.97	18.03	22.03	18.10	22.10	18.16	22.16	18.23	22.23	18.30	22.30
26.50	17.83	21.83	17.90	21.90	17.96	21.96	18.03	22.03	18.09	22.09	18.16	22.16	18.23	22.23	18.29	22.29
26.60	17.83	21.83	17.89	21.89	17.96	21.96	18.02	22.02	18.09	22.09	18.16	22.16	18.22	22.22	18.29	22.29
26.70	17.82	21.82	17.89	21.89	17.95	21.95	18.02	22.02	18.09	22.09	18.15	22.15	18.22	22.22	18.29	22.29
26.80	17.82	21.82	17.88	21.88	17.95	21.95	18.02	22.02	18.08	22.08	18.15	22.15	18.22	22.22	18.28	22.28

Вариант с 2 параметъра – горна челюст

Табл. 67. Определяне на допустим/стабилен интервал за стойността на X_1 (CC) с два параметъра X_2 (SI) и X_3 (DPP), където $X_3 \in [1.40-1.75]$

$X_2 \backslash X_3$	1.40		1.45		1.50		1.55		1.60		1.65		1.70		1.75	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
26.60	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30	22.37	28.37	22.44	28.44	22.51	28.51	22.58	28.58
26.70	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.43	28.43	22.50	28.50	22.57	28.57
26.80	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.43	28.43	22.50	28.50	22.57	28.57
26.90	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56
27.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28	22.35	28.35	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56
27.10	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28	22.35	28.35	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56
27.20	22.06	28.06	22.13	28.13	22.20	28.20	22.27	28.27	22.34	28.34	22.41	28.41	22.48	28.48	22.55	28.55
27.30	22.06	28.06	22.13	28.13	22.20	28.20	22.27	28.27	22.34	28.34	22.41	28.41	22.48	28.48	22.55	28.55
27.40	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.26	28.26	22.33	28.33	22.40	28.40	22.47	28.47	22.54	28.54
27.50	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.26	28.26	22.33	28.33	22.40	28.40	22.47	28.47	22.54	28.54
27.60	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39	22.46	28.46	22.53	28.53
27.70	22.04	28.04	22.11	28.11	22.18	28.18	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39	22.46	28.46	22.53	28.53
27.80	22.04	28.04	22.11	28.11	22.18	28.18	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39	22.46	28.46	22.53	28.53
27.90	22.03	28.03	22.10	28.10	22.17	28.17	22.24	28.24	22.31	28.31	22.38	28.38	22.45	28.45	22.52	28.52
28.00	22.03	28.03	22.10	28.10	22.17	28.17	22.24	28.24	22.31	28.31	22.38	28.38	22.45	28.45	22.52	28.52
28.10	22.02	28.02	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30	22.37	28.37	22.44	28.44	22.51	28.51
28.20	22.02	28.02	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30	22.37	28.37	22.44	28.44	22.51	28.51
28.30	22.02	28.02	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.43	28.43	22.50	28.50
28.40	22.01	28.01	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.43	28.43	22.50	28.50
28.50	22.01	28.01	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.42	28.42	22.49	28.49
28.60	22.00	28.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28	22.35	28.35	22.42	28.42	22.49	28.49
28.70	22.00	28.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28	22.35	28.35	22.42	28.42	22.49	28.49
28.80	21.99	27.99	22.06	28.06	22.13	28.13	22.20	28.20	22.27	28.27	22.34	28.34	22.41	28.41	22.48	28.48
28.90	21.99	27.99	22.06	28.06	22.13	28.13	22.20	28.20	22.27	28.27	22.34	28.34	22.41	28.41	22.48	28.48
29.00	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.26	28.26	22.33	28.33	22.40	28.40	22.47	28.47

$X_2 \backslash X_3$	1.40		1.45		1.50		1.55		1.60		1.65		1.70		1.75	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
29.10	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.26	28.26	22.33	28.33	22.40	28.40	22.47	28.47
29.20	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39	22.46	28.46
29.30	21.97	27.97	22.04	28.04	22.11	28.11	22.18	28.18	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39	22.46	28.46
29.40	21.97	27.97	22.04	28.04	22.11	28.11	22.18	28.18	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39	22.46	28.46
29.50	21.96	27.96	22.03	28.03	22.10	28.10	22.17	28.17	22.24	28.24	22.31	28.31	22.38	28.38	22.45	28.45
29.60	21.96	27.96	22.03	28.03	22.10	28.10	22.17	28.17	22.24	28.24	22.31	28.31	22.38	28.38	22.45	28.45
29.70	21.95	27.95	22.02	28.02	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30	22.37	28.37	22.44	28.44
29.80	21.95	27.95	22.02	28.02	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30	22.37	28.37	22.44	28.44
29.90	21.95	27.95	22.02	28.02	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.43	28.43
30.00	21.94	27.94	22.01	28.01	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.43	28.43
30.10	21.94	27.94	22.01	28.01	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36	22.42	28.42
30.20	21.93	27.93	22.00	28.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28	22.35	28.35	22.42	28.42
30.30	21.93	27.93	22.00	28.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28	22.35	28.35	22.42	28.42
30.40	21.92	27.92	21.99	27.99	22.06	28.06	22.13	28.13	22.20	28.20	22.27	28.27	22.34	28.34	22.41	28.41
30.50	21.92	27.92	21.99	27.99	22.06	28.06	22.13	28.13	22.20	28.20	22.27	28.27	22.34	28.34	22.41	28.41
30.60	21.91	27.91	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.26	28.26	22.33	28.33	22.40	28.40
30.70	21.91	27.91	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.26	28.26	22.33	28.33	22.40	28.40
30.80	21.91	27.91	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39
30.90	21.90	27.90	21.97	27.97	22.04	28.04	22.11	28.11	22.18	28.18	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39
31.00	21.90	27.90	21.97	27.97	22.04	28.04	22.11	28.11	22.18	28.18	22.25	28.25	22.32	28.32	22.39	28.39
31.10	21.89	27.89	21.96	27.96	22.03	28.03	22.10	28.10	22.17	28.17	22.24	28.24	22.31	28.31	22.38	28.38
31.20	21.89	27.89	21.96	27.96	22.03	28.03	22.10	28.10	22.17	28.17	22.24	28.24	22.31	28.31	22.38	28.38
31.30	21.88	27.88	21.95	27.95	22.02	28.02	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30	22.37	28.37
31.40	21.88	27.88	21.95	27.95	22.02	28.02	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30	22.37	28.37
31.50	21.88	27.88	21.95	27.95	22.02	28.02	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36
31.60	21.87	27.87	21.94	27.94	22.01	28.01	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36
31.70	21.87	27.87	21.94	27.94	22.01	28.01	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29	22.36	28.36

$X_2 \backslash X_3$	1.40		1.45		1.50		1.55		1.60		1.65		1.70		1.75	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
31.80	21.86	27.86	21.93	27.93	22.00	28.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28	22.35	28.35
31.90	21.86	27.86	21.93	27.93	22.00	28.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28	22.35	28.35
32.00	21.85	27.85	21.92	27.92	21.99	27.99	22.06	28.06	22.13	28.13	22.20	28.20	22.27	28.27	22.34	28.34
32.10	21.85	27.85	21.92	27.92	21.99	27.99	22.06	28.06	22.13	28.13	22.20	28.20	22.27	28.27	22.34	28.34
32.20	21.85	27.85	21.91	27.91	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.26	28.26	22.33	28.33
32.30	21.84	27.84	21.91	27.91	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.26	28.26	22.33	28.33
32.40	21.84	27.84	21.91	27.91	21.98	27.98	22.05	28.05	22.12	28.12	22.19	28.19	22.25	28.25	22.32	28.32
32.50	21.83	27.83	21.90	27.90	21.97	27.97	22.04	28.04	22.11	28.11	22.18	28.18	22.25	28.25	22.32	28.32
32.60	21.83	27.83	21.90	27.90	21.97	27.97	22.04	28.04	22.11	28.11	22.18	28.18	22.25	28.25	22.32	28.32
32.70	21.82	27.82	21.89	27.89	21.96	27.96	22.03	28.03	22.10	28.10	22.17	28.17	22.24	28.24	22.31	28.31
32.80	21.82	27.82	21.89	27.89	21.96	27.96	22.03	28.03	22.10	28.10	22.17	28.17	22.24	28.24	22.31	28.31
32.90	21.81	27.81	21.88	27.88	21.95	27.95	22.02	28.02	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30
33.00	21.81	27.81	21.88	27.88	21.95	27.95	22.02	28.02	22.09	28.09	22.16	28.16	22.23	28.23	22.30	28.30
33.10	21.81	27.81	21.88	27.88	21.95	27.95	22.02	28.02	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29
33.20	21.80	27.80	21.87	27.87	21.94	27.94	22.01	28.01	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29
33.30	21.80	27.80	21.87	27.87	21.94	27.94	22.01	28.01	22.08	28.08	22.15	28.15	22.22	28.22	22.29	28.29
33.40	21.79	27.79	21.86	27.86	21.93	27.93	22.00	28.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28
33.50	21.79	27.79	21.86	27.86	21.93	27.93	22.00	28.00	22.07	28.07	22.14	28.14	22.21	28.21	22.28	28.28

Табл. 68. Определяне на допустим/стабилен интервал за стойността на X_1 (CC) с два параметъра X_2 (SI) и X_3 (ДРР), където $X_3 \in [1.80-2.15]$

$X_2 \backslash X_3$	1.80		1.85		1.90		1.95		2.00		2.05		2.10		2.15	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
26.60	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86	22.93	28.93	23.00	29.00	23.07	29.07	23.14	29.14
26.70	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85	22.92	28.92	22.99	28.99	23.06	29.06	23.13	29.13
26.80	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85	22.92	28.92	22.99	28.99	23.06	29.06	23.13	29.13
26.90	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84	22.91	28.91	22.98	28.98	23.05	29.05	23.12	29.12
27.00	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84	22.91	28.91	22.98	28.98	23.05	29.05	23.12	29.12
27.10	22.63	28.63	22.70	28.70	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97	23.04	29.04	23.11	29.11
27.20	22.62	28.62	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97	23.04	29.04	23.11	29.11
27.30	22.62	28.62	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97	23.03	29.03	23.10	29.10
27.40	22.61	28.61	22.68	28.68	22.75	28.75	22.82	28.82	22.89	28.89	22.96	28.96	23.03	29.03	23.10	29.10
27.50	22.61	28.61	22.68	28.68	22.75	28.75	22.82	28.82	22.89	28.89	22.96	28.96	23.03	29.03	23.10	29.10
27.60	22.60	28.60	22.67	28.67	22.74	28.74	22.81	28.81	22.88	28.88	22.95	28.95	23.02	29.02	23.09	29.09
27.70	22.60	28.60	22.67	28.67	22.74	28.74	22.81	28.81	22.88	28.88	22.95	28.95	23.02	29.02	23.09	29.09
27.80	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87	22.94	28.94	23.01	29.01	23.08	29.08
27.90	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87	22.94	28.94	23.01	29.01	23.08	29.08
28.00	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87	22.93	28.93	23.00	29.00	23.07	29.07
28.10	22.58	28.58	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86	22.93	28.93	23.00	29.00	23.07	29.07
28.20	22.58	28.58	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86	22.93	28.93	23.00	29.00	23.07	29.07
28.30	22.57	28.57	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85	22.92	28.92	22.99	28.99	23.06	29.06
28.40	22.57	28.57	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85	22.92	28.92	22.99	28.99	23.06	29.06
28.50	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84	22.91	28.91	22.98	28.98	23.05	29.05
28.60	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84	22.91	28.91	22.98	28.98	23.05	29.05
28.70	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97	23.04	29.04
28.80	22.55	28.55	22.62	28.62	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97	23.04	29.04
28.90	22.55	28.55	22.62	28.62	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97	23.03	29.03
29.00	22.54	28.54	22.61	28.61	22.68	28.68	22.75	28.75	22.82	28.82	22.89	28.89	22.96	28.96	23.03	29.03
29.10	22.54	28.54	22.61	28.61	22.68	28.68	22.75	28.75	22.82	28.82	22.89	28.89	22.96	28.96	23.03	29.03

X ₂ \ X ₃	1.80		1.85		1.90		1.95		2.00		2.05		2.10		2.15	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
29.20	22.53	28.53	22.60	28.60	22.67	28.67	22.74	28.74	22.81	28.81	22.88	28.88	22.95	28.95	23.02	29.02
29.30	22.53	28.53	22.60	28.60	22.67	28.67	22.74	28.74	22.81	28.81	22.88	28.88	22.95	28.95	23.02	29.02
29.40	22.53	28.53	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87	22.94	28.94	23.01	29.01
29.50	22.52	28.52	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87	22.94	28.94	23.01	29.01
29.60	22.52	28.52	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.86	28.86	22.93	28.93	23.00	29.00
29.70	22.51	28.51	22.58	28.58	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86	22.93	28.93	23.00	29.00
29.80	22.51	28.51	22.58	28.58	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86	22.93	28.93	23.00	29.00
29.90	22.50	28.50	22.57	28.57	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85	22.92	28.92	22.99	28.99
30.00	22.50	28.50	22.57	28.57	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85	22.92	28.92	22.99	28.99
30.10	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84	22.91	28.91	22.98	28.98
30.20	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84	22.91	28.91	22.98	28.98
30.30	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97
30.40	22.48	28.48	22.55	28.55	22.62	28.62	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97
30.50	22.48	28.48	22.55	28.55	22.62	28.62	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90	22.97	28.97
30.60	22.47	28.47	22.54	28.54	22.61	28.61	22.68	28.68	22.75	28.75	22.82	28.82	22.89	28.89	22.96	28.96
30.70	22.47	28.47	22.54	28.54	22.61	28.61	22.68	28.68	22.75	28.75	22.82	28.82	22.89	28.89	22.96	28.96
30.80	22.46	28.46	22.53	28.53	22.60	28.60	22.67	28.67	22.74	28.74	22.81	28.81	22.88	28.88	22.95	28.95
30.90	22.46	28.46	22.53	28.53	22.60	28.60	22.67	28.67	22.74	28.74	22.81	28.81	22.88	28.88	22.95	28.95
31.00	22.46	28.46	22.53	28.53	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87	22.94	28.94
31.10	22.45	28.45	22.52	28.52	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87	22.94	28.94
31.20	22.45	28.45	22.52	28.52	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.86	28.86	22.93	28.93
31.30	22.44	28.44	22.51	28.51	22.58	28.58	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86	22.93	28.93
31.40	22.44	28.44	22.51	28.51	22.58	28.58	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86	22.93	28.93
31.50	22.43	28.43	22.50	28.50	22.57	28.57	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85	22.92	28.92
31.60	22.43	28.43	22.50	28.50	22.57	28.57	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85	22.92	28.92
31.70	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84	22.91	28.91
31.80	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84	22.91	28.91

$X_2 \backslash X_3$	1.80		1.85		1.90		1.95		2.00		2.05		2.10		2.15	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
31.90	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90
32.00	22.41	28.41	22.48	28.48	22.55	28.55	22.62	28.62	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90
32.10	22.41	28.41	22.48	28.48	22.55	28.55	22.62	28.62	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83	22.90	28.90
32.20	22.40	28.40	22.47	28.47	22.54	28.54	22.61	28.61	22.68	28.68	22.75	28.75	22.82	28.82	22.89	28.89
32.30	22.40	28.40	22.47	28.47	22.54	28.54	22.61	28.61	22.68	28.68	22.75	28.75	22.82	28.82	22.89	28.89
32.40	22.39	28.39	22.46	28.46	22.53	28.53	22.60	28.60	22.67	28.67	22.74	28.74	22.81	28.81	22.88	28.88
32.50	22.39	28.39	22.46	28.46	22.53	28.53	22.60	28.60	22.67	28.67	22.74	28.74	22.81	28.81	22.88	28.88
32.60	22.39	28.39	22.46	28.46	22.52	28.52	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87
32.70	22.38	28.38	22.45	28.45	22.52	28.52	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.87	28.87
32.80	22.38	28.38	22.45	28.45	22.52	28.52	22.59	28.59	22.66	28.66	22.73	28.73	22.80	28.80	22.86	28.86
32.90	22.37	28.37	22.44	28.44	22.51	28.51	22.58	28.58	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86
33.00	22.37	28.37	22.44	28.44	22.51	28.51	22.58	28.58	22.65	28.65	22.72	28.72	22.79	28.79	22.86	28.86
33.10	22.36	28.36	22.43	28.43	22.50	28.50	22.57	28.57	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85
33.20	22.36	28.36	22.43	28.43	22.50	28.50	22.57	28.57	22.64	28.64	22.71	28.71	22.78	28.78	22.85	28.85
33.30	22.36	28.36	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84
33.40	22.35	28.35	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.70	28.70	22.77	28.77	22.84	28.84
33.50	22.35	28.35	22.42	28.42	22.49	28.49	22.56	28.56	22.63	28.63	22.69	28.69	22.76	28.76	22.83	28.83

Табл. 69. Определяне на допустим/стабилен интервал за стойността на X_1 (CC) с два параметъра X_2 (SI) и X_3 (ДРР), където $X_3 \in [2.20-2.55]$

X_2 \ X_3	2.20		2.25		2.30		2.35		2.40		2.45		2.50		2.55	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
26.60	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.55	29.55	23.62	29.62	23.69	29.69
26.70	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.55	29.55	23.62	29.62	23.69	29.69
26.80	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.54	29.54	23.61	29.61	23.68	29.68
26.90	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40	23.47	29.47	23.54	29.54	23.61	29.61	23.68	29.68
27.00	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40	23.47	29.47	23.54	29.54	23.61	29.61	23.68	29.68
27.10	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39	23.46	29.46	23.53	29.53	23.60	29.60	23.67	29.67
27.20	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39	23.46	29.46	23.53	29.53	23.60	29.60	23.67	29.67
27.30	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.38	29.38	23.45	29.45	23.52	29.52	23.59	29.59	23.66	29.66
27.40	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.38	29.38	23.45	29.45	23.52	29.52	23.59	29.59	23.66	29.66
27.50	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51	23.58	29.58	23.65	29.65
27.60	23.16	29.16	23.23	29.23	23.30	29.30	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51	23.58	29.58	23.65	29.65
27.70	23.16	29.16	23.23	29.23	23.30	29.30	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51	23.58	29.58	23.65	29.65
27.80	23.15	29.15	23.22	29.22	23.29	29.29	23.36	29.36	23.43	29.43	23.50	29.50	23.57	29.57	23.64	29.64
27.90	23.15	29.15	23.22	29.22	23.29	29.29	23.36	29.36	23.43	29.43	23.50	29.50	23.57	29.57	23.64	29.64
28.00	23.14	29.14	23.21	29.21	23.28	29.28	23.35	29.35	23.42	29.42	23.49	29.49	23.56	29.56	23.63	29.63
28.10	23.14	29.14	23.21	29.21	23.28	29.28	23.35	29.35	23.42	29.42	23.49	29.49	23.56	29.56	23.63	29.63
28.20	23.14	29.14	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.55	29.55	23.62	29.62
28.30	23.13	29.13	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.55	29.55	23.62	29.62
28.40	23.13	29.13	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.54	29.54	23.61	29.61
28.50	23.12	29.12	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40	23.47	29.47	23.54	29.54	23.61	29.61
28.60	23.12	29.12	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40	23.47	29.47	23.54	29.54	23.61	29.61
28.70	23.11	29.11	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39	23.46	29.46	23.53	29.53	23.60	29.60
28.80	23.11	29.11	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39	23.46	29.46	23.53	29.53	23.60	29.60
28.90	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.38	29.38	23.45	29.45	23.52	29.52	23.59	29.59
29.00	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.38	29.38	23.45	29.45	23.52	29.52	23.59	29.59
29.10	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51	23.58	29.58

X ₂ \ X ₃	2.20		2.25		2.30		2.35		2.40		2.45		2.50		2.55	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
29.20	23.09	29.09	23.16	29.16	23.23	29.23	23.30	29.30	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51	23.58	29.58
29.30	23.09	29.09	23.16	29.16	23.23	29.23	23.30	29.30	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51	23.58	29.58
29.40	23.08	29.08	23.15	29.15	23.22	29.22	23.29	29.29	23.36	29.36	23.43	29.43	23.50	29.50	23.57	29.57
29.50	23.08	29.08	23.15	29.15	23.22	29.22	23.29	29.29	23.36	29.36	23.43	29.43	23.50	29.50	23.57	29.57
29.60	23.07	29.07	23.14	29.14	23.21	29.21	23.28	29.28	23.35	29.35	23.42	29.42	23.49	29.49	23.56	29.56
29.70	23.07	29.07	23.14	29.14	23.21	29.21	23.28	29.28	23.35	29.35	23.42	29.42	23.49	29.49	23.56	29.56
29.80	23.07	29.07	23.14	29.14	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.55	29.55
29.90	23.06	29.06	23.13	29.13	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.55	29.55
30.00	23.06	29.06	23.13	29.13	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48	23.54	29.54
30.10	23.05	29.05	23.12	29.12	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40	23.47	29.47	23.54	29.54
30.20	23.05	29.05	23.12	29.12	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40	23.47	29.47	23.54	29.54
30.30	23.04	29.04	23.11	29.11	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39	23.46	29.46	23.53	29.53
30.40	23.04	29.04	23.11	29.11	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39	23.46	29.46	23.53	29.53
30.50	23.03	29.03	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.38	29.38	23.45	29.45	23.52	29.52
30.60	23.03	29.03	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.38	29.38	23.45	29.45	23.52	29.52
30.70	23.03	29.03	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51
30.80	23.02	29.02	23.09	29.09	23.16	29.16	23.23	29.23	23.30	29.30	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51
30.90	23.02	29.02	23.09	29.09	23.16	29.16	23.23	29.23	23.30	29.30	23.37	29.37	23.44	29.44	23.51	29.51
31.00	23.01	29.01	23.08	29.08	23.15	29.15	23.22	29.22	23.29	29.29	23.36	29.36	23.43	29.43	23.50	29.50
31.10	23.01	29.01	23.08	29.08	23.15	29.15	23.22	29.22	23.29	29.29	23.36	29.36	23.43	29.43	23.50	29.50
31.20	23.00	29.00	23.07	29.07	23.14	29.14	23.21	29.21	23.28	29.28	23.35	29.35	23.42	29.42	23.49	29.49
31.30	23.00	29.00	23.07	29.07	23.14	29.14	23.21	29.21	23.28	29.28	23.35	29.35	23.42	29.42	23.49	29.49
31.40	23.00	29.00	23.07	29.07	23.14	29.14	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48
31.50	22.99	28.99	23.06	29.06	23.13	29.13	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48
31.60	22.99	28.99	23.06	29.06	23.13	29.13	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41	23.48	29.48
31.70	22.98	28.98	23.05	29.05	23.12	29.12	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40	23.47	29.47
31.80	22.98	28.98	23.05	29.05	23.12	29.12	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40	23.47	29.47

$X_2 \backslash X_3$	2.20		2.25		2.30		2.35		2.40		2.45		2.50		2.55	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
31.90	22.97	28.97	23.04	29.04	23.11	29.11	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39	23.46	29.46
32.00	22.97	28.97	23.04	29.04	23.11	29.11	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39	23.46	29.46
32.10	22.97	28.97	23.03	29.03	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.38	29.38	23.45	29.45
32.20	22.96	28.96	23.03	29.03	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.38	29.38	23.45	29.45
32.30	22.96	28.96	23.03	29.03	23.10	29.10	23.17	29.17	23.24	29.24	23.31	29.31	23.37	29.37	23.44	29.44
32.40	22.95	28.95	23.02	29.02	23.09	29.09	23.16	29.16	23.23	29.23	23.30	29.30	23.37	29.37	23.44	29.44
32.50	22.95	28.95	23.02	29.02	23.09	29.09	23.16	29.16	23.23	29.23	23.30	29.30	23.37	29.37	23.44	29.44
32.60	22.94	28.94	23.01	29.01	23.08	29.08	23.15	29.15	23.22	29.22	23.29	29.29	23.36	29.36	23.43	29.43
32.70	22.94	28.94	23.01	29.01	23.08	29.08	23.15	29.15	23.22	29.22	23.29	29.29	23.36	29.36	23.43	29.43
32.80	22.93	28.93	23.00	29.00	23.07	29.07	23.14	29.14	23.21	29.21	23.28	29.28	23.35	29.35	23.42	29.42
32.90	22.93	28.93	23.00	29.00	23.07	29.07	23.14	29.14	23.21	29.21	23.28	29.28	23.35	29.35	23.42	29.42
33.00	22.93	28.93	23.00	29.00	23.07	29.07	23.14	29.14	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41
33.10	22.92	28.92	22.99	28.99	23.06	29.06	23.13	29.13	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41
33.20	22.92	28.92	22.99	28.99	23.06	29.06	23.13	29.13	23.20	29.20	23.27	29.27	23.34	29.34	23.41	29.41
33.30	22.91	28.91	22.98	28.98	23.05	29.05	23.12	29.12	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40
33.40	22.91	28.91	22.98	28.98	23.05	29.05	23.12	29.12	23.19	29.19	23.26	29.26	23.33	29.33	23.40	29.40
33.50	22.90	28.90	22.97	28.97	23.04	29.04	23.11	29.11	23.18	29.18	23.25	29.25	23.32	29.32	23.39	29.39

По задача 7.

Верификация на резултатите от изследванията на дългосрочно проследените пациенти спрямо изведените норми на интерканиновото разстояние. Полигон на стабилност.

Изпълнението на **задача 7** е свързано с необходимостта да се провери дали изведените стойности на норма на интерканиновото разстояние са верни и изследваните лица (по първа, втора и трета задачи) попадат в представените стойности.

За проверка на данните от резултатите е създаден т.нар. **полигон на стабилността**. Той е конструиран по следния начин: рамките на полигона се определят от стойностите за нормата на сумата от медиодисталните диаметри на 4-те инцизива в съответната челюст и от стойностите на СС в съответната челюст, изведено от контролната група. Предполагането е, че ако стойностите на лекуваните пациенти попаднат в този полигон, стабилността на ЗД е осигурена с много висок процент.

Проверката на данните е извършена по следния начин:

От I и II групи произволно са избрани 41 пациенти, които отговарят на броя на пациентите от трета група. Данните по групи са нанесени в конструирания полигон. Тези, които се намират в него, се счита, че са относително стабилни, а тези, които излизат извън него – има опасност от рецидив.

II група – пациенти в ранен постретенционен период. Направеното проучване в тази група има по-висока информативност по отношение на стабилността на интерканиновото разстояние. Основание за това разсъждение е фактът, че проверените стойности са на пациенти в два времеви интервала – първият е след края на ортодонтското лечение, а вторият е в ранния постретенционен период.

III група – пациенти в късен постретенционен период. Проверени са стойностите на пациентите след края на ортодонтското лечение и тези в късния постретенционен период.

Проверката на данните по групи показва следното:

I група. Участниците в изследваната група са пациенти с налична ЗЧД, лекувани само с фиксирана техника. Извършена е проверка на стойностите на СС в горната и долна зъба дъга след края на ортодонтското лечение (табл. 70 и 71).

От всичките 41 изследвани лица в горната ЗД стойностите на СС на 4 пациенти, което е 9,75%, излизат от рамките на полигона. Вероятно тези пациенти са застрашени от рецидив на ЗЧД, но това съждение може да е вярно единствено, ако се докаже след дългосрочно наблюдение.

ние и изключване на други фактори, водещи до промяна на правилно подредената елипса на ГЧ (табл. 70, стойностите на СС извън полигона са в червено).

От всичките 41 изследвани лица в долната ЗД стойностите на интерканиновото разстояние също на 4 пациенти, което е 9,75%, излизат от рамките на полигона. Вероятно тези пациенти също са застрашени от рецидив на ЗЧД. Проявата на нова деформация най-често е струпване на долните фронтални зъби (табл. 71, стойностите на СС извън полигона са в червено).

Забелязва се, че процентът на пациентите с нестабилно СС в първия времеви период, след края на ортодонтското лечение и за двете зъбни дъги е един и същ – близо 10%.

На табл. 72 и 73 са представени полигоните на стабилността на горната и долна ЗД в ранния постретенционен период. В тази наблюдавана група се установява, че стойностите само на 1 пациент в горната ЗД, а това е 2,94%, са извън полигона на стабилността и то само по отношение на единия параметър – първия времеви период – СС след ортодонтското лечение (табл. 72, стойностите извън полигона са в червено, а тези в ранния постретенционен период – в синьо).

В долната ЗД всички стойности на СС са в рамките на полигона на стабилността. Вероятно изследваният параметър се запазва стабилен в дългосрочен план (табл. 73, стойностите в ранния постретенционен период са в синьо).

На табл. 74 и 75 са представени данните на изследваното разстояние в късния постретенционен период в горната и долната ЗД. Стойностите на СС са също две, както и в предишната група. Едната е при завършването на ортодонтското лечение, а другата е в периода над 5 год. след края на ретенционния период.

В горната ЗД само един параметър е извън полигона и то също след края на ортодонтското лечение (табл. 74, стойностите извън полигона са в червено). Стойностите от късния постретенционен период и 97,06% от края на ортодонтското лечение са в норма (табл. 74, стойностите от късния постретенционен период са в цвят магента).

Един от изследваните пациенти има нестабилно интерканиново разстояние, когато е завършено ортодонтското лечение и 1 пациент и в двата си параметъра – в края на ортодонтското лечение и в късния постретенционен период е извън полигона (табл. 75, стойностите извън полигона са в червено, в късния постретенционен период – в цвят магента).

Табл. 70. Полигон на стабилността на горната зъбна дъга при пациенти с проведено ортодонтико лечение с фиксирана техника

SI CC	26,6	27,4	28,2	28,4	28,9	29	29,1	29,3	29,4	29,5	30	30,1	30,2	30,7	30,9	31	31,3	31,5	31,9	32,2	32,7	33,5	
17,5		17,3																					
20				20,54																			
21,5							21,78	21,71															
21,9																							
22,5												22,38											
22,8																		22,83					
23		23,13		23,36			22,92	23,94												23,40			
24											24,34			23,67							24		
24,1																			24,09				
24,3							29,08																
24,4																			24,47				
24,6					24,58		24,57																
24,7																						24,74	
24,9																						24,93	
25													25,06										
25,1										25,35												25,23	
25,5				25,5																		25,47	
25,7																	25,74					25,75	
26																		25,97					
26,2																		26,29					
26,4																		26,39	26,61	26,42			
26,8														26,73	26,76						26,73	26,71	
26,9																						26,94	
27																						27,01	
28,5																							28,56
29,5																						29,67	
32,6																							

Табл. 71. Полигон на стабилността на долната зъбна дъга на пациентите след ортодонтоско лечение с фиксирана техника

Si CC	19,3	19,7	20	20,1	20,3	20,6	20,9	21	21,1	21,3	21,4	21,7	21,8	22,2	22,6	22,9	23,5	23,6	23,8	25,2	25,7	26,8
11,5	11,55																					
15,2		15,22																				
16,9	16,93																					
17,3			17,26																			
17,4		17,40																				
18			18,16																			
18,5			18,55																			
18,8					18,79	18,79																
19				19,27	19,34			19,12														
19,5			19,58	19,52																		
19,9								19,96														
20	20,14							20,08														
20,2	20,27																					
20,4		20,40	20,44																			
20,8								20,83														
20,9										20,87	20,92	20,93										
21		21,04								21,20												
21,2					21,24					21,26												
21,4						21,40																
21,6										21,65												
21,8												21,76										
22													22,02									
22,2																22,20						
22,3														22,30								
22,7																22,72						
22,8														22,81	22,83							
23,1																		23,17				
23,7																			23,67			
27,5																				27,54		
30,5																					30,47	

Табл. 72. Полигон на стабилността на горната зъбна дъга на пациентите след ортодонтско лечение с фиксирана техника и ранен постретенционен период

SI CC	26,6	27,2	27,5	28,2	28,4	28,9	29	29,1	29,3	29,4	29,5	30	30,1	30,2	30,7	30,9	31	31,3	31,5	31,9	32,2	32,7	33,5
18,5					18,89																		
21,0	21,11																						
21,5	21,60	21,93																					
22,5											22,24							22,20					
22,8										22,84													
23											23,00		23,25		23,20								
23,5										23,40				23,67									
24													24,00					24,03					
24,1													23,90										
24,3														24,20		24,12							24,30
24,6							24,58				24,63							24,59					
24,7															24,72			24,78					24,70
24,9									24,95							24,80							
25																			25,08	25,07			
25,1				25,20		25,20						25,10			25,40						25,30		
25,5		25,57																					25,56
25,7					25,86		25,83								25,71			25,60					25,83
26		26,10					25,95	25,80						25,97						26,00	26,14		
26,2			26,20																				
26,4						26,41									26,63								26,40
															26,48								
															26,42								
26,8					26,72		26,84			26,75					26,60		26,76						26,80
26,9								26,90								26,97							
																30,00							
27																			27,31				
27,5			27,71		28,00						27,47		27,86	27,30	27,53								
28,5									28,20						28,57		29,10						28,25
29		28,90																					29,20
29,5								29,70			29,50		29,39									29,79	28,96
30																							29,90
32,6																							30,23

Табл. 73. Полигон на стабилността на долната зъбна дъга на пациентите след ортодонтско лечение с фиксирана техника и ранен постретенционен период

CC \ Si	19,3	19,6	19,7	20,1	20,3	20,6	20,9	21	21,1	21,3	21,4	21,7	21,8	22,2	22,6	22,9	23,5	23,6	23,8	24,6	25,2	25,7	26,8
16	16,41																						
16,9	16,85																						
17	17,30																						
17,5	17,48	17,71																					
18		18,10						18,24															
18,5					18,60			18,40															
18,8					18,82			18,90															
19				19,40				19,10						19,06					19,27				
19,5				19,59																			
19,9									19,80														
20						20,00			19,84														
20,2				20,16		20,10				20,30													
20,4				20,30							20,38												20,41
20,8	20,79	20,77								20,60			20,88										
20,9										20,90													
21		21,13						21,01															
21,2								21,31				21,27											21,20
21,4						21,32							21,38				21,36						
21,6		21,50											21,80										
21,8										21,75	21,82						21,75	21,78					
22							22,00			21,93	22,14			21,95									
										21,91	21,91												
22,2										22,23		22,26			22,16								
												22,46											
22,3						22,50						23,40								22,45	22,29		
												22,48		22,34									
22,7						22,50							22,78							22,93			
													22,69										
22,8														22,80									
23,5								23,20		23,60	23,51	23,24											
											23,70												
23,7											23,83			23,80				23,64					
												23,83											
24												24,00											
												24,60				24,40							
24,5						24,90																	24,80
26														25,90								26,40	
30															29,20						29,59		28,58

Табл. 74. Полигон на стабилността на горната зъбна дъга на пациентите след ортодонтско лечение с фиксирана техника и късен постретенционен период

SI CC	26,7	26,9	27,2	27,4	27,8	28,2	28,4	28,7	28,9	29	29,1	29,3	29,4	29,5	30	30,1	30,2	30,3	30,6	30,7	30,9	31,1	31,3	31,9	32,7	33,5
20		20,11																								
21																										
21,7		21,67		21,71																						
21,8								21,81																		
22	23,04																									
22,3		22,37	22,40																							
22,5						22,47																				
22,6							22,70	22,64																		
22,9													22,92													
23,1	23,10	23,20				23,30							23,20													
23,5									23,55			23,46														
23,6														23,65												
23,8								23,79	23,87				23,82													
24														23,90												
24,1								24,10																		
24,3									24,33																	
24,6												24,60	24,50													
24,7									24,70																	
24,9																						24,87				
25														25,00	25,00											
25,1								25,10					25,20												25,20	
25,3																							25,32		25,26	
25,5									25,40										25,50							
25,6									25,65				25,60			25,60						25,54				
25,7														25,80	25,77		25,76				25,70				25,70	
25,9																					25,90					
26																				26,01		26,01	26,00		26,00	25,99
26,1																				26,10		26,00				
26,2																	26,30				26,20					26,22
26,4																										
26,6																									26,67	
26,8					26,82				26,81					26,77			26,80									
26,9									26,90						26,90											
27										27,09												27,10				
27,2													27,17						27,20	27,22						27,20
27,5																										27,50
27,9									27,90						27,80	27,80						27,90		27,75		
28,2					28,10														28,30							
28,5																										
29,2										29,10							29,29									
33											33,00													33,0		
40																								41,29		

Обсъждане на резултатите по седма задача

От направената проверка на данните се забелязва ниският процент на стойностите извън полигона. За пациентите в I изследвана група прогнозата е пожелателна. Считаме, че попадайки в полигона на стабилността, интерканиновото разстояние се запазва стабилно в дългосрочен план. Но в тази група стабилността не е доказана, защото изследването на интерканиновото разстояние е веднага след проведеното ортодонтско лечение. То е завършено според правилата за добрата ортодонтска практика, т.е. достигнато е до правилно оформени горна и долна зъбни дъги, постигната е правилна оклузия, направена е подходящата за случая ретенция. Очакваният дългосрочен резултат е стабилна оклузия през следващите години, но въпреки всичко това е прогноза, недоказана във времето за всички пациенти.

Освен това забелязваме, че около 10% от произволно проверените данни излизат извън полигона на стабилността. Това е най-високият процент на нестабилност от всички изследвани групи. Считаме, че причината за това е доказаната вече от резултатите на предишните групи динамика на изследвания параметър – интерканиново разстояние.

По-интересни и категорично по-достоверни са резултатите от II и III групи, където са проследени интерканиновите разстояния не само след края на ортодонтското лечение, но и в ранния и в късния постретенционен период. Освен това забелязваме тенденция, че нестабилността спада до около 3% в горната ЗД; в долната ЗД – в ранния постретенционен период не отчитаме излизане от полигона на стабилност.

Резултатите от проверката са обнадеждаващи. Изведените стойности за стабилност на интерканиновото разстояние и то в диапазон минимална–максимална стойност позволяват да се лимитира дистанцията, в която може да се извършва разширение на изследвания параметър. Освен това прави впечатление, че стойности извън полигона

има повече (4 пациенти) в периода след края на ортодонтското лечение. А много по-малко са пациентите в дългосрочно проследените групи, при които стойностите са извън полигона. Този факт ни позволява да приемем, че изведените стойности за стабилност на интерканиновото разстояние са надеждни за прогноза.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След анализ на данните от получените резултати в настоящото научно проучване се доказва следното:

По **първа задача**: измененията на параметрите на изследваните променливи вследствие на ортодонтско лечение с фиксирана техника. Увеличението на интерканиновото разстояние в горната и долната зъбна дъга и ширината на апикалната база са с неголеми стойности, докато ширината на горната зъбна дъга се увеличава значително. Промените на горната и долната ЗД и ширината на АБ, независимо че не са големи, водят до успешен лечебен резултат. Тук се съчетават няколко фактора, а именно:

1. На първо място е биологичният фактор – растеж.
2. На второ място – оформен е периметърът на зъбната арка. Правилното разполагане на зъбите максимално близко до анатомичното си положение позволява да се повлияе на алвеоларния гребен така, че да се оформи правилна и по-важното – стабилна зъбна арка.
3. Движението на зъбите в трите равнини по време на ортодонтското лечение водят до различни сагитални премествания в предно-задна или задно-предна посока.

Вторият и третият фактор са външни, и са определени като лечебни. Увеличението на ширината на ЗД е **7 мм** и от трите изследвани фактора на горната ЗД тя е с най-голяма промяна. Резултатът е очакван, влиянието е върху зъбните корони, които са най-податливи на движение с механични сили, каквато е фиксираната техника. Движението на короните повлиява и позицията на корените, респективно влияе на другата изследвана променлива – АБ на горната челюст. Увеличението ѝ е под **1 мм**.

Най-важният от изследваните параметри е интерканиновото разстояние в горната и долна ЗД. То се повлиява с неголямо увеличение от около **0.72 мм** за горната ЗД и около **1.5** – за долната ЗД.

В заключение може да се каже, че съвкупността от всички зъбни движения, които оформят периметъра на ЗД, плюс растежа в периода на лечението, осигурява правилното подреждане на зъбната арка.

По втора и трета задачи:

Потвърждава се доказаното мнение, че за да е стабилно интерканиновото разстояние, увеличението може да е до 2 мм. То се потвърждава от двата времеви периода – единият е след завършване на ретенционния период до 5 години след края на лечението и вторият времеви период – над 5 години след края на ортодонтското лечение.

Получените резултати позволяват да се докаже, че в ранния постретенционен период до 5 години от края на лечението се наблюдава промяна на интерканиновото разстояние в горната ЗД – увеличение с около **0.5 мм**, докато в долната зъбна дъга тя е значително по-малка – **0.19 мм**.

Ширината на горната ЗД незначително се намалява – **0,18 мм**, а при АБ има увеличение – **1,04 мм**.

В късния постретенционен период над 5 години след края на лечението също се наблюдава динамика в интерканиновото разстояние в горната и долна ЗД. И в двата изследвани параметъра има движение – макар и минимално да се увеличават – **0,51 мм** за горна ЗД и **0,32 мм** – за долна ЗД.

Ширината на горната ЗД се запазва стабилна, а на АБ има спад – **0,78 мм**. Установените промени на изследваните променливи се коментират така: в областта на зъбите – при интерканиновото разстояние има движение, констатирано е минимално увеличение, което е статистически значимо, но клинично не е от особено значение.

В другата зъбна област – ширината на ЗД, остава стабилна, без промяна, което се обяснява с правилната функция и стабилност в трансверзална посока на ЗД. Спад се наблюдава само в областта на АБ, обяснимо с това, че е завършено кореновото оформяне.

Установените промени позволяват да не се приема, че денто-алвеоларният комплекс е статична структура и независимо че е приключил растежът, той търпи макар и минимални промени – в рамките на 0.5 мм. Тези наблюдения, описани по-горе, доказват наличието на динамика на изследваните променливи, защото те се

влият от активността на мускулите и от наличието на правилна или неправилна функция.

По четвърта задача:

Възможността на един клиницист да проследи динамиката на промените на зъбната дъга от ранно смесено съзъбие до края на ретенционния период или над 5 години след него, т.е. за период над 10 години, дава основание за продължителен поглед върху промените на ЗД.

В първия времеви период – между 2–5 год. след края на ортодонтското лечение, се наблюдава увеличение на СС в горната ЗД – **0,52 мм**, от началото на ортодонтското лечение в ранно смесено съзъбие. в промените в СС на долната ЗД се наблюдава спад от **0,44 мм** на ширината на дистанцията. При параметъра АБ се наблюдава спад от **0,73 мм** при всички пациенти в този изследван период.

Във втория времеви период – промени на ЗД от ранно смесено съзъбие над 5 год. след края на ортодонтското лечение, се наблюдава намаление на променливите. Интерканиновото разстояние в горната и долната ЗД се намалява с **0.5–0.6 мм**, подобно е намалението и на АБ – с около **0.5 мм**.

Какво се наблюдава в късно смесено съзъбие? В късното смесено съзъбие се наблюдава усилен растеж в периода, в който започва ортодонтското лечение. От направените измервания след края на ретенционния период след ортодонтското лечение се установява намаление с около **0.5 мм** на трите зъбни параметъра – интерканиновото разстояние в долната и горната ЗД и нейната ширина. АБ се променя с намаление от **0,73 мм**.

Късният постретенционен период не е наблюдаван, защото не са се явили достатъчно на брой пациенти.

В неоформено постоянно съзъбие в първия времеви период се наблюдава минимално намаление на горното интерканиново разстояние – **0,08 мм**, но с голямо отклонение. Отново се запазва тенденцията на намаление на СС в първия постретенционен период. Промените в долната ЗД са подобни на промените в горната, слабо е намалението на

СС в долната челюст – **0,02 мм**. В ширината на ЗД също се доказва намаление – **0,5 мм**. АБ има дори по-голямо намаление в ширината си – **1,62 мм**.

От направения анализ заключението е, че в постретенционния период се наблюдава намаление на интерканиновото разстояние в горната и долната челюст, в ширината на ЗД и на АБ.

Във втория времеви период се установява намаление на СС в горната ЗД – **0,24 мм**, но различна е промяната на СС в долната челюст – **0,58 мм**. По-горе е доказано това увеличение в долната ЗД с нейното медиално преместване при късното ѝ нарастване. Ширината на ЗД – **0,26 мм**; на АБ в постретенционния период се намалява с **0,44 мм**.

Период на оформено постоянно съзъбие – в първата група на постретенционния период от 2 до 5 години, е доказано увеличение на СС и в горната – **0,66 мм**, и в долната ЗД – **0,5 мм**. В ширината на ЗД – **0,3 мм**; на АБ се наблюдава тенденция на намаляване – **0,78 мм**, както е и при другите периоди на постретенционния период.

Във втората група на късен постретенционен период се доказват промени, които се наблюдават във всички променливи. Интерканиновото разстояние в горната ЗД се увеличава значително – с **1.21 мм**; в долната ЗД – увеличението е незначително – **0,11 мм**. Ширината на горната ЗД се намалява с **0.26 мм**. При АБ има намаление на ширината с **0,5 мм**.

От данните от получените резултати заключението е, че намаляването на параметрите на ЗД в оформено постоянно съзъбие в късния постретенционен период, които са обект на настоящото проучване, изведнъж не следва вече забелязаната тенденция, напротив – има увеличение на интерканиновото разстояние. Възрастта е около 19–25 год., можем ли да приемем, че това увеличение се дължи на остатъчния растеж? Вероятно да, защото излизайки от растежа, организмът навлиза в съзряването си, но то е свързано с промяна на изследваните параметри, които се увеличават.

В последния период на оформено постоянно съзъбие с наличен поне един трети молар представяме данни за ранния постретенционен

период. Промените на параметрите са: интерканиновото разстояние в горната зъбна дъга се увеличава с **0,62 мм**; интерканиновото разстояние в долната зъбна дъга слабо се намалява с **0,06 мм**; ширината на горната зъбна дъга намалява с **0,39 мм**; ширината на горната апикалната база намалява с **0,78 мм**.

От направеното пространно изследване заключението е: промените на зъбната дъга са през всичките периоди на нейното формиране – активни и пасивни. Не бива да се приема мнението, че след като завърши активният растеж на индивида, параметрите остават постоянни. Напротив, като всеки жив елемент зъбната дъга е подложена на непрекъсната динамика.

По пета и шеста задачи:

От резултатите, получени при решаването на първите четири задачи, са установени: увеличение на интерканиновото разстояние вследствие на ортодонтското лечение; промяна в двата постретенционни периода – между 2–5 и над 5 год. след края на ортодонтското лечение. Разгледана е и динамиката на ЗД по съзъбия, лекувани с фиксирана техника.

Използвайки математически модел на изследваните разстояния, са изведени зависимостите, благодарение на които според ширината на медиодисталните размери на горните и долни инцизиви са получени минималната и максималната ширини на интерканиновото разстояние в горната и долната челюст.

Изведените стойности за необходимата ширина на интерканиновото разстояние, оформени в готови таблици, могат да бъдат полезни за проверка от клиницистите дали полученото СС в горната и долната зъбна дъга попада в рамките на нормата много лесно веднага след ортодонтското лечение, за да се гарантира неговата стабилност.

В настоящото проучване са предложени и двете възможности, с използвана коренно различна методология, но те не трябва да се противопоставят, а след анализ и оценка на техния принос, да се комбинират, използвайки индивидуалните им предимства.

По седма задача:

Стабилността на зъбната дъга се определя от постигането на оптималното интерканиново разстояние на долната и горна челюст.

От представените досега резултати се установява динамика на изследваните анатомични зони. Един от елементите на научното проучване е проверката на резултатите в клиничната практика. Наличието на обратна връзка, потвърдена в практиката, затваря кръга от доказателства на направеното научно изследване.

За нас е много важно да докажем данните от получените резултати в настоящото лонгитудинално проучване чрез проверка. За целта сме използвали специално създадена методика за верификация. Построеният полигон на стабилност позволява да бъдат потвърдени тези данни в периода на излекуван пациент, т.е. получена е правилно оформена зъбна дъга и оклузия. Практически този пациент може да бъде квалифициран като здрав. Повече от 90% от резултатите са в полигона. Забелязва се, че извън полигона попадат само 10% и то от първата изследвана група, при която стойностите са получени след края на ортодонтското лечение. Считаме, че излизането от полигона на стабилността крие риск от рецидив, но неговият процент е в рамките на допустимите 10%.

Установените промени на параметрите на зъбната дъга в двата постретенционни периода показват много нисък процент на стойности извън полигона. Наблюдението на пациентите през дълъг период от време ни дава възможност да докажем, че ранният и късен постретенционен период са по-стабилни от времето, когато е свален фиксираният апарат. Спазването на границите на полигона на стабилността осигурява добрия размер на интерканиновото разстояние на зъбната дъга.

VII. ИЗВОДИ

След проведените изследвания, анализ, оценка и проверка на данните от получените резултати могат да бъдат направени следните изводи:

1. Установени са промените на параметрите на зъбната дъга след ортодонтско лечение с фиксирана техника – интерканиново разстояние в горната и долна челюст, ширина на зъбната дъга в горната челюст, апикална база в горната челюст.

2. Установени са промени от лонгитудинално проследяване на изследваните параметри – интерканиново разстояние в горната и долна челюст, ширина на зъбната дъга в горната челюст, апикална база в горната челюст, в продължение на 2–5 и над 5 години след края на ортодонтското лечение и ретенция.

3. Установена е динамика на изследваните параметри – интерканиново разстояние в долната и горна челюст, в ранния и късен постретенционен период.

4. Установена е динамика на параметрите – интерканиново разстояние в горната и долна челюст, ширина на зъбната дъга в горната челюст, апикална база в горната челюст, в различните видове съзъбия и в двата постретенционни периода.

5. Зъбната дъга е динамична структура и промените с минимални стойности са непрекъснати.

6. Създаден е математически модел на оптимално интерканиново разстояние в горната и долната зъбна дъга.

7. Изведена е норма за големината на интерканиновото разстояние в горната и долната зъбна дъга на базата на един параметър – сумата от ширините на горните или долните инцизиви.

8. Изведена е минимална и максимална стойност за големината на интерканиновото разстояние в горната и долната зъбна дъга на базата на

два параметъра – сумата от ширините на инцизивите в съответната челюст и дебелината на режещия ръб.

9. Създаден е полигон на стабилността на интерканиновото разстояние в горната и долната зъбна дъга.

10. Установено е, че стойностите на интерканиновото разстояние след ортодонтското лечение, разположени в полигона на стабилността, могат да бъдат проверени.

VIII. БИБЛИОГРАФИЯ

1. **Андреева, Л.** Показания за ортодонтоко лечение на отделната зъбна дъга в ранно смесено съзъбие. Дисерт. за ОНС „доктор”, С., МУ, ФДМ, 2003, 142 стр.
2. **Андреева, Л.** Промени на сагиталния и трансверзален размер на зъбната дъга след лечение с лингвални пластинки в ранно смесено съзъбие. Ортодонтоко преглед, 2002, 4, 2, 10–15.
3. **Андреева, Л.** Промяна в трансверзалния размер на долната зъбна дъга вследствие на лечение в горната зъбна дъга. Ортодонтоко преглед, 2004, 6, 2, 7–8.
4. **Андреева, Л.** Промяна на интерканиновото разстояние на зъбната дъга от ранно смесено до оформено постоянно съзъбие. Проблеми на денталната медицина, 2012, 38, 1, 21–24.
5. **Арнаутска, Х.** Диагностика и прогнозиране на ретинирането на кучешките зъби. Дисерт. за ОНС „доктор”, С., МУ – София, ФДМ, 2013.
6. **Йорданов, Й., В. Крумова, Х. Факих.** Морфология на твърдото небце у човека и нейното клинично значение. С., Демакс 2008, 163 стр.
7. **Йорданова, С.** Апикална база – методи за диагностика (Литературен обзор, I част). Ортодонтоко преглед, 2008, 10, 2, 12–16.
8. **Крумова, В.** Лигавичният релеф на небцето преди и след ортодонтоко лечение – антропологични, клинични и генетични проучвания. С., Демакс, 2008, 170 стр.
9. **Мутафчиев, В., В. Крумова, В. Йорданов.** Ортодонтия. С., Немивида, 2003.
10. **Павлова, Ж.** Отстояние на долните резци от линията, свързваща кучешките зъби. Дентална медицина, 2012, 94, 3, 185–190.
11. **Слабковска, А. Б., Л. С. Персин.** Ортодонтия. Диагностика и лечение трансверсалних аномалий окклюзии. М., 2010, 288 стр.
12. **Ужумецкене, И.** Методи исследования в ортодонтии. М., 1970.
13. **Ahn, J. S., M. S. Park, H. S. Cha, H. Ch. Song, Y. S. Park.** Three-dimensional interpretation of intercanine width change in children: a 9-year longitudinal study. Am J Orthod Dentofacial Orthop., 2012, 142, 3, 323–332.
14. **Alexander, J. M.** A comparative study of orthodontic stability in class I extraction cases [master's thesis]. Dallas, TX: Baylor College of Dentistry, 1995.
15. **Alexander, R. G.** The 20 Principles of the Alexander Discipline. Quintessence Publishing Co, Inc., 2008, 232 pp. ISBN: 978-0-86715-467-2, 9780867154672.
16. **Alexander, R. G.** The quest for long-term stability. In: Sachdeva, R (ed). Orthodontics for the next millennium. Glendora, CA: Ormco, 1997.
17. **Alexander, R. G.** Treatment and retention for long-term stability. In: Retention and stability in orthodontics. Philadelphia, W. B. Saunders, 1993.

18. **Amin, F.**, F. Bakhari, R. Alam. Relationship among intercanine width, intermolar width and Arch length in upper and lower arches. *Pakistan Oral & Dental Journal*, 2012, 32, 1, 92–95.
19. **Andreeva, L.**, V. Gurgurieva. Changes in the Intercanine Width from Mixed to Permanent Dentition. VII Congress WFO, Sidney, Australia, 7–10.02.2010, P 1463.
20. **Andrews, L.** The diagnostic system: occlusal analysis. *Dent Clin N Am.*, 1976, 20, 4, 671–690.
21. **Andrews, L.** The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.*, 1972, 62, 3, :296–309.
22. **Andrews, W. A.** AP Relationship of the Maxillary Central Incisors to the Forehead in Adult White Females. *The Angle Orthodontist*, 2008, 78, 4, 662–669.
23. **Antonini, A.**, A. Marinelli, G. Baroni, L. Franchi, E. Defraia. Class II Malocclusion with Maxillary Protrusion from the Deciduous Through the Mixed Dentition: A Longitudinal Study. *Angle Orthod.*, 2005, 75, 6, 980–986.
24. **Arya, B. S.**, B. S. Savara. Growth changes in arch widths from deciduous to permanent dentition. *J Indian Orthod Soc.*, 1978, 10, 4–9.
25. **Arya, B. S.**, G. S. Sahara, D. R. Thomas. Prediction of first molar occlusion. *Am J Orthod.*, 1973, 63, 6, 610–621.
26. **Baccetti, T.**, L. Franchi, J.A. Jr McNamara, I. Tollaro. Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous trough the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1997, 111, 502–509.
27. **Barrow, G. V.**, J. R. White. Developmental changes of the maxillary and mandibular dental arches. *Angle Orthod*, 1952, 22, 1, 41–46.
28. **Baume, L. J.** Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion. I. The biogenetic course of the deciduous dentition. *J Dent Res.*, 1950, Apr., 29, 2, 123–132.
29. **Baume, L. J.** Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion. II. The biogenesis of accessional dentition *J Dent Res.*, 1950, 29, 3, 331–337.
30. **Baume, L. J.** Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion; the biogenesis of the successional dentition. *J Dent Res.* 1950, 29, 3, 338–348.
31. **Baume, L. J.** Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion. *J Dent Res.*, 1950, 29, 4, 440–447.
32. **Bayome, M.**, S. H. Han, J. H. Choi, S. H. Kim, S. H. Baek, D. J. Kim, Y. A. Kook. New clinical classification of dental arch form using facial axis points derived from three-dimensional models. *Aust Orthod J.*, 2011 Nov, 27, 2, 117–124.
33. **Bench, R.**, C. Gugino and J. Hilgers. Bioprogressive therapy. *J Clin Orthod.*, 1978, 12, 279–298.

34. **Bennett, J. C.** Orthodontic management of uncrowned Class II Division 1 malocclusion in children. Mosby, 2006, 107–138.
35. **Bergersen, E. O.**, A longitudinal study of anterior vertical overbite from eight to twenty years of age. *Angle Orthod.*, 1988, 58, 3, 237–256.
36. **Bialonski, S.** & K. Lehnertz. Assortative mixing in functional brain networks during epileptic seizures. *Chaos*, 2013, 23, 3, 033139, doi: 10.1063/1.4821915.
37. **Bishara, S. E.** Textbook of Orthodontics by Samir E Bishara, First edition, published by W. B. Saunders Company, A Harcourt Health Sciences Company. Soft bound 592 pages ISBN:81-8147-072-9.) DOI: 10.1016/s0377-1237(05)80136-4 (<https://www.scribd.com/doc/121958829/Textbook-of-Orthodontics-Samir-Bishara-599-52MB>).
38. **Bishara, S. E.**, B. J. Hoppens, J. R. Jakobsen, F. J. Kohout. Changes in the molar relationship between the deciduous and permanent dentitions: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1988, 93, 1, 19–28.
39. **Bishara, S. E.**, J. A. Fakl, L. C. Peterson. Longitudinal changes in the ANB angle and „Wits” appraisal: clinical complications. *Am J Orthod.*, 1983, 84, 133–139.
40. **Bishara, S. E.**, J. E. Treder, J. R. Jakobsen. Facial and dental changes in adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1994, 95, 46–59.
41. **Bishara, S. E.**, J. E. Treder, P. Damon, M. Olsen. Changes in the dental arches and dentition between 25 and 45-years of age. *Angle Orthod.*, 1996, 66, 6, 417–422.
42. **Bishara, S. E.**, J. R. Jakobsen, E. M. Abdallah, G. A. Fernandez. Comparisons of mesiodistal and buccolingual crown dimensions of the permanent teeth in three populations from Egypt, Mexico, and the United States. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1989 Nov, 96, 5, 416–422.
43. **Bishara, S. E.**, J. R. Jakobsen, J. E. Treder, M. J. Stasi. Changes in the maxillary and mandibular tooth size-arch length relationship from early adolescence to early adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1989, 106, 175–186.
44. **Bishara, S. E.**, J. R. Jakobsen, J. Treder, A. Nowak. Arch width changes from 06 weeks to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1997, 111, 4, 401–409.
45. **Bishara, S. E.**, J. R. Jakobsen, T. J. Hession. J. E. Treder. Soft tissue profile changes from 5 to 45-years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1998, 114, 698–706.
46. **Bishara, S. E.**, L. C. Peterson, E. C. Bishara. Changes in facial dimensions and relationships between the age of 5 and 25-years. *Am J Orthod.*, 1984, 85, 238–252.
47. **Bishara, S. E.**, P. Khadivi, J. R. Jakobsen. Changes in tooth size-arch length relationships from the deciduous to the permanent dentition: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1995, 108, 6, 607–613.

48. **Blake, M., K. Bibby.** Retention and stability: a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1998, 114, 229–306.
49. **Boley, J. C., J. A. Mark, R. C. L. Sachdeva, P. Buschang.** Long-term stability of class I premolar extraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2003, 124, 277–287.
50. **Bolton, W. A.** Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod.*, 1958, 28, 3, 113–130.
51. **Bounova, G. & O. L. de Weck.** Overview of metrics and their correlation patterns for multiple-metric topology analysis on heterogeneous graph ensembles. *Phys. Rev. E.*, 2012, 016117. 85.
52. **Braun, S. & W. P. Hnat.** Dynamic relationships of the mandibular anterior segment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 1997, 111, 518–524.
53. **Broadbent, H. A.** New X-ray technique and its application to orthodontics. *Angle Orthod.*, 1931, 1, 2, 45–66.
54. **Brown, V. P., I. Daugaard-Jensen.** Changes in the dentition from the early teens to the early twenties. A longitudinal cast study. *Acta Odontol Scand.*, 1951, 9, 3–4, 177–192.
55. **Burdi, A. R., R. E. Moyers.** Development of the dentition and the occlusion. *Handbook of Orthodontics*, Moyers, R. E. 4th ed. Year book Medical Publishers, Chicago, 1976, 122–123.
56. **Camporesi, M., A. Marinelli, G. Baroni, E. Defraia.** Dental arch dimensions and tooth wear in two samples of children in the 1950s and 1990s. *British Dental Journal*, 2009, 207, E24–E30.
57. **Carlsen, D. B., H. V. Meredith.** Biologic variation in selected relationship of opposing posterior teeth. *Angle Orthod.*, 1960, 30, 3, 162–173.
58. **Carter, G. A., J. A. McNamara.** Longitudinal dental arch changes in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1998, 114, 1, 88–99.
59. **Cetlin, N. and A. TenHoeve.** Nonextraction treatment. *J Clin Orthod.*, 1983, 17, 396–413.
60. **Chateau, M.** *Orthopedie dentofaciale.* Editions CdP, 1998, tome 1, 99–108.
61. **Christie, T. E.** Cephalometric patterns of adults with normal occlusion. *Angle Orthod.*, 1977, 47, 5, 128–135.
62. **Clinch, L.** Serial models of two cases of normal occlusion between birth and four year. *Dent Rec.*, 1940, 60, 8, 323–329.
63. **Cobourne, M. T., A. T. DiBiase.** *Handbook of Orthodontics*, 2nd Ed. Elsevier, 2015, 116–190.
64. **Cruz, R. M.** *Crescimento Residual Mandibular em Pacientes Classe II de Angle Tratados Ortodonticamente* [master's thesis]. Rio de Janeiro, Brazil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.
65. **Cunha, J. C. M.** *Estudo morfológico dos ancos dentários decíduos com relação terminal em plano vertical e em degrau mesial* [dissertação]. Piracicaba (SP): Universidade Estadual de Campinas, 1977.

66. **Dalldjan, M.**, W. Sampson, G. Townsend. Prediction of dental arch development: An assessment of Pont's Index in three human populations. *Amer. Orthod. Dentofac.*, 1995, 107, 465–475.
67. **Defraia, E.**, G. Baroni, A. Marinelli. Dental Arch Dimensions in the Mixed Dentition: A Study of Italian Children Born in the 1950s and the 1990s. *Angle Orthod.*, 2006, 76, 3, 446–451.
68. **DeKock, W. H.** Dental arch depth and width studied longitudinally from 12 years of age to adulthood. *Am J. Orthod.*, 1972, 62, 56–66.
69. **Diagne F.**, Diop-Ba K, Ngom PI, Mbow K. Mixed dentition analysis in a Senegalese population: elaboration of prediction tables. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2003 Aug., 124, 2, 178–183.
70. **Diagne, F.**, I. Ba, K. Ba-Diop, A. A. A. Yam, Ba-Tamba. Prevalence of malocclusion in Senegal. *Community Dent Oral Epidemiol.*, 1993, 21, 325–326.
71. **Dugoni, S. A.**, J. S. Lee, J. Varela, A. A. Dugoni. Early mixed dentition treatment: post retention evaluation of stability and relapse. *Angle Orthodontist*, 1995, 65, 5, 311–320.
72. **Dugoni, S.**, M. Aubert, S. Baumrind. Differential diagnosis and treatment planning for early mixed dentition malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2006, 129, S80–81.
73. **Eslambolchi, S.**, D. G. Woodside, P. E. Rossouw. A descriptive study of mandibular incisor alignment in untreated subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2008, 133, 3, 343–353.
74. **Fastlicht, J.** Crowding of mandibular incisors. *Am J Orthod.*, 1970, 58, 156–163.
75. **Ferris, T.**, R. G. Alexander, J. Boley, P. H. Buschang. Long-term stability of combined rapid palatal expansion – lip bumper therapy followed by full fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2005, 128, 310–325.
76. **Filipović, G.**, M. Janošević, M. Stošić, D. Stojanović, O. Tričković-Janjić. Širina zubnih lukova. Kod malokluzije III klase. Arch widths in class. III malocclusion. *Acta Stomatologica Naissi*, 2009, 25, 59 s 843–850.
77. **Forster, C. M.**, E. Sunga, C. H. Chung. Relationship between dental arch width and vertical facial morphology in untreated adults. *Eur J Orthod.*, 2008, 30, 3, 288–294, doi: 10.1093/ejo/cjm113. Epub 2008 Feb 8.
78. **Fukuyama, T.**, M. Yakushiji. Longitudinal observation of developmental change in maxillary deciduous and permanent canines. *Bull Tokyo Dent Coll*, 2011, 52, 4, 191–199.
79. **Gois, E. G.**, M. P. Vale, S. M. Paiva, M. H. Abreu, J. M. Serra-Negra, I. A. Pordeus. Incidence of malocclusion between primary and mixed dentitions among Brazilian children: a 5-year longitudinal study. *Angle Orthodontist*, 2012, 82, 3.
80. **Graber, T. M.** Normal occlusion. *Dent Clin North Am.*, 1968, July, 273–290.

81. **Graber, T.**, L. R. Vanarsdall, K. Vig. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. Elsevier Mosby, 2005, 430–435.
82. **Harris, E.** A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 1997, 111, 419–427.
83. **Hasegawa, K.**, H. Akimoto, Y. Machida. A longitudinal study of the growth and development of the dental arch in the negative leeway space. *Shikwa Gakuho*, 1988, 88, 700.
84. **Heiser, W.**, M, Richter, A. Niederwanger, N. Neunteufel, S. Kulmere. Association of the canine guidance angle with maxillary and mandibular intercanine widths and anterior alignment relapse: Extraction vs nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2008, 133, 5, 669–680.
85. **Henrikson, J.**, M. Persson, B. Thilander. Long-term stability of dental arch form in normal occlusion from 13 to 31 years of age. *Eur J Orthod.*, 2001, 23, 51–61, doi: 10.1093/ejo/23.1.51.
86. **Henriques, A. C.** The growth of the palate and the growth of the face during the period of the changing dentition. *Am J Orthod.*, 1953, 39, 836–858.
87. **Herberger, R. J.** Stability of mandibular intercuspid width after long periods of retention. *Angle Orthod.*, 1981, 51, 78–83.
88. **Hesby, R. M.**, S. D. Marshall, D. V. Dawson, K. A. Southard, J. S. Casco, R. G. Franciscus, Th. E. Southard. Transverse skeletal and dentoalveolar changes during growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2006, 130, 6, 721–731.
89. **Hixon, E. H.**, R. E. Oldfather. Estimation of the sizes of unerupted cuspid and bicuspid teeth. *The Angle Orthod.*, 1958 October, 28, 4, 236–240.
90. **Holdaway, R. A.** A soft tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning, part 1. *Am J Orthod.*, 1983, 84, 1–28.
91. **Howes, A. E.** Case Analysis Based on Tooth Material to Base. *Am. J. Orthodontics and Oral Surg.*, 1947, 33, 499–533.
92. **Howes, A. E.** Case Analysis Based on Tooth Material to Base. *Am. J. Orthodontics and Oral Surg.*, 1947, 33, 690.
93. **Howes, Ashley.** Arch Width in the Premolar Region—Still the Major Problem in Orthodontics. *Am. J. Orthodontics*, 1957, 43, 5–31.
94. <http://www.quintessenceditora.com.br/2014Catalogokok.pdf>
95. **Izard, G.** *La pratique stomatologique. Orthodontie: orthopédie dento-faciale*. Paris, Masson & Cie, 3 Ed. Rev., 1950, 1330 p.
96. **Izard, G.** New method for the determination of the normal arch by the function of the face. *Int. J. of Orthodontia, Oral Surg. Radiography*, 1927, 13, 7, 582–595.
97. **Izard, G.** *Orthodontic (orthopédie dento-faciale)*. 2 Ed. Rev., Paris, Masson et Cie (eds), 1943, 1189 pp.
98. **Izard, G.** *Orthodontie*. Masson & Cie, Paris, 1930, 839 pp.
99. **Izard, G.** *Orthodontische und morphologische Diagnostik*. *Fortschritte der Orthodontik*, 1932, 2, 232–239, 339.

100. **Izrael, H.** Evidence for continued apposition of adult mandibular bone from skeletalized materials. *J. Prosthet Dent.*, 1979, 41, 101–104.
101. **Jaroontham, J., K. Godfrey.** Mixed dentition space analysis in a Thai population *Euro J Orthod.*, 2000, 22, 127–134.
102. **Jonsson, T., S. Amlaugsson, S. R. Saemundsson, Th. E. Magnusson.** Development of occlusal traits and dental arch space from adolescence to adulthood: D 25-year follow-up study of 245 untreated subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2009, 135, 4, 456–462.
103. **Kageyama, T., G. C. Dominguez-Rodriguez, J. W. Vigorito, T. Deguchi.** A morphological study of the relationship between arch dimensions and craniofacial structures in adolescents with Class II Division 1 malocclusions and various facial types. *A J of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2006, 129, 3, 368–375.
104. **Kantorowicz, A.** Die Progenie und ihre Vererbung. *Dtsch. Mschr. Zahnk.* 1915, H. 3.
105. **Kerr, W. J., D. Hirst.** Craniofacial characteristics of subjects with normal and postnormal occlusions – a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1987, 92, 207–212.
106. **Kiliaridis, S.** Masticatory muscle influence on craniofacial growth. *Acta Odont Scand.*, 1995, 53, 3, 196–202.
107. **Kim, B. I., M. Bayome, Y. Kim, S. H. Baek, S. H. Han, S. H. Kim, Y. A. Kook.** Comparison of overjet among 3 arch types in normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2011 Mar., 139, 3, e253–260.
108. **Kim, K. Y., M. Bayome, K. T. Kim, S. H. Han, Y. Kim, S. H. Baek, Y. A. Kook.** Three-dimensional evaluation of the relationship between dental and basal arch forms in normal occlusion. *Korean J Orthod.*, 2011, 41, 4, 288–296.
109. **Knott, V. B.** Longitudinal study of dental arch width at four stages of dentition. *Angle Orthod.*, 1972, 42, 4, 387–394.
110. **Kubodera, T., H. Sekiguchi, Y. Machida.** Establishment of a reference plane for deciduous dentition, mixed dentition and permanent dentition. *Shikwa Gakuho*, 1985, 85, 1695–1701.
111. **Lee, R. T.** Arch width and form: a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1999, 115, 3, 305–313.
112. **Li, L., D. Alderson, J. C. Doyle & W. Willinger.** Towards a Theory of Scale-Free Graphs: Definition, Properties, and Implications. *Internet Mathematics*, 2005, 2, 4, 431–523, doi: 10.1080/15427951.2005.10129111.
113. **Little, R. M.** Stability and relapse of dental arch alignment. – In: Burstone, C., R. Nanda eds. *Retention and stability in orthodontics*. Philadelphia, WB Saunders, 1993, 97–106.
114. **Little, R. M.** Stability and relapse of mandibular anterior alignment. University of Washington studies. *Semin Orthod.*, 1999, 5, 191–204.
115. **Little, R. M.** The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod.*, 1975, 68, 554–563.

116. **Little, R. M.**, T. R. Wallen, R. A. Riedel. Stability and relapse of mandibular anterior alignment – first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *Amer. Journal Orthod. Dentofacial Orthop.*, 1981, 80, 349–365.
117. **Louly, F.**, P. R. A. Nouer, G. Janson, A. Pinzan. Dental arch dimensions in the mixed dentition: a study of Brazilian children from 9 to 12-years of age. *J Appl Oral Sci.*, 2011, 19, 2, 169–174.
118. **Lundström, A.** A Review of Orthodontics Research, 1946–1950. *Internat. D. J.*, 1953, 3, 356–367.
119. **Lundström, A.** Malocclusion of the teeth regarded as a problem in connection with the apical base. *Svensk Tandl-Tidskr Supp*, 1923. Repr. *Int J Orthod*, 1925, 11, 591, 724, 793, 933, 1022, 1109.
120. **Lundström, A.** Nature versus nurture in dentofacial variation. *Eur J Orthod.*, 1984, 6, 77–91.
121. **Lundström, A.** Some asymmetries of the dental arches, jaws, and skull, and their etiological significance. *American Journal of Orthodontics*, February 1961, 47, 2, 81–106.
122. **Lundström, A.** Tooth Size and Occlusion in Twins. S. Karger, Basel; 1948.
123. **Lundström, F.**, A. Lundström. Clinical evaluation of maxillary and mandibular prognathism. *Eur Journal of Orthodontics*, 1989 Nov., 11, 4, 40, 8–13.
124. **Lundström, F.**, B. C. Leighton, A. Richardson, A. Lundström. A proportional analysis of some facial height and depth variables in 10 to 16 year old children. *Eur Journal of Orthodontics*, 1998 Feb., 20, 1, 35–44.
125. **Lux, Ch. J.**, Ch. Conradt, D. Burden, G. Komposch. Dental Arch Widths and Mandibular-Maxillary Base Widths in Class II Malocclusions Between Early Mixed and Permanent Dentitions. *Angle Orthod.*, 2003, 73, 6, 674–685.
126. **Marinelli, A.**, M. Mariotti, E. Defraia. Transverse dimensions of dental arches in subjects with Class II malocclusion in the early mixed dentition. *Progress in Orthodontics*, 2011, 12, 1, 31–37.
127. **Marshall, S. D.**, L. E. Low, N. E. Holton, R. G. Franciscus, M. Frazier, F. Qian, K. Mann, G. Schneider, J. E. Scott, T. E. Southard. Chin development as a result of differential jaw growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2011, 139, 4, 456–464.
128. **Marshall, S., D.** Dawson, K. A. Souihand, A. N. Lee, J. S. Casco, T. E. Southard. Transverse molar movements during growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2003, 124, 6, 615–624.
129. **McNamara, C.**, J. R. Sandy, A. J. Ireland. Effect of arch form on the fabrication of working archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2010, 138, 3, 257–8 discussion, 257–9, 257.e1–257.e8.
130. **McNamara, J. A.** Components of Class II Malocclusion in Children 8–10 Years of Age. *Angle Orthod.*, 1981, 51, 177–202.

131. **McNamara, J. A. Jr.**, J. E. Peterson Jr., R. G. Alexander. Three-Dimensional Diagnosis and Management of Class II Malocclusion in the Mixed Dentition. *Semin Orthod.*, 1996, 2, 114–137.
132. **McWade, R.**, A. Mamandras and W. Hunter. The effects of Frankel II treatment on arch width and arch perimeter. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 1987, 92, 313–320.
133. **Moorrees, C. F. A.** The dentition of the growing child. A Longitudinal Study of Dental Development between 3 and 18 Years of Age, pp. 41-230. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1959.
134. **Moorrees, C. F. A.** The Dentition of the Growing Child. Harvard Univ. Press, Cambridge, 1959, 1st ed., 87–110.
135. **Moorrees, C. F. A.**, A. M. Gron, L. M. Lebet, P. K. Yen, F. J. Frohlich. Growth studies of the dentition: a review. *Am J Orthod.*, 1969, 55, 6, 600–616.
136. **Moorrees, C. F. A.**, J. M. Chadha. Available space for the incisors during dental development – A growth study based on physiologic age. *Angle Orthod*, 1965, 35, 12–22.
137. **Moorrees, C., R.** Reed. Changes in dental arch dimension expressed on the basis of tooth eruption as a measure of biologic age. *J. Dent. Res.*, 1965, 44, 1, 129–141.
138. **Moyers, R. E.** Handbook of orthodontics. 4th edition. Moyers, R. E. (ed.) Chicago Yearbook medical publishers: 1988, 235–240, 345–347.
139. **Moyers, R. E.**, P. G. M Van der Linden, M. L. Riolo, Mc. J. A. Namara. Standards of human occlusal development. Monograph 5, Craniofacial Growth Series. Ann. Arbor. Center for Human Growth and Development, University of Michigan, 1976.
140. **Nanba, T.**, H. Tanakamaru, S. Horikawa, Y. Machida. Longitudinal observation of developmental changes in the maxillary permanent canines. *Shikwa Gakuho*, 1989, 89, 745–746.
141. **Nanda, R.** Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics. 1st ed. Philadelphia: WB Saunders; Elsevier Inc., 2005. 385 pp.
142. **Nanda, R. S.**, S. K. Nanda,. Considerations of dentofacial growth in long term retention and stability: is active retention needed? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 1992, 101, 297–303.
143. **Nasby, J. A.**, R. J. Isaacson, F. W. Worms, T. M. Speidol. Orthodontic extractions and facial skeletal pattern. *Angle Orthod.*, 1972, 42, 2, 116–122.
144. **Newman, M. E.** Assortative mixing in networks. *Phys Rev Lett*, 2002, 89, 20, 208701.
145. **Øgaard, B.**, E. Larsson, R. Lindsten, The effect of sucking habits, cohort, sex, intercanine arch widths, and breast or bottle feeding on posterior crossbite in Norwegian and Swedish 3 – year – old children. *American Journal Orthodontics Dentofacial Orthop.*, 1994, 106, 2, 161–166.

146. **Parks, L. R.**, P. H. Buschang, R. A. Alexander, P. Dechow, P. E. Rossouw. Masticatory exercise as an adjunctive treatment for hyperdivergent patients. *Angle Orthod.*, 2007, 77, 457–462.
147. **Paulino, V.**, V. Paredes, R. Cibrian, J. L. Gandia. Dental arch changes from adolescence to adulthood in a spanish population. *Journal section. Clinical and experimental dentistry*, 2011, 16, 4, e607–613.
148. **Petren, S.**, Kr. Bjerklin, L. Bondemark. Stability of unilateral posterior crossbite correction in the mixed dentition: A randomized clinical trial with a 3-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2011, 139, 1, e73–e81.
149. **Philip, N. I.**, M. Prabhakar, D. Arora, S. Chopra. Applicability of the Moyers mixed dentition probability tables and new prediction aids for a contemporary population in India. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 2010, 138, 1, 339–345.
150. **Proffit, W. R.** Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod.*, 1978, 48, 175–186.
151. **Proffit, W. R.** *Contemporary Orthodontics*, Mosby, Third education, [http://www.angle.org/doi/pdf/10.1043/0003-3219\(2004\)074%3C0618%3ACIDA MO% 3E2.0.CO%3B2](http://www.angle.org/doi/pdf/10.1043/0003-3219(2004)074%3C0618%3ACIDA MO% 3E2.0.CO%3B2).
152. **Proffit, W. R.** The timing of early treatment: an overview. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006, 129 (4 Suppl), S47–49.
153. **Proffit, W. R.**, Jr. H. W. Field. Combined surgical and orthodontic treatment. – In: *Contemporary Orthodontics*, 3rd ed. St. Louis, C. V. Mosby, 2000, 22, 674–709.
154. **Proffit, W. R.**, W. Henry, Fields J, et al. *Contemporary orthodontics*. 4th edn. Canada: Mosby, Elsevier, 2007:14–16.
155. **Proffit, W. R.**, W. Henry, Fields J, et al. *Contemporary orthodontics*. 4th edn. Canada: Mosby, Elsevier, 2007:130–61.
156. **Proffit, W. R.**, W. Henry, Fields J, et al. *Contemporary orthodontics*. 4th edn. Canada: Mosby, Elsevier, 2007:58.
157. **Ribeiro, J. S.**, A. R. Ambrosio, A. dos Santos-Pinto, Is. Al. Shimiz, R. H. Shimizu. Evaluation of transverse changes in the dental arches according to growth pattern: a longitudinal study. *Dental Press J. Orthod.*, Maringá, 2012, 17, 1, 66–73.
158. **Richardson, E. R.**, S. K. Malhotra. Mesiodistal crown dimension of the permanent dentition of American Negroes. *Am J Orthod.*, 1975, 68, 157–64.
159. **Richardson, M. E.** The role of inter-canine width in late lower arch crowding. *Br J Orthod.*, 1994, 21, 53–56.
160. **Ricketts, R. M.** Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs. Part I. *Am J Orthod.*, 1976, 70, 3, 241–268.
161. **Ricketts, R. M.** Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs. Part II. *Am J Orthod.*, 1976, 70, 4, 359–397.
162. **Ricketts, R. M.** Provocations and Perceptions in Craniofacial Orthopedics. *Rocky Mountain Orthodontics (RMO) Communications*. Book 1, part 2., 1989, 1, 475–1035.

163. **Ricketts, R. M.** Provocations and perceptions in craniofacial orthopedics. Sect. 3 anatomical science, chap. 14 the architecture of the lower jaw complex. RMO, Denver, 1989, 571, 788.
164. **Ricketts, R. M.** Ricketts on early treatment (part 1). (JCO Interviews Dr M. Robert – Ricketts on Sidney Brandt, Interviews Editor.) J Clin Orthod., 1979, 13, 1, 23–38.
165. **Ricketts, R. M.** Ricketts on early treatment (part 2). (JCO Interviews Dr M. Robert – Ricketts on Sidney Brandt, Interviews Editor.) J Clin Orthod., 1979, 13, 2, 115–127.
166. **Ricketts, R. M.** Ricketts on early treatment (part 3) (JCO Interviews Dr M. Robert – Ricketts on Sidney Brandt, Interviews Editor.) J Clin Orthod., 1979, 13, 3, 181–199.
167. **Ricketts, R. M.,** R. H. Roth, S. J. Chaconas, R. J. Schulhof and G. A. Engel. Orthodontic diagnosis and planning. – In: Rocky Mountain Data Systems. Denver (CO), 1982, 194–200.
168. **Ricketts, R. M.,** R. W. Bench, C. F. Gugino, J. J. Hilgers, R. J. Schulhof. Bioprogressive Therapy. Book. Denver, Colorado: Rocky Mountain Communications. Orthodontics, 1979, 111–126.
169. **Rossow, P.,** C. B. Preston, C. Z. Lombard, J. W. Truder. A longitudinal evaluation of the anterior border of the dentition. Am. J. Orthd. Dentofacial Orthop., 1993, 104, 146–152.
170. **Roth, R.** The „Wits” appraisal – its skeletal and dentoalveolar background. Eur. J. Orthod., 1982, 4, 21–28.
171. **Rubinov, M.** & O. Sporns. Complex network measures of brain connectivity: uses and interpretations. Neuroimage, 2010, 52, 3, 1059–1069.
172. **Saiar, M.,** J. Rebellato, R. D. Sheats. Palatal displacement of canines and maxillary skeletal width. Am J Orthod Dentofacial Orthop., 2006, 129, 4, 511–519.
173. **Sakuma, K.,** H. Uchida, S. Noma, K. Kamata, M. Mutoh. Chronologic changes in the sum of upper and lower four incisors widths and their relation to the intercanine widths. Nihon Uni Dent J., 1972, 46, 328–330.
174. **Sandstrom, R.,** L. Klapper and S. Papaconstantinou. Expansion of the lower arch concurrent with rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofac Orthop., 1988, 94, 296–302.
175. **Sangwan, S.,** H. S. Chawla, A. Goyal, K. Gauba, U. Mohanty. Progressive changes in arch width from primary to early mixed dentition period: a longitudinal study. J Indian Soc Pedod Prev Dent., 2011, 29, 1, 14–19.
176. **Sanin, C.,** B. S. Savara, Q. C. Clarkson, D. R. Thomas. Prediction of occlusion by measurements of the deciduous dentition. Am J Orthod., 1970 Jun, 57, 6, 561–572.
177. **Sanin, C.,** B. S. Savara. Factors that affect the alignment of the mandibular incisors: a longitudinal study. Am J Orthod., 1973, 64, 248–257.

178. **Sayin, M. Özgür**, Hakan Türkkahraman. Effects of Lower Primary Canine Extraction on the Mandibular Dentition. *Angle Orthod.*, 2006, 76, 1, 31–35.
179. **Sayin, M. Özgür**, Hakan Türkkahraman. Factors Contributing to Mandibular Anterior Crowding in the Early Mixed Dentition. *Angle Orthod.*, 2004, 74, 6, 754–758.
180. **Scanavini, P. E.**, L. R. Paranhos, F. C. Torres, M. H. F. Vasconcelos, R. P. Jóias, M. A. Scanavini. Evaluation of the dental arch asymmetry in natural normal occlusion and Class II malocclusion individuals. *Dental Press J Orthod.*, 2012, 17, 1, 125–137.
181. **Schmuth, G.** Ein Beitrag zur Diagnose des sekundären Frontengstandes Fortschritte der Kieferorthopädie. Bd. 15, H. 4, 1954, 287–297.
182. **Schünke, M.**, Schulte, U. Schumacher (ed. E. W. Baker, E. Schulte, U. Schumacher). *Head and Neck Anatomy for Dental Medicine Thieme Atlas of Anatomy Series, Thieme Publishers Series, 372 pp.*
183. **Shewinvanakitkul, W.**, M. G. Hans, S. Narendran, J. Martin Palomo. Measuring buccolingual inclination of mandibular canines and first molars using CBCT. *Orthod Craniofac Res.*, 2011, 14, 3, 168–174.
184. **Sillman, J. H.** Changes in dental arches as a factor in orthodontics diagnosis. *Am J Orthod.*, 1947, 33, 9, 565.
185. **Sillman, J. H.** Clinical consideration of occlusion: A serial study. *Am J Orthod.*, 1956, 42, 9, 658–682.
186. **Sillman, J. H.** Dimensional changes of the dental arches: longitudinal study from birth to 25 years. *Am J Orthod.*, 1964, 50, 11, 824–842.
187. **Sillman, J. H.** Serial models of two cases of normal occlusion between birth and four years: By Lilah Clinch, London, England, *The Dental Record*, 60, 8, Aug., 1940. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, January 1941, 27, 1, 51. Available online 17 June 2004.
188. **Sinclair, P. M.**, R. M. Little. Maturation of untreated normal occlusions. *Am J Orthod.*, 1983, 83, 2, 114–123.
189. **Šljaj, Mladen**, M. A. Ježina, T. Lauc, S. Rajić-Meštrović, M. Mikšić. Longitudinal Dental Arch Changes in the Mixed Dentition. *Angle Orthod.*, 2003, 73, 5, 509–514.
190. **Son, K.**, H. Sekiguchi, Y. Machida. Growth changes in distance between deciduous canines accompanying eruption of permanent incisors. *Shikwa Gakuho*, 1994, 94, 407–429.
191. **Tanaka, M. M.**, L. E. Johnston. The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population. *J Am Dent Assoc.*, 1974, 88, 798–801.
192. **Tausche, E.**, O. Luck, W. Harzer. Prevalence of malocclusion in the early mixed dentition and orthodontic treatment need. *Eur J Orthod.*, 2004, 26, 3, 237–244.
193. **Tedeschi-Oliveira, S. V.**, M. Trigueiro, R. N. Oliveira, R. F. H. Melani. Intercanine distance in the analysis of bite marks: a comparison of human

- and domestic dog dental arches. *J Forensic Odontostomatol.*, 2011, 29, 1, 30–36.
194. **TenHoeve, A.** Palatal bar and lip bumper in nonextraction treatment. *J.Clin Orthod.*, 1985, 19, 279–291.
 195. **Tibana, Raquel H. W.**, Lisiane Meira Palagi, José Augusto M. Miguel. Changes in Dental Arch Measurements of Young Adults with Normal Occlusion – A Longitudinal Study. *Angle Orthod.*, 2004, 74, 5, 618–623.
 196. **Tikku, T.**, R. Khanna, K. Sachan, A. Agarwal, K. Srivastava, P. Yadav. A new proposed regression equation for mixed dentition analysis using the sum of permanent mandibular four incisors and first molar as a predictor of width of unerupted canine and premolars in a sample of North Indian population. *J Orthod Sci.*, 2013 Oct-Dec., 2, 4, 124–129. doi: 10.4103/2278-0203.123199 PMID: PMC4072388
 197. **Tripathi, Sh.**, H. Aeran, S. Yadav, S. P. Singh, R. D. Singh, P. Chand. Canine Tip Marker: A Simplified Tool for Measuring Intercanine Distance. *The American College of Prosthodontists. Journal of Prosthodontics*, 2011, 20, 391–396.
 198. **Tsujino, K.**, Y. Machida. A longitudinal study of the growth and development of the dental arch width from childhood to adolescence in Japanese. *Bull Tokyo Dent Coll.*, 1998, 39, 75–89.
 199. **Uhde, D.**, C. Sadowsky, E. BeGole. Long term stability of dental relationships after orthodontics treatment. *Angle Orthod.*, 1983, 53, 240–252.
 200. **Valladares, Neto J.**, M. H. M. S. Domingues, Filho L. Capelozza. Pesquisa em Ortodontia: bases para a produção e a análise crítica. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial*, 2000, 5, 4, 89–105.
 201. **Van der Linden, F. P. G. M.** Dimensional and positional changes in rugae. *J. Dent. Res.*, 1973, 52, 281 (IADR supp.).
 202. **Van Spronsen, P. H.**, W. A. Weijs, B. Prahl-Andersen, J. Valk, F. Van Finkel. Relationships between jaw muscle cross-sections and normal craniofacial morphology, studied with magnetic resonance imaging. *Eur J Orthod.*, 1991, 13, 5, 351–361.
 203. **Vieira, B. B.**, A. C. Sanguino, S. E. Mattar, C. E. Itikawa, W. T. Anselmo-Lima, F. C. Valera, M. A. Matsumoto. Influence of adenotonsillectomy on hard palate dimensions. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 2012 Aug., 76, 8, 1140–1144.
 204. **Walder, D. C.** Changes in the form and dimension of dental arches resulting from orthodontic treatment. *Angle Orthod.*, 1953, 23, 3–18.
 205. **Walder, D. C.** Comparative changes in mandibular canine and first molar widths. *Angle Orthod.*, 1962, 32, 232–240.
 206. **Ward, D. E.**, J. Workman, R. Brown, St. Richmond. Changes in Arch Width A 20-years. Longitudinal Study of Orthodontic Treatment. *Angle Orthod.*, 2006, 76, 1, 6–13.

207. **Weinstein, S.** Minimal forces in tooth movement. *Am J Orthod.*, 1967, 53, 881–903.
208. **Whitney, E.** and P. Sinclair. An evaluation of combined second molar extraction and functional appliance therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 1987, 91, 183–192.
209. **Wilson, R. C.** and W. L. Wilson. *Enhanced orthodontics*. Rocky Mountain Orthodontics, Denver (CO), 1988.
210. **Wilson, W. L., R. C. Wilson.** New treatment dimensions with first phase sectional and progressive edgewise mechanics. *Journal of Clinical Orthodontics*, 1980c, 14, 607–627.
211. **Wong, C. A., P. M. Sinclair, R. G. Keim, D. B. Kennedy.** Arch dimension changes from successful slow maxillary expansion of unilateral posterior crossbite. *Angle Orthod.*, 2011 Jul, 81, 4, 616–623.
212. www.foamfantasy.com/interesno/68-arka.html
213. www.sustz.com/Proceeding08/Papers/.../Georgiev_Veselin.pdf
214. **Zachrisson, B. J.** Third generation mandibular bonded lingual 3-3 retainer. *J Clin Orthod.*, 1995, 29, 39–48.
215. **Zachrisson, B. U.** Improving orthodontic results in cases with maxillary incisors missing. *Am J Orthod.* 1978,73, 3, 274–89.
216. **Zsigmondy, O.** Über die Veränderungen des Zahnbogens bei der zweiten Dentition. *Arch F Anat.* 1890. Helf 5.6, p. 367.

IX. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 1

Анкетна карта

Име:

Възраст:

1. Вид на съзъбието:

- ранно смесено съзъбие
- късно смесено съзъбие
- неоформено постоянно съзъбие
- оформено постоянно съзъбие
- оформено постоянно съзъбие с наличие на мъдреци

2. Дефицит на място в милиметри:

Горна челюст

Долна челюст

3. Зъбен клас:

4. Забележка:

5. Интерканиново разстояние:

Горна челюст

Долна челюст

Смесено съзъбие

Преди лечение

След лечение

Постоянно съзъбие

Преди лечение

След лечение

Ретенция

Над 2 години

Над 5 години

6. Апикална база на горната челюст

Горна челюст

Смесено съзъбие

Преди лечение

След лечение

Постоянно съзъбие

Преди лечение

След лечение

Ретенция

Над 2 години

Над 5 години

7. Ширина на горната зъбната дъга при постоянни първи премолари

Горна челюст

Постоянно съзъбие

Преди лечение

След лечение

Ретенция

Над 2 години

Над 5 години

Приложение № 2

Методика на изследване с минимален брой входни данни и с минимум знания

Решаване на задача за реконструкция

1. Материал

1.1. Описание на данните

Изследвани са 32 „ортодонтски здрави“ лица – т.нар. изследвани субекти (ИС). За всеки ИС са извършени измервания на разстоянията за горна челюст и долна челюст. Измерените дистанции са описани в таблица 1 (съкращенията от таблицата са използвани по-нататък в текста).

Табл. 1. Изследвани параметри в горна и долна челюст

Промен-лива	Съкращение		Описание
	ГЧ	ДЧ	
X ₁	CC	CC	Интерканиново разстояние
X ₂	SI	Si	Сума от ширините на 4-те резеца (вестибуларно)
X ₃	DRP	DRP	Дебелина на режещия ръб на горен и долен централен десен инцизив
X ₄	UL-HVC	LL-HVC	Височина на ляв кучешки зъб (вестибуларно)
X ₅	UR-HVC	LR-HVC	Височина на десен кучешки зъб (вестибуларно)
X ₆	UL-HLC	LL-HLC	Височина на ляв кучешки зъб (лингвално)
X ₇	UR-HLC	LR-HLC	Височина на десен кучешки зъб (лингвално)
X ₈	U-LMDD3	L-LMDD3	Сума от ширините на 6-те зъба – от левия до десния кучешки (лингвално)
X ₉	UCR-DILG	LCR-DILG	Разстояние от точката между двата централни резеца, откъм страната на лигавицата до точка от десен кучешки зъб
X ₁₀	UCL-DILG	LCL-DILG	Разстояние от точката между двата централни резеца, откъм страната на лигавицата до точка от ляв кучешки зъб
X ₁₁	UPR-DILG	LPR-DILG	Разстояние от точката между двата централни резеца, откъм страната на лигавицата до точка от десен първи малък кътник
X ₁₂	UPL-DILG	LPL-DILG	Разстояние от точката между двата централни резеца, откъм страната на лигавицата до точка от ляв първи малък кътник
X ₁₃	U-IPP	L-IPP	Интерпремоларно разстояние

1.2.Формулировка на проблема

Задачата е: да се прогнозира стойността на X_8 на база на останалите измерени стойности.

1.3. Мотивация

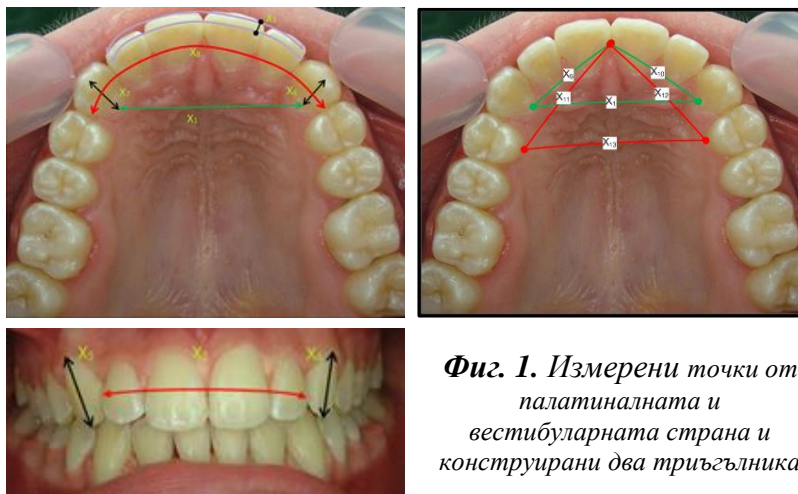
Първи въпрос: **защо решаването на тази задача е важно.**

Отговор: Намирането на определено разстояние по подадени биометрични данни позволява да се установи норма, която гарантира правилното оформяне на ЗД.

Втори въпрос: **какво печелим, ако разполагаме с решение.**

Отговор: Позволяваме да се определи индивидуалната норма.

1.4. Нагледно описание на измерванията (фиг. 1) (вж. Материал и методика, фиг. 35, 36 и 37 на настоящия научен труд).



Фиг. 1. Измерени точки от палатиналната и вестибуларната страна и конструирани два триъгълника

Смисълът на всяко едно измерено разстояние, т.е. вземат се разстояния, измерени в две „независими“ ортогонални направления, което ни позволява „поне двумерно“ да определим положението на останалите точки на измерване (ТИ), като същевременно дава възможност да оценим разстоянията между тях. Измерванията са подбрани по такъв начин, че да остават относително постоянни при ортодонтока намеса, т.е. те са „нечувствителни“ към ортодонтоски деформации.

1.5. Таблици с измервания

Измерванията⁸ са показани в табл. 2 и 3 (вж. Резултати и обсъждане, по задачи 5 и 6) съответно за горна и долна челюст.

⁸ Всички мерки са в [mm].

Табл. 2. Данни от измерванията на изходните параметри на горната ЗД на контролната група

№	CC	SI	DPP	UL-HVC	UR-HVC	UL-HLC	UR-HLC	U-LMDD3	UCR-DILG	UCL-DILG	UPR-DILG	UPL-DILG	U-IPP
1	22.8	28.4	1.7	9.4	9.3	9.2	9.4	40.9	13.9	13.87	18.09	18.18	25.65
2	24.5	29.0	2.5	10.7	10.7	7.3	7.2	46	16.64	16.54	21.49	20.97	29.39
3	32.6	29.5	2.2	10.5	10.6	7	8.2	44.4	19.51	17.49	22.7	20.63	29.04
4	25.0	27.4	2.1	8	6.5	7.8	7.6	41.2	15.84	15.73	19.9	20.59	28.68
5	25.7	30.2	2.2	9.2	9.2	9.4	9.1	46.9	16.45	17.03	22.81	23.27	32.15
6	26.8	32.7	2.4	9.6	9.3	9.4	8.6	45.5	17.56	16.67	20.81	20.08	26.67
7	24.6	26.6	2.4	8	6.4	7.6	8.2	38.1	15.53	15.79	19.3	19.96	27.95
8	24.4	30.3	2.2	7.9	8.6	8.9	9	41.5	15	14.58	20.36	20.17	28.94
9	24.5	28.4	1.7	8.2	8.2	8	8.1	41.8	15.96	16.93	19.78	19.02	24.23
10	22.5	28.9	1.5	8.2	8.9	7.4	6.1	40.8	14.61	17.2	19.15	18.47	26.89
11	24.9	27.8	1.4	8.7	8	8.6	7.7	41.4	14.13	15.42	17.85	17.51	25.75
12	26.9	27.2	1.9	6.7	7.2	7.8	8	40.5	16.58	15.54	21.83	19.55	25.33
13	26.9	27.2	1.9	6.7	7.2	8	7.8	40.5	16.36	15.67	21.77	20.09	24.88
14	28.0	26.9	1.8	9.7	9.4	9.2	8.9	42.1	14.13	15.42	17.9	17.55	25.8
15	24.4	30.6	1.9	7.3	7.4	7.3	8.4	42.4	15.2	13.81	19.49	17.96	26.94
16	28.2	31.3	1.9	7.4	8.5	8.4	9.2	47.6	16.72	18.51	22.31	23.76	30.96
17	26.0	28.2	1.4	9.8	9.5	8.6	8.9	40.3	14.9	15.46	18.17	19.15	26.3
18	24.5	26.7	1.7	8.3	8.6	8.3	8.3	41.5	15.67	14.8	15.45	15.66	26.49
19	27.4	31.1	2.3	10.6	9.4	9.9	9.5	46.2	17.74	15.99	20.01	20.63	26.62
20	24.6	28.7	1.7	7.7	7.1	8	8.7	42	16.12	15.58	20.09	18.83	24.18
21	26.2	30.9	2.0	9.2	8.1	10	9.5	50.1	16.3	17.11	22.72	22.95	32.01
22	28.3	29.4	2.2	12.2	11.2	9.5	9.4	45.1	18.66	17.37	21.23	21.09	29.22
23	29.2	30.7	1.7	8.6	8.1	8.9	8.8	40.7	14.97	14.49	20.22	20.18	27.98
24	22.2	30.9	1.8	9.5	9.3	8.5	8.1	43.2	14.8	16.51	19.26	21.36	23.99
25	25.7	31.5	1.8	8.8	9.3	8.3	8.8	45	13.78	16.68	19.3	19.99	25.87
26	21.9	30.1	2.1	10.3	9.3	9.4	9.8	44.8	18.66	17.81	21.96	21.8	29.79
27	25.8	29.3	1.6	9.2	9.5	7.6	7.8	44.9	17.08	17.15	20.78	20.33	25.95
28	25.1	30.0	1.7	9.5	9.5	9.7	9.7	45.3	15.02	15.56	19.91	19.87	29.94
29	24.1	31.9	2.2	9.8	9.7	9.4	9.4	45.6	15.59	15.15	20.19	19.67	26.86
30	23.0	32.2	1.8	9.9	8.8	9.4	10	47.3	14.77	15.02	20.94	21.71	26.4
31	26.4	33.5	2.0	10	8.1	9	8.9	35.1	15.33	16.08	21.46	21.7	29.56
32	28.9	29.1	1.8	7.7	7.7	8.6	8.2	51.3	14.87	15.82	20.24	19.66	26.41

Табл. 3. Данни от измерванията на изходните параметри на долната ЗД на контролната група

№	CC	Si	ДРР	LL-HVC	LR-HVC	LL-HLC	LR-HLC	L-LMDD3	LCR-DILG	LCL-DILG	LPR-DILG	LPL-DILG	IPPL
1	17.30	22.2	1.56	8.2	8.7	9.4	11.2	32.5	10.96	10.78	15.38	15.9	25.36
2	19.5	2	2.05	11.8	11.2	9.5	9.5	35.6	17.4	14.37	20.42	20.04	27.37
3	20.5	22.9	1.95	11.6	11.6	7.6	8.5	35.3	12.85	12.57	17.14	17.37	26.38
4	21	20.6	2.07	7.2	6.9	7.2	5.5	31.7	12.55	12.59	16.62	17.38	26.29
5	23.1	23.8	2.01	10.3	9.6	9.6	8.8	36.3	13.45	12.28	18.73	19.23	28.89
6	18.6	22.2	2.37	11.4	11	8.9	9.8	34.7	15.27	12.16	17.8	16.44	27.66
7	21	21.3	2.02	8.3	7.8	7.8	7.3	33.9	11.8	12.24	17.47	17.1	26.55
8	18.8	21.7	2.21	9.1	8.9	8.5	8.8	33.6	11.06	11.86	16.68	16.36	27.25
9	18.3	19.6	1.6	8.7	8.8	8.5	8.1	30.5	11	10.94	16.17	16.29	24.86
10	19.5	21.1	1.88	8.5	9.1	8.2	7.9	34.5	12.28	10.94	15.44	15.19	24.54
11	19.1	21.8	1.4	8.4	9.7	8.6	8.8	33.3	10.68	10.25	14.23	14.96	19.27
12	20	19.3	1.9	7.2	7	6.5	7.8	31.9	11.57	11.62	19.13	19.66	27.74
13	20	19.3	1.7	7.2	7	6.5	7.8	31.9	11.33	11.45	19.11	18.93	26.73
14	21	21.7	1.4	10	10	8	8.6	34.4	10.69	10.3	14.23	14.98	19.3
15	21.3	20.1	1.9	7.8	8.3	8.1	8.5	35.8	11.37	11.32	15.91	16.07	25.75
16	21.7	23.5	2.16	8.5	9.3	7.7	9.2	35.8	13.07	12.93	17.51	17.21	26
17	20	20.3	1.76	10	10.6	8.2	8	31.3	9.44	9.45	14.56	13.88	23.56
18	19.4	21	1.58	8.7	8.9	8.1	8.5	30.5	10.68	11	20.34	18.78	24.64
19	19.1	21.7	2.3	11.2	11.8	10.5	10.8	32.9	10.29	11.22	17.81	17.08	27.68
20	20.9	21.4	2.24	8.5	8.2	8.3	8.2	31.6	11.19	10.29	16.54	15.49	24.94
21	20.8	21.8	2.4	9.8	9.8	9.7	10	35.3	12.9	12.41	19.68	18.01	30.39
22	21	22.3	2.2	12.5	9.8	10.3	9.6	33.2	12.17	11.36	16.93	16.37	26.46
23	18.5	20.9	2.21	8.9	8.2	8.1	8.4	31.3	11.12	11.5	16.58	16.27	26.93
24	16	26.8	1.82	8	8	9	8.9	35.4	11.32	10.55	15.74	15.95	22.23
25	17.9	22.6	1.53	8.9	8.6	8.9	8	34.5	10.85	10.77	17	16.09	25.83
26	21.7	19.7	2.03	9.9	10.2	10.1	11.1	33.4	13.03	12.03	17.78	18.22	28.38
27	18.8	20.9	1.64	10.5	10.5	7.6	8.4	33.1	11.78	11.14	20.58	16.41	24
28	22.5	25.2	1.65	10.5	8	9.3	8.3	33.4	12.92	14.48	19.24	18.64	28.36
29	19.1	24.6	1.76	9.8	10.5	9.6	8.6	36.2	13.38	12.15	18.3	18.24	27.45
30	19	25.7	1.25	9.9	9.9	8.7	9.2	35.3	10.99	11.54	16.68	20.34	23.94
31	19.2	23.6	1.53	8.5	8.2	9.6	10	49.2	12	10.81	17.29	20.95	26.98
32	19.1	21.7	1.48	8.8	8.9	8.9	8.2	35	10.78	11.79	15.66	19.22	24.82

1.6. Бележки върху некоректно поставени задачи

Изследователските задачи, които обикновено се налага да решаваме, са от тип „Задачи за реконструкция“. Името на въведеното понятие показва, че при задачи от такъв тип е необходимо по информацията за част от елементите на дадена система да се възстановят (реконструират) липсващите ѝ елементи. Такива задачи обикновено възникват, когато трябва да се възстановява история или да се прогнозира събития. Задачата, която сме си поставили за цел да решим, е типичен представител на класа „Реконструктивни задачи“. Задачите за реконструкция най-често са от класа „некоректно поставени задачи“ (ill posed problems). По **дефиниция** некоректно поставени са онези задачи, които имат повече от едно решение или пък решението им е нестабилно, т.е. по него не може да бъде реконструирана липсващата информация. Некоректно поставената задача може да бъде решена само с помощта на допълнителни предположения, които я превръщат в коректно поставена. Въпросът е да обосновем избора на допълнителните предположения, които правим. В нашия случай предполагаем, че направените измервания (с изключение на търсената величина X_8 са „ортодонтски нечувствителни“).

2. Решаване на поставената задача – част I

Braun и Hnat (1997 г.), Henrikson, Persson и Thilander (2001 г.) правят опит за решаване на проблема посредством изчисляване на дължината на вписана в челюстта хипербола/елипса. Особено впечатляваща е работата на Braun и Hnat (1997), където освен вписването на хипербола (като линейна комбинация от хиперболични функции) е описан и числен метод за пресмятане на хиперболичен интеграл от втори род, водещ до пресмятане на дължината на интересуващата ни дъга.

Тук е мястото да отворим една скоба и да поясним какво представляват кривите от втора степен и как може да се провери кои от тях могат да бъдат използвани във всеки конкретен случай. Кривите от втора степен са наречени още *конични сечения*. Това са: окръжност, елипса, парабола и хипербола.

Каква е идеологията на работа при приближаване на интересуващото ни разстояние посредством крива от втора степен?

Алгоритъм:

- Избираме типа крива от втора степен, с който ще работим – работна крива (РК) и мотивираме избора си.

- По избрани точки от челюстта построяваме РК и изчисляваме дължината ѝ.

- Хипотезата ни е: *изчислената дължина дава достатъчно добро приближение на търсеното от нас разстояние.*

Проверяване на хипотезата

За съжаление в нашия случай не можем да използваме елипса. Ние се базираме на СС (X_1) или на пропорционално на него разстояние и по тези данни желаем да реконструираме X_8 . Предположенията, направени от Henrikson и съавт. (2001), свързват X_1 с едната полуос на елипсата и X_8 с дължината ѝ. Дължината на елипсата е пропорционална на произведението от полуосите ѝ с константа, следователно смятайки с двете полуоси, трябва да получим стойности, пропорционални на изходните данни, или с други думи отношението между X_8 и X_1 трябва да е близко до права линия, което в нашия случай не е вярно.

Използваме **хипербола**, както е описано от Braun и Hnat (1997). В конкретния случай построяваме **две** хиперболи: в първата е вписан зеленият, а във втората – червеният триъгълник от фиг. 1. Тук трябва да се опише как се построява хипербола, описана около предварително зададен триъгълник. Ще използваме каноничното уравнение на хиперболата, което налага да „канонизираме“ координатите на избрания триъгълник.

Това извършваме посредством две последователни смени на координатната система, реализиращи ротация и транслация (*вж. Резултати и обсъждане, по задачи 5 и 6*).

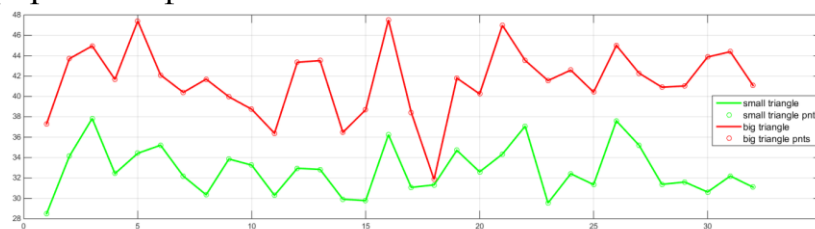
При първата смяна на координатната система (ротация) основата на триъгълника застава перпендикулярно на абсцисната ос и след подходяща транслация пресечната им точка е точно в средата на основата на триъгълника. След двете смени на координатната система използваме координатите на върха на триъгълника, нележащ на основата му, и един от основните върхове, за да открием двата коефициента от каноничното уравнение на хиперболата. Удвоената дължина на построената хипербола от върха до пресечната точка на основата с абсцисната ос изчисляваме с помощта на хиперболичен интеграл (Braun и Hnat, 1997).

Разбира се, зеленият триъгълник е прекалено малък, за да се надяваме дължината на описаната около него хипербола да приближава X_8 . По-скоро такова приближение очакваме от дължината на описаната около червения триъгълник хипербола.

Защо смятаме 2 хиперболи?

Идеята ни е да използваме X_1 или пропорционална на него величина, за да прогнозираме стойността на X_8 .

Сега вече става ясно защо ползваме 2 хиперболи. Ако покажем пропорционалност в дължините на двете хиперболи при поне по-голямата част от ИС, то този факт ни дава основание да правим прогнози с помощта на „големия“ триъгълник вместо с „малкия“, или ако използваме резултатите от „малкия“ триъгълник, то да ги умножим със съответния коефициент на пропорционалност. Пропорционалността е демонстрирана на фиг. 2.



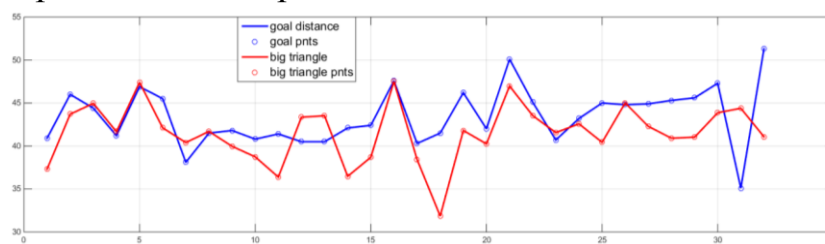
Фиг. 2. Пропорционалност на дължините на описаните около двата триъгълника хиперболи

По абсцисната ос на фигурата са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – дължините на съответните две хиперболи – съответно в зелен и червен цвят

На фиг. 2 ясно личи пропорционалността в поведението на двете криви. Полученият резултат ни дава основание да работим с червения вместо със зеления триъгълник. Сега е време да сравним получените чрез червения триъгълник резултати с търсеното от нас разстояние.

Сравнението е на фиг. 3. Тук е показана точността, с която избраната от нас хиперболична мярка приближава търсеното от нас разстояние. Може би е добра идея да се покаже и приближение чрез хиперболата на малкия триъгълник, умножена с коефициента на пропорционалност. Резултатите са почти идентични.

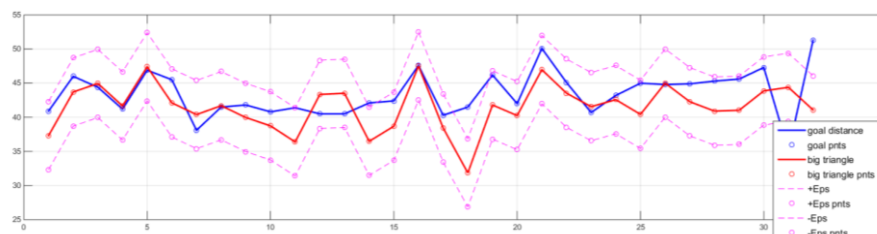
По абсцисната ос на графиката са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – дължините съответно на „голямата“ хипербола в червен цвят и на търсеното от нас разстояние в син цвят.



Фиг. 3. Сравняване на дължината на „голямата“ хипербола с търсеното от нас разстояние

Както се вижда от фиг. 3, избраната от нас хипербола апроксимира търсеното разстояние с доста добра точност, което потвърждава

результатите на Braun и Hnat (1997). Тъй като считаме, че 20 години по-късно можем да постигнем повече, се опитваме да приближим търсената величина с точност, близка до точността на метода на измерване. Като първа стъпка определяме „епсилон“ околност на изчислената от нас хипербола, така че в нея да се съдържат всички търсени точки.



Фиг. 4. Епсилон околност на търсената величина

По абсцисната ос на графиката са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – дължините съответно на „голямата“ хипербола в червен цвят и на търсеното от нас разстояние в син цвят. Епсилон околността е дадена с пунктир в цвят магента.

Вече разполагаме с „епсилон“ околност на търсената величина. Това означава, че за всеки ИС разполагаме с интервал, всяка една от стойностите на който е кандидат за търсеното от нас разстояние. Дотук можем да стигнем с геометрията на задачата.

От изчисленията и направените коментари става ясно, че описаният метод работи, но за постигане на по-висока точност трябва да обърнем внимание не само на геометрията, но и на топологията на поставения проблем. Направеният извод ни кара да потърсим модел, съчетаващ в себе си метрични, геометрични и топологични характеристики на моделираните обекти.

3. Решаване на поставената задача – част II

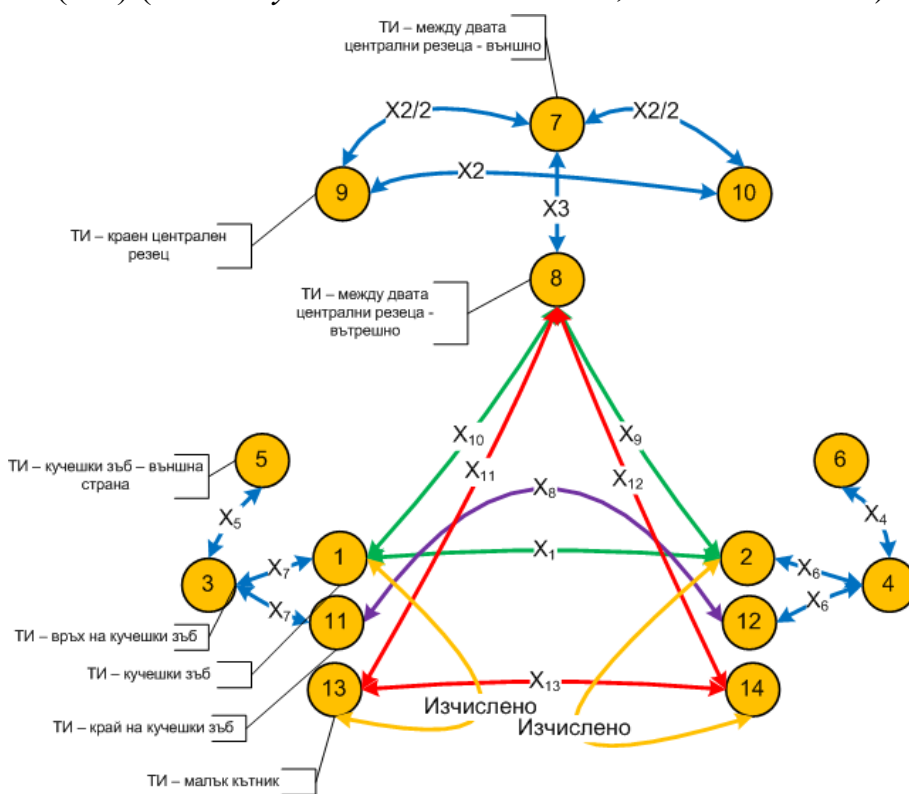
Използваме теория на графите. *Граф* наричаме множество от точки (върхове), някои от които са съединени с линии (ребра). Върху всяко ребро е записана стойност, равна на разстоянието между върховете, които съответното ребро съединява. По този начин отчитаме не само разстоянията, но и свързаността им в една обща мрежа. Следващото описание е по-строго математическо.

Математическата дефиниция на граф е следната: **Граф G** наричаме наредената двойка $G(V, E)$, където с $V \equiv \{1, 2, \dots, N\}$, е означено множеството от върхове, а с $E \subseteq V \times V$ е означено съответното множество от ребра. Граф $G(V, E)$ има N върха, следователно $|V| = N$. В настоящето изследване се разглеждат само неориентирани графи, т.е. дъги $ij \in E$ и $ji \in E$ са идентични. Приема се, че тегла $c_{ij} \geq 0$ са асоциирани

с всяко ребро ij , където $c_{ij} = 0$ означава че няма ребро между върхове i и j . Матрицата на връзките на граф $G(V, E)$ е означена с $C_{N \times N} = (c_{ij})_{N \times N}$.

В настоящото проучване са използвани **прости, свързани, неориентирани графи с тегла** (*simple, connected, non-oriented, weighted graphs*).

Построяваме граф по измерените разстояния. Разбира се, включваме и съответните върхове, т.е. точките, между които са взети мерките. На фиг. 5 е показан резултантният граф, съдържащ всички измерени разстояния и 14 върха, съответстващи на точките на измерване (ТИ) (вж. *Резултати и обсъждане, по задачи 5 и 6*).



Фиг. 5. Граф на измерванията

Следващият въпрос е важен – **какво правим с този граф.**

Идеология на работата

- За всяка изследвана челюст построяваме първи и втори граф:
 - Първият (граф А) е построен съгласно схемата от фиг. 5.
 - Вторият (граф В) е идентичен с първия, но без търсеното разстояние X_8 .
- Избираме съответни мерки върху графи, които включват разликите между тях, т.е. те се влияят от липсата на X_8 в граф В и съответно от присъствието на X_8 в А.
- Пресмятаме избраните мерки за всеки от ИС.

Основната хипотеза е: *за поне една от избраните мерки M съществува функция F , довеждаща измерванията, базирани на граф B , в тези, базирани на граф A .*

Поясняваме смисъла на хипотезата с пример: фиксираме избрана мярка M от множеството мрежови мерки (theoretical graph measures). Предполагаме, че избраната функция F е линейна, т.е. $F(x) = ax + b$. Това означава, че коефициентите a и b са фиксирани. Прилагаме функцията към мерките от граф B за всеки от 32-та изследвани субекти. За да потвърдим хипотезата, трябва да получим стойности много близки до мерките на граф A за същите 32-ма субекти.

3.1. Общ поглед върху методологията

- Представяме си, че хипотезата е вярна – т.е. съществува използвана от нас мярка (M), за която сме открили функция (F), трансформираща резултатите, получени чрез граф B в тези получени чрез граф A .

Какво следва?

- Остава по резултантна мрежова мярка M , съществуващ граф B и функция F , действаща върху мярката, да възстановим липсващото разстояние X_8 .

Задачата реално се свежда до следното:

- *Ползвайки само граф B и функция F на мярка M да реконструираме X_8 .*

Как става това?

Алгоритъм:

- Изчисляваме избраната мярка M за граф B (за 32 ИС).
- Трансформираме получените стойности чрез F в съответната очаквана стойност за M върху граф A . Получените стойности означаваме със Z .
- От първата част на изследването знаем „епсилон“ околност, в която се намира търсеното разстояние X_8 .
- Избираме стъпка, по-малка от точността на измерванията, с която разделяме изчислената „епсилон“ околност на $N-1$ равни части, като в резултат получаваме N различни дължини, кандидати за X_8 .
- Образоваме множество от графи C_N , базирано на граф B , като на мястото на липсващия размер X_8 поставяме последователно всеки от получените в предната точка N кандидати.
- За всеки граф от C_N изчисляваме стойността на M .
- Възстановяваме X_8 от онзи граф, чиято мярка е най-близо до Z .

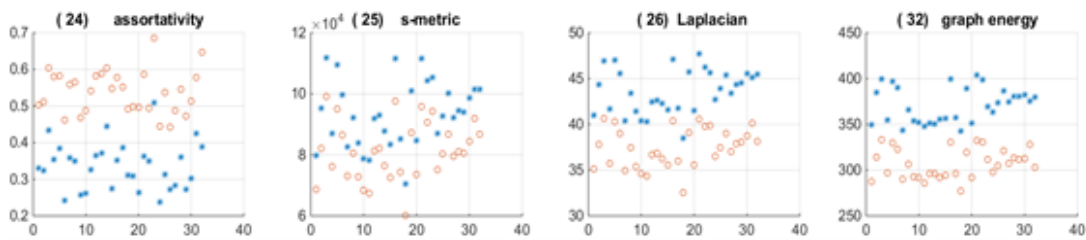
Задачата е решена. Разбира се, описаното решение е възможно само при положение, че потвърдим **основната** хипотеза.

3.2. Потвърждение на хипотезата

Ето как я доказваме: чрез 35-те мерки върху графи, които са проверени, като се коментира подробно всяка мярка, т.е. нейният

метричен и топологичен смисъл. Идеята е стойностите на мярката да не са много близки една до друга, за да може да се прогнозира, но и да съществува определена зависимост между тях – най-добре линейна, т.е. искаме да намерим такава метрика, че да гарантираме единствеността на решението.

- Assortativity mixing – assortativity mixing MIT-GB.
- S-metrics – sum of products of degrees across all edges MIT-GB.
- Laplacian – eigenvalues of the Laplacian matrix of the graph MIT-GB.
- Graph energy – second power of the Laplacian max eigenvalue MIT-GB.

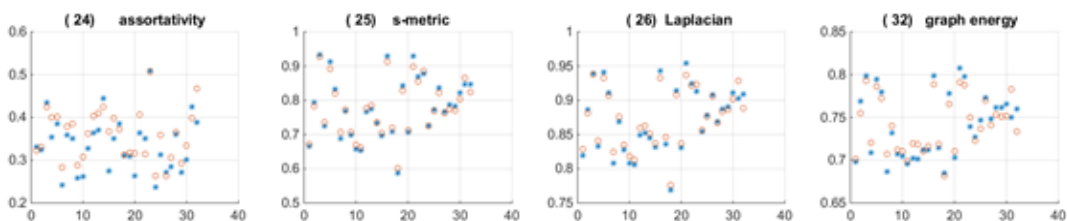


Фиг. 6. Разпределение на стойностите на избраните мерки

По абсцисната ос на фиг. 6 са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – стойностите на съответната мярка. Граф А е отбелязан със сини звездички, а граф В – с оранжеви кръгчета.

От това, което се вижда на фиг. 6, изглежда, че и при четирите избрани мерки като че съществува и при това линейна зависимост, т.е. транслация. Разбира се, не се доверяваме само на това, което виждаме, и търсим линейна връзка с помощта на известната теорема SVD (Singular Values Decomposition) от линейната алгебра.

Получените резултати са приложени за четирите мерки и са представени на фиг. 7.



Фиг. 7. Разпределение на стойностите на избраните мерки след линейна корекция

По абсцисната ос на фигурата са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – стойностите на съответната мярка. Граф А е отбелязан със сини звездички, а граф В – с оранжеви кръгчета.

3.2.1. Избор на мерки върху графи

Най-популярната мярка върху графите се нарича **степен**. **Степента** на всеки връх е равна на сумата от ребрата, имащи този връх

за край. **Степента** за конкретен граф представлява вектор от степените на неговите върхове. Обикновено като мярка за степен се използва средната стойност на вектора със степени на върховете. Описаната мярка е **метричен тип**, тъй като не се интересува от ребрата, а само от техните тегла, и принадлежи на **група** мерки разпределения, тъй като отчита разпределението на „натоварването“ по върховете на графа.

Типът на мерките върху графи е: *топологичен, метричен или смесен*. **Топологичен** тип мярка означава, че тя описва само свързаността, а не и размерите на графа, докато **метричният** тип мерки описват размерите, без да отчитат свързаността. От казаното дотук е ясно, че в настоящото проучване се интересуваме само от **смесен тип** мерки върху графи.

Мерките върху графи могат да бъдат разделени в няколко **групи**:

1. Разпределения и централност (distributions and centrality).
2. Разстояния (distances).
3. Спектър (spectrum).
4. Мотиви (motifs).

Трябва да отхвърлим измерванията на най-кратки **разстояния**, тъй като търсеното разстояние в никакъв случай не е „най-кратко“ и следователно стойностите за тази група мерки са идентични за графи А и В, което ги прави неизползваеми. Мерките за **централност** също съвпадат за графи А и В, както и топологичните мерки от група **мотиви**, тъй като топологията на челюстите, която сме възприели, е една и съща. Смесените мерки от **групи** са: разпределения и спектър. От спектралните мерки е достатъчна една и заедно с две **смесен тип мерки** от разпределения разглеждаме следните три мерки: *Assortativity mixing, S-metrics, Graph energy*.

Идеята за мярката е да се разграничат графите с една и съща степен.

Assortativity coefficient (Коефициент на асортативност) е дефиниран като корелационен коефициент на Пирсън $-1 \leq a^w \leq 1$, изчислен върху всички двойки свързани върхове. Той показва разликите в локалната структура на графа (мрежата) (Bialonski & Lehnertz, 2013; Newman, 2002]. Графи с положително a^w се наричат асортативни, докато тези с отрицателно a^w се наричат дизасортативни. По-високата стойност на a^w означава, че върховете с по-висока степен се стремят да се свържат с върхове с подобна степен, а по-ниската стойност на a^w означава, че върховете с по-висока степен се стремят да се свържат с върхове с по-ниска степен и обратното.

Точната дефиниция е следната: **коэффициентът на асортативност** за графи с тегла е дефиниран като корелационен коэффициент на Пирсън между оставащите степени на върховете от двата края на всяко ребро на графа. Оставащите степени на „десния“ връх q и „левия“ връх s , от което и да е ребро $qs = \{q, s\} \in E^W \mid c_{qs} = c_{sq} > 0$, са дефинирани като:

$$R_q = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{N_{ch}} c_{qj} - c_{qs}, \quad R_s = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{N_{ch}} c_{js} - c_{sq} \quad 1)$$

Следователно може да се дефинират две множества X и Y , където $|X| = |E^W|$ и $|Y| = |E^W|$ за оставащите степени на върховете за всяко ненулево ребро. Тогава дефиницията на коэффициента на асортативност е:

$$A \equiv a^W = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Cov(X, X) \cdot Cov(Y, Y)}} \quad 2)$$

S-metric: идеята е подсказана от предишната мярка, а именно – да се определи как върховете с по-високи степени са свързани помежду си, и е доразвита от Li, Alderson, Doyle & Willinger (2005). В посочената статия е въведена **s-metric** мярка като алтернатива за измерване на свързваемостта на върховете с висока степен. Предимство на представената мярка е лесното ѝ пресмятане.

За да покажем, че при зададен граф $G(V, E)$ множеството от ребрата E или множеството от върховете V се отнасят за точно този граф, пишем $E(G)$ и съответно $V(G)$. Нека означим вектора от степени на G с $k = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$. Тогава дефиницията на **s-metric** за граф G е:

$$s(G) = \sum_{(i, j) \in E(G)} k_i k_j \quad 3)$$

Graph energy. Накратко – това е сумата от абсолютните стойности на всички собствени стойности на матрицата на връзките на даден граф.

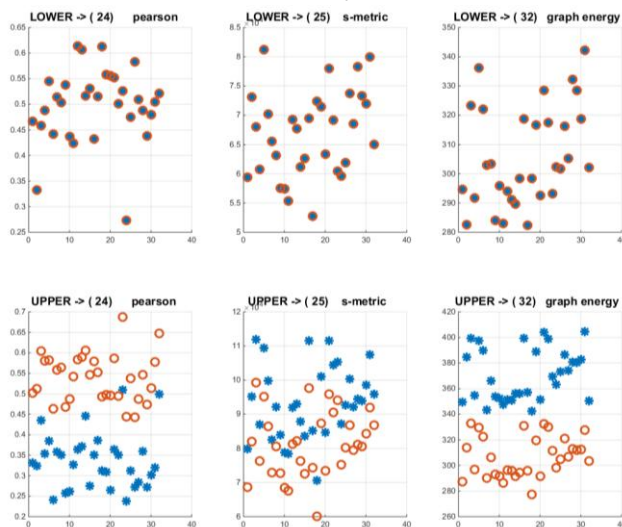
Първите две мерки представляват различни проекции на едно и също свойство на челюстта, а именно – прогнозиране на стабилността на връзката между разпределението на теглата (измерените разстояния) във всеки връх (**ТИ**) и свързаността на съответния връх. Третата мярка е енергетичната, т.е. отчита цялостното качество на разглеждания граф. Целта е да се отчетат едновременно натоварването, свързаността и качеството на графите.

Построяване на скалираща функция

Под „скалираща“ функция разбираме 2 коэффициента. Първият коэффициент задава **скала** или колко е ширината на диапазона на

измерванията, а вторият коефициент задава *транслацията*, т.е. в каква посока и колко да се придвижи скалираното множество от данни. Конструираната по този начин функция трябва да трансформира едно множество от измервания в друго. Коефициентите *скала и транслация* се избират от условието за минимизиране на грешката. Реализацията е осъществена посредством теоремата за SVD (Singular Values Decomposition) от линейната алгебра и метода на най-малките квадрати.

На фиг. 8 са показани стойностите на всяка една от избраните мерки съответно за долна и горна челюст. В надписите на мерките на мястото на *assortativity* е използвано *pearson* за краткост. Първият ред от фигурата, който съответства на долната челюст, показва изключителен резултат. И при трите мерки стойностите за **граф А** и **граф В** се припокриват с голяма точност. Следователно за долната челюст няма смисъл да се търси функция, изобразяваща мерките за **граф В** в тези за **граф А**. Очевидно търсената функция е идентитет. Казано по друг начин – *скала = 1; транслация = 0*. Полученият резултат потвърждава хипотезата в случая за долна челюст.



Фиг. 8. Разпределение на стойностите на избраните мерки

Не така обаче е при горната челюст (втори ред от фиг. 8).

Фигурата съдържа 6 части, разположени в 2 реда и 3 стълба. В първия ред са данните за долна челюст, а във втори ред за горна челюст. Всеки стълб отговаря на една от трите избрани мерки върху графи. По абсцисната ос на всяка част са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – стойностите на съответната мярка. Граф А е отбелязан със сини звездички, а граф В – с оранжеви кръгчета.

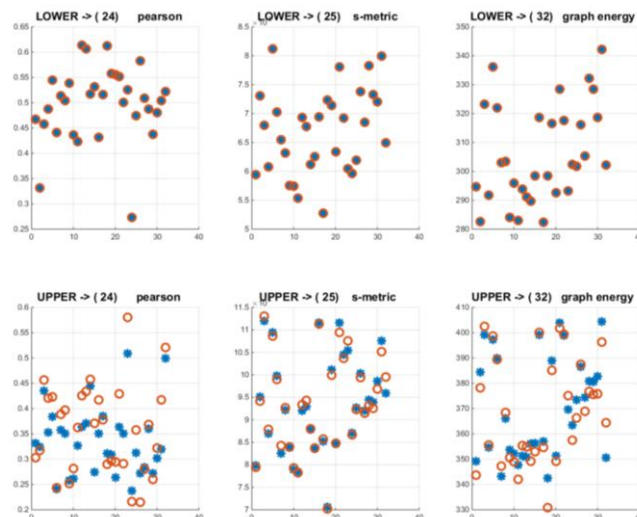
От това, което се вижда на втория ред от фиг. 8, изглежда, че за всяка от избраните мерки като че съществува зависимост, т.е. фигурите в синьо и оранжево са сходни, но просто са отместени една от друга (само за горната челюст). Изчисленията на коефициентите на

скалиращата функция за всяка една от трите мерки при горна челюст показват набор от коефициенти, показан на табл. 4.

Табл. 4. Коефициенти на скалиращата функция

	Assortativity	S-metric	Graph Energy
Скала	1.5	1.1	1.3
Транслация	-0.45	$0.4 \cdot 10^4$	-30

Получените резултати след прилагане на скалиращите функции за трите мерки са представени на фиг. 9. Фигурата съдържа 6 части, разположени в 2 реда и 3 стълба. В първия ред са данните за долна челюст, а във втори ред за горна челюст. Всеки стълб отговаря на една от трите избрани мерки върху графите. По абсцисната ос на всяка част са нанесени номерата на ИС, а по ординатата – стойностите на съответната мярка. Граф А е отбелязан със сини звездички, а граф В – с оранжеви кръгчета.



Фиг. 9. Разпределение на стойностите на избраните мерки след линейна корекция

От фигурата става ясно, че хипотезата е потвърдена и за горна челюст. Вижда се, че стойностите за **граф А** и **граф В** се припокриват с голяма точност, поне за мярка **s-metric**. Лесно може да се прогнозира, че грешката при реконструкция на X_8 за долна челюст е съпоставима с точността на измерването, докато грешката при X_8 за горна челюст е по-висока. Независимо че за горна челюст резултатите при две от разглежданите мерки са по-лоши в сравнение с **s-metric**, може да се счита, че хипотезата е потвърдена и за тях, просто с по-висока грешка.








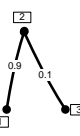
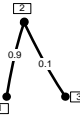
В следващата секция са показани резултатите от прилагането на описаната по-горе методология при използване на трите избрани мерки.

3.2.2. Елементи от теорията на графите

Основни понятия

В настоящото проучване, както по-горе е споменато, разглеждаме прости, свързани, неориентирани графи с тегла върху всяко ребро (simple connected weighted undirected graphs) (табл. 5).

Табл. 5. Видове графи

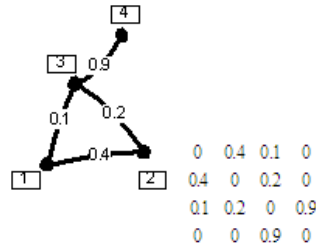
Понятие	Пример	Обяснение
Ориентирано ребро (Oriented edge)		Реброто, съединяващо 2 върха, има посока, т.е. казано е кой от върховете е първи и кой втори. При преминаване по ребрата на ориентиран граф се спазва посоката им. Между 2 върха може да има ребра в двете посоки и при това с различна дължина.
Неориентирано ребро (Non oriented edge)		Движението по всяко от ребрата на графа е двупосочно.
Несвързан граф (Non connected)		Не съществува път между всеки два върха на графа.
Свързан граф (Connected graph)		Между всеки два върха на графа съществува път.
Прост граф (Simple graph)		Граф без кратни ребра и примки
Непрост граф (Non simple graph)		Граф, който има кратни ребра и/или примки
Граф с тегла (Weighted graph)		На всяко от ребрата е приписано тегло.
Матрица на съседство (Adjacency matrix)	 $\begin{matrix} & \begin{matrix} 2 \\ \square \end{matrix} \\ \begin{matrix} \square \\ 1 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.9 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} \square \\ 3 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{matrix} \\ & \begin{matrix} 0 & 1 & 0 \end{matrix} \end{matrix}$	Ако означим върховете на графа съответно с 1, 2, 3, то матрицата на съседство наричаме 3x3 матрица, където: ако връх i е свързан с връх j посредством ребро ij , то на място ij в матрицата на съседство стои 1 – в противен случай стои 0.
Матрица на графа (Graph matrix)	 $\begin{matrix} & \begin{matrix} 2 \\ \square \end{matrix} \\ \begin{matrix} \square \\ 1 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 0.9 & 0 \\ 0.9 & 0 & 0.1 \\ 0 & 0.1 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} \square \\ 3 \end{matrix} & \end{matrix}$	Ако означим върховете на графа съответно с 1, 2, 3, то матрицата на графа наричаме 3x3 матрица, където: ако връх i е свързан с връх j посредством ребро ij , то на място ij в матрицата на съседство стои теглото на съответното ребро – в противен случай стои 0.

3.2.3. Подробно описание на мерките

Описваме мерките върху графи, с които ще работим. Мерките върху „weighted“ графи (graph theoretical measures) биват топологични, метрични и смесен тип. Топологичните мерки отразяват само свързаността на мрежата, т.е. тези мерки не ни интересуват, тъй като всички построени от нас графи имат една и съща свързаност. Метричните мерки отчитат теглата върху ребрата, докато смесените

мерки отчитат комбинацията от топология и метрика. Мерките, които ни интересуват са 2 типа – в метричен и топологичен смисъл.

Всички мерки могат да бъдат илюстрирани върху примерен граф със съответна матрица на разстоянията:



Още едно пояснение. Ако резултатът от прилагането на съответната мярка е вектор, то се взема средната му стойност и вариацията му; ако е матрица – нормата и вариацията ѝ; ако е скаларна – самото число, т.е. на векторна или матрична мярка съответстват по 2 мерки, а на скаларна – само една (табл. 6).

Табл. 6. Видове разстояния

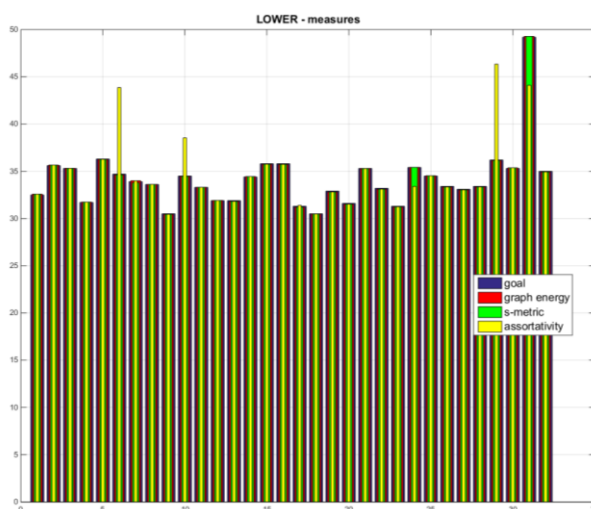
Понятие	Коментар	Обяснение
Разпределения, разстояния и централност (Distances, Centrality and Distributions)		
(01) degrees степени	Метрична мярка 0.50, 0.60, 1.20, 0.90 Средно = 0.8 Вариация = 0.1	Вектор, съдържащ степента на всеки от върховете на графа. Степен на връх наричаме сумата от теглата на свързаните с този връх ребра.
(03) average neighbor degree	Метрична мярка 3.6000, 2.8333, 1.6667, 1.3333 Средно = 2.3583 Вариация = 1.0988	Average neighbour degree vector
(05) closeness centrality	Метрична мярка	Closeness centrality vector for every node: $1/\text{sum}(\text{distances to all other nodes})$
(7n) distance weight	Метрична мярка	Distance matrix – lengths of shortest paths between all pairs of nodes
(9n) distance length	Метрична мярка	Nr of edges in shortest weighted path
(11s) diameter	Метрична мярка	The longest shortest path in the graph
(12m) node betweenness	Метрична мярка 0, 4, 4, 0 Средно = 2 Вариация = 5.3333	Fraction of all shortest paths in the network that contain a given node (vector)
(14n) edge betweenness	Метрична мярка	Fraction of all shortest paths in the network that contain a given edge (matrix)
(16s) transitivity	Топологична мярка 0.1200	Ratio of „triangles to triplets“ in the network (a classical version of the clustering coefficient)
(17s) global efficiency	Метрична мярка	Average of inverse shortest path length- (inversely related to the path length)
(18m) local efficiency	Метрична мярка	Computed on the neighbourhood of the node (rel. to the clustering coefficient) (vector)
(20m) eigen centrality	Метрична мярка	The eigenvector corresponding to the greatest Eigen value gives node Eigen centrality (vector)
(22m) clustering coeff	Метрична мярка	Vector of node weighted clustering coefficients (vector)

Понятие	Коментар	Обяснение
(24s) assortativity	Смесена мярка	Aassortativity mixing.
(25s) s-metric	Смесена мярка	Sum of products of degrees across all edges
Спектрални мерки (Graph Spectrum)		
(26m) Laplacian	Смесена мярка	Eigenvalues of the Laplacian matrix of the graph
(28s) max laplacian	Смесена мярка	Greatest eigenvalue of the Laplacian matrix of the graph
(29s) algebraic conn.	Смесена мярка	The second smallest eigenvalue of the Laplacian matrix
(30m) fiedler vector	Смесена мярка	The vector corresponding to the second smallest eigenvalue of the Laplacian matrix
(32s) graph energy	Смесена мярка	The sum of the absolute values of the real components of the eigenvalues
Мотиви (Motifs)		
(33s) num of loops 3	Топологична мярка	Number of triangles
(34s) independ loops	Топологична мярка	„Cyclomatic number” – number of edges that need to be removed for - graph without cycles
(35s) num conn triples	Топологична мярка	The number of connected triples in a graph

4. Резултати

4.1. Отделно прогнозиране с всяка мярка

На фиг. 10 е показана „бар-диаграма“ на прогнозирането на стойността на X_8 за долна челюст с всяка от трите избрани мерки.



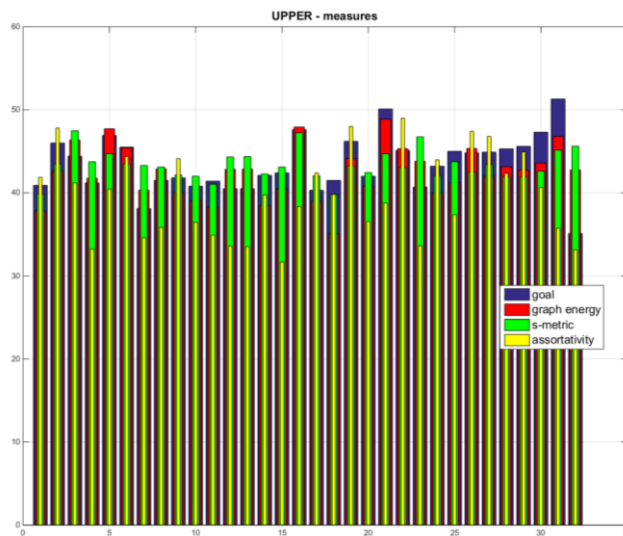
Фиг. 10.
Прогнозиране на X_8 чрез избраните мерки – долна челюст

По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата са отчетени стойностите на X_8 . В легендата търсената реална стойност на X_8 е описана като „goal“, т.е. като цел, която трябва да се постигне, а прогнозираните стойности за X_8 от всяка мярка са описани с името на съответната мярка.

Както ясно личи, стойностите за X_8 , прогнозирани чрез **graph energy** и **s-metric** дават точно приближение за X_8 , докато прогнозираните посредством **assortativity** дават отклонение за 4 от ИС.

На фиг. 11 е показана аналогична „бар-диаграма“ на прогнозирането на стойността на X_8 с всяка от трите избрани мерки за горна челюст.

Както може да се очаква, стойностите за X_8 са прогнозирани чрез **graph energy** с най-висока точност, следва **s-metric**, докато прогнозираните стойности за X_8 посредством **assortativity**, са с най-голямо отклонение. Интересното е, че за по-голямата част от прогнозите търсената стойност за X_8 е средна стойност за две от мерките или може да бъде представена като комбинация от трите мерки.



Фиг. 11.
Прогнозиране на X_8 чрез избраните мерки – горна челюст

По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата са отчетени стойностите на X_8 . В легендата търсената реална стойност на X_8 е описана като „goal“, т.е. като цел, която трябва да се постигне, а прогнозираните стойности за X_8 от всяка мярка са описани с името на съответната мярка.

Възниква естественият въпрос: *не може ли по някакъв начин да се обединят прогнозите за X_8 от всяка една от разглежданите мерки в единствена прогнозна стойност, като се минимизира грешката при прогнозирането.*

4.2. Съвместно прогнозиране с всички мерки

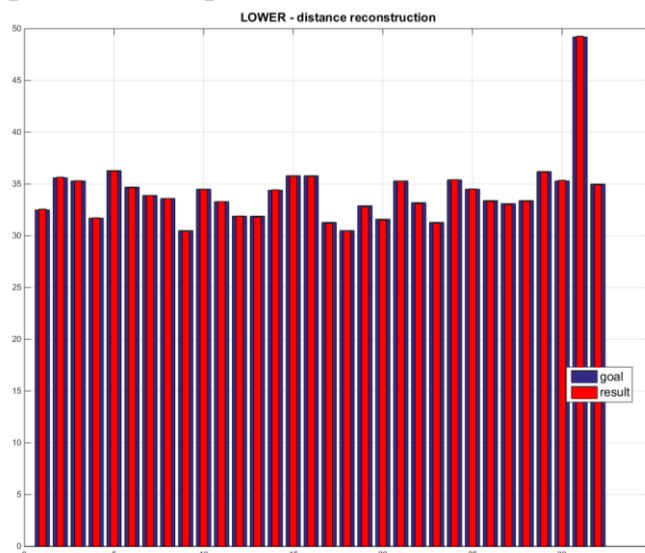
Методологията, даваща утвърдителен отговор на поставения въпрос, се нарича **PCA** (*Principal Component Analysis*) – анализ на главните компоненти. За долна и горна челюст са конструирани матрици на прогнозите, където всеки ред в матрицата на прогнозите P отговаря на една от трите разглеждани мерки, а всеки стълб отговаря на един от ИС. Към двете матрици на прогнозите е приложен **PCA** и данните са редуцирани до най-голямата принципна компонента.

Анализът на резултатите, получени чрез **РСА**, хвърля светлина върху тежестта на всяка една мярка в крайната прогнозираща стойност и същевременно дава изключително важно обяснение на зависимостите между прогнозите на съответните мерки. Оказва се, че до същия резултат може да се достигне при използването на следните три правила:

- Ако **graph energy** и **s-metric** дават много близки прогнози, то резултантната прогноза е средното между **graph energy** и **s-metric**.
- Ако една от мерките **s-metric** или **assortativity** има най-висока прогнозна стойност, то резултантната прогноза е средното между **s-metric** и **assortativity**.
- Ако има най-висока прогнозна стойност, то резултантната прогноза е равна на **graph energy**.

Първото правило дава предимство на **s-metric** пред **assortativity** поради по-доброто ниво на приближение. **Второто правило** показва, че **s-metric** и **assortativity** измерват по различен начин едно и също явление. **Третото правило** дава предимство на максималната стойност на енергията, което е типично за всички биологични мрежи.

На фиг. 12 е представено решението на поставената задача за долна челюст. Всички стойности на X_8 са прогнозирани с висока точност, близка до точността на измерванията. Грешките при прогнозирането са обработени статистически и обсъдени допълнително.

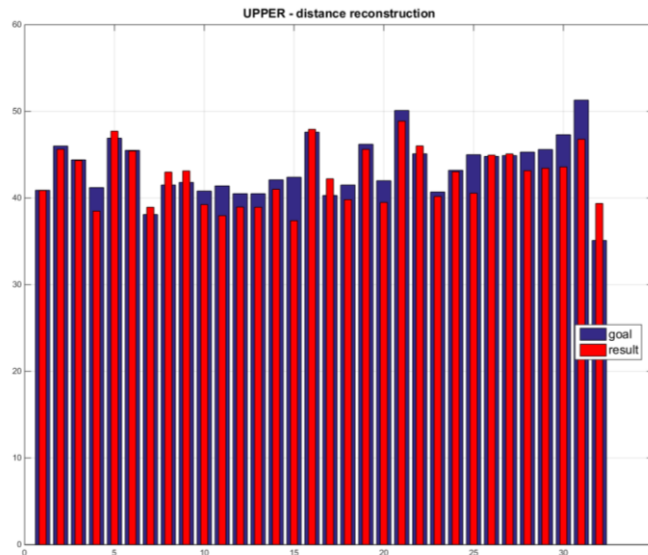


Фиг. 12.
Финално
прогнозиране
на X_8 – долна
челюст

По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата са отчетени стойностите на X_8 . В легендата търсената реална стойност на X_8 е описана като „goal“, т.е. като цел, която трябва да се постигне, а прогнозираната стойност за X_8 е описана с името „result“, т.е. резултат,

който е постигнат. Разликата между височините на червения и синия бар показва точността на прогнозирането.

На фиг. 13 е представено решението на поставената задача за горна челюст.



Фиг. 13.
Финално прогнозиране на X_8 – горна челюст

По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата са отчетени стойностите на X_8 . В легендата търсената реална стойност на X_8 е описана като „goal“, т.е. като цел, която трябва да се постигне, а прогнозираната стойност за X_8 е описана с името „result“, т.е. резултат, който е постигнат. Разликата между височините на червения и синия бар показва точността на прогнозирането.

Голяма част от стойностите на X_8 са прогнозирани с висока точност, но има и отклонения за някои от ИС. Грешките при прогнозирането са обработени статистически и обсъдени допълнително.

4.3. Изследване на грешката

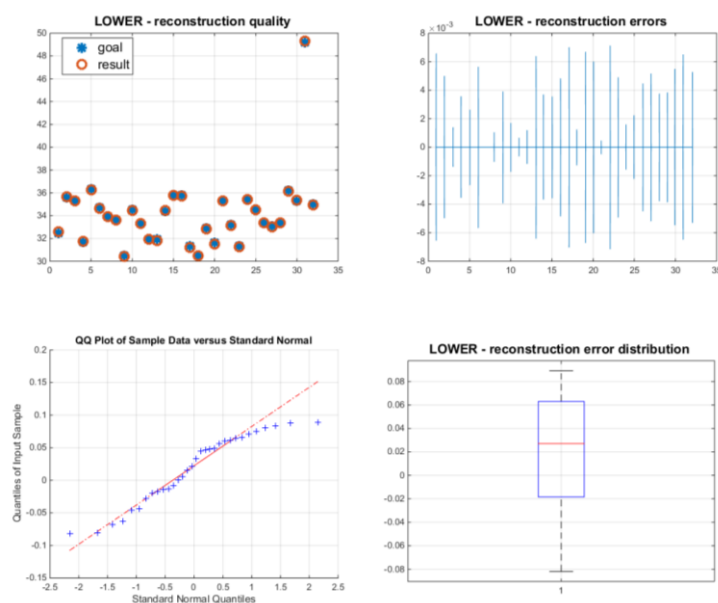
Полученият резултат е с висока точност, но независимо от това разликата в точността при долната и горната челюст трябва да бъде обяснена по някакъв начин. Същевременно трябва да се отговори на въпроса **каква е природата (същността) на грешката.**

Разликата в точностите при двете челюсти може да бъде обяснена по два основни начина:

- вследствие на грешки при измерванията или
- вследствие на грешки на използвания метод.

И в двата случая думата „грешки“ звучи силно, по-скоро тук се има предвид недостатъчна прецизност при измерванията или недостатъчно добро описание на реалността посредством избраните мерки. От друга страна, съвсем същата дилема трябва да бъде

разрешена, за да се отговори на въпроса за същността на грешката. Грешката може да произхожда от измерванията или от метода. Разбира се, нормално е да се очакват и двата компонента: измерване и метод – да имат свой принос във формиране на грешката. **Хипотезата е, че ако грешката е нормално разпределена, то тя е в резултат от измервания, а ако не, то грешката е в резултат от метода.** На фиг. 14 е изследвана грешката при реконструкцията на X_8 за долна челюст.



Фиг. 14. Анализ на грешката – долна челюст

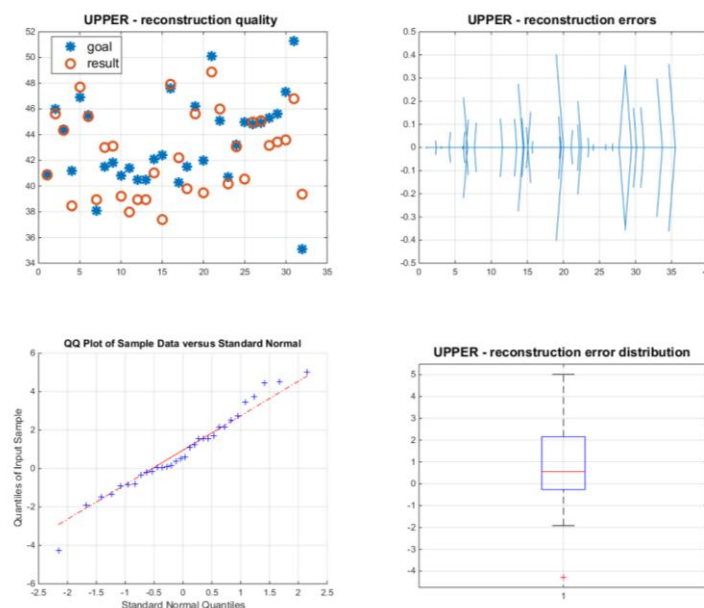
Фигурата съдържа 4 части: горе ляво – качество на реконструкцията. По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата са отчетени стойностите на X_8 . Със сини звездички са дадени стойностите, които трябва да бъдат реконструирани, а с оранжеви кръгчета – прогнозната реконструкция. Горе дясно – грешки при реконструкцията. По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата са отчетени стойностите на грешките. Долу ляво – квантил-квантил на разпределение на квантилите на грешките при реконструкция срещу теоретичните квантили на нормалното разпределение. По абсцисната ос са нанесени теоретичните квантили на нормалното разпределение, а по ординатата – квантилите на грешките при реконструкция. Стойностите за отчетените грешки са отбелязани със син (+), а на нормалното разпределение – с червен пунктир. Долу дясно – разпределение на грешките при реконструкцията – статистически бокс-плот.

Статистическите бокс-плотове се състоят от: синя правоъгълна част, показваща границите на 25-и и 75-и персентил, червена черта,

показваща медианата на данните, и черни мустачки, даващи пълния обхват на данните. Разликата между две медиани е статистически значима с ниво от 5%, ако техните интервали не се припокриват. За крайни точки на интервалите се приемат краищата на прорезите, т.е. синята част на бокс-плотовете. Стойностите на краищата са изчислени съответно като $q_2 \pm 1.57 (q_3 - q_1) / \bar{n}$, където q_2 е медианата (50-ия персентил), q_1 и q_3 са 25-и и 75-и персентил, съответно, и n е броят на наблюденията.

Анализът от фиг. 14 показва следното за долна челюст: **горе ляво** – качество на реконструкцията – демонстрирано е пълно припокриване на търсената и прогнозната стойности. **Горе дясно** – грешките при реконструкцията са от порядък $\pm 6 \times 10^{-2}$, което е напълно в границите на измервателния уред. **Долу ляво** – квантил-квантил – показва, че квантилите на грешките са много близо до тези на нормалното разпределение. **Долу дясно** – разпределение на грешките при реконструкцията – статистическият бокс-плот показва, че грешките са в интервал $-2 \times 10^{-2}, +6 \times 10^{-2}$ при точност на уреда $\pm 2 \times 10^{-2}$.

На фиг. 15 е направен съответен анализ за горна челюст.



Фиг. 15. Анализ на грешката – горна челюст

Фигурата съдържа 4 части: горе ляво – качество на реконструкцията. По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а по ординатата са отчетени стойностите на X_8 . Със сини звездички са дадени стойностите, които трябва да бъдат реконструирани, а с оранжеви кръгчета – прогнозната реконструкция. Горе дясно – грешки при реконструкцията. По абсцисната ос са нанесени номерата на ИС, а

по ординатата са отчетени стойностите грешките. Долу ляво – квантил-квантил на грешките при реконструкция срещу теоретичните квантили на нормалното разпределение. По абсцисната ос са нанесени теоретичните квантили на нормалното разпределение, а по ординатата – квантилите на грешките при реконструкция. Стойностите за отчетените грешки са отбелязани със син (+), а на нормалното разпределение – с червен пунктир. Долу дясно – разпределение на грешките при реконструкцията – статистически бокс-плот.

Анализът на фиг. 15 показва следното за **горна челюст**: **горе ляво** – качество на реконструкцията – по-слабо припокриване между търсената и прогнозната стойности в сравнение с резултатите за долната челюст. **Горе дясно** – грешките при реконструкцията са от порядък $\pm 4 \times 10^{-1}$, което е 5 пъти по-високо от границите на измервателния уред. **Долу ляво** – квантил-квантил – показва, че квантилите на грешките са много близо до тези на нормалното разпределение. **Долу дясно** – разпределение на грешките при реконструкцията – статистическият бокс-плот показва, че грешките са в интервал $-2 \times 10^{-2}, +2 \times 10^{-1}$ при точност на уреда $\pm 2 \times 10^{-2}$.

5. Коментари

Използваният метод е единствената ни възможност съобразно броя на входните параметри. Извършен е пълен регресионен анализ на данните. Първо е тестван *прост линеен регресионен модел*, а след това и съответните *обобщени линейни регресионни модели*, включващи в себе си различни моделни разпределения:

- | | | |
|--------------------|-----------------------|------|
| • binomial | $\log(\mu/(1 - \mu))$ | = Xb |
| • gamma | $1/\mu$ | = Xb |
| • inverse Gaussian | $\mu^{(-2)}$ | = Xb |
| • normal | μ | = Xb |
| • poisson | $\log(\mu)$ | = Xb |

Резултатите за всяко от посочените разпределения съвпадат с тези при нормално разпределение и прилагане на прост линеен регресионен модел, което, от една страна, е очаквано предвид ограничения обем данни.

От друга страна, съпадението на резултатите при предположение за различни разпределения потвърждава представителността на избраните данни.

Резултатът е табулиран в таблици (вж. *Резултати и обсъждане по задача 6 на настоящия научен труд*).

5.1. Каква е задачата?

Да се прогнозира стойността на X_1 както за долна, така и за горна челюст, на база на измерените стойности за X_2 .

5.2. Какво има в черната кутия?

Използван е анализ, в резултат на който е прогнозирана стойността на X_1 . Аналитичният метод е избран така, че да обяснява над 95% от вариацията на входните данни.

5.3. Получаване на резултатите

Използваният метод е описан заедно с резултатите, като в началото обосноваваме идеологията на метода, а обясненията са дадени с помощта на пример, приложен върху данните за долна челюст.

Мотивация. Ограничаваме се единствено с **математическата, аналитичната и статистическа** страна на проблема. Има само един параметър на входа.

Защо намаляваме броя на входните параметри, когато вече имаме резултат с два входни параметъра?

Основанията са следните:

- Защо намаляваме броя на входните параметри от 2 на един?

Двата входни параметъра от предната задача са много силно корелирани помежду си, следователно е разумно да се провери дали не можем да постигнем подобен резултат само с помощта на един от двата параметъра.

- Кой параметър избираме?

Избираме по-големия по стойност параметър – в случая X_2 , по съвсем прагматична причина. При измерването на по-малки разстояния вероятността за грешка е по-висока.

Надяваме ли се все пак да получим по-добър резултат или „подобен“ (означава близък), но по-лош? И ако да, то каква е причината?

- Отговорът се крие в прилаганите методи за анализ на данните. С два параметъра имаме единствен вариант, а именно регресионен анализ, независимо че го реализираме в пълната му гама от вариации. С един параметър можем да приложим метод, който по-добре описва данните, но който не може да бъде приложен за повече от един входен параметър.

Какви са опциите при наличие на единствен входен параметър (предиктор)?

Резултатите, подредени по нарастващата стойност на предиктора, ни дават ориентация за тенденцията в промените на данните. За да може да се сравняват различните тенденции, се налага получените резултати

да бъдат интерполирани с непрекъснати функции, т.е. налага се решаването на интерполационна задача. За интерполация на данните съществуват три генерални подхода:

- класическа интерполация с полиноми (метод на Нютон–Лагранж);
- апроксимация с метода на най-малките квадрати (метод на Нютон);
- сплайн апроксимация.

Класическата интерполационна задача за приближаване на функция по зададени нейни N стойности в N точки се състои в намиране на полином от степен $N-1$, приемащ същите стойности в разглежданите точки. След внимателен анализ на възможностите методът **класическа интерполация с полиноми** е отхвърлен, тъй като по-големият брой интерполационни точки изисква по-висока степен на интерполиращия полином, с което точността на метода в интервалите между интерполационните възли драматично спада.

За да се избегне загубата на точност, обикновено се прилага апроксимация по **метода на най-малките квадрати**, който разполага с висока точност и показва общата тенденция в динамиката на изследваните процеси, като степента и типът на интерполиращата функция са предварително фиксирани. За съжаление този метод не е подходящ за настоящото изследване. Причината е, че методът на **най-малките квадрати** е ефективен само тогава, когато предварително е известен типът на функцията, обект на изследването, което в настоящия случай не е изпълнено.

Допълнителна мотивация за избор на апроксимация с **кубични сплайн функции** е фактът, че те се променят плавно между интерполационните възли, без загуба на точност, като същевременно осигуряват гладкост на резултата до втори ред включително.

В настоящото изследване използваме апроксимация с **кубични сплайн функции**, но не директно, а в контекста на трансформацията на *Hilbert–Huang*. *Началната ни хипотеза е, че първата Хуангова компонента, извлечена от данните, представлява приближение за търсената величина.*

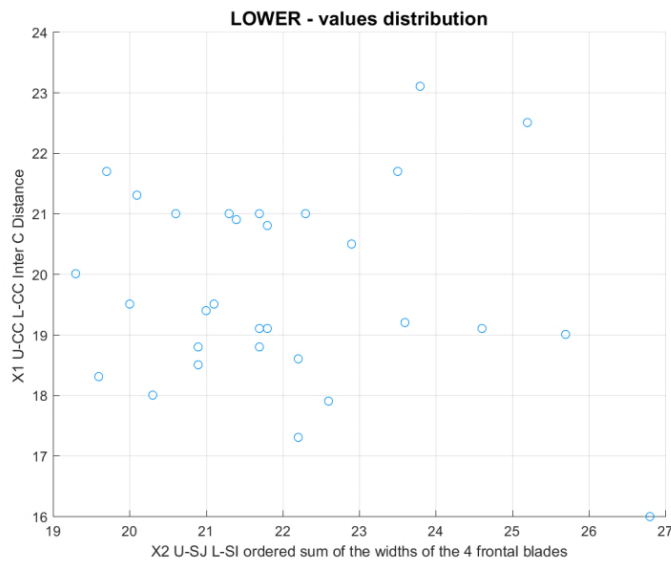
Илюстрираме метода (математически) по следния начин:

- Имаме данни, по които трябва да направим прогноза.
- Вместо да опитваме прогнозиране с различни функции и да сравняваме резултатите, ние използваме нова стратегия:

○ Най-напред правим анализ на най-добрата за данните апроксимация и след това я реализираме.

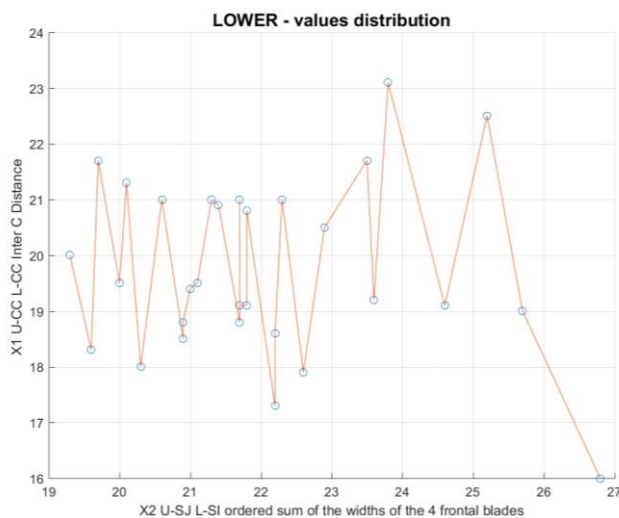
○ Демонстрираме действието на метода върху пример с разглежданите данни (долна челюст).

Подреждаме данните във вид на функция по нарастващи стойности на входния параметър (предиктора) X_2 (в случая отговаря на променливата във функцията), а съответните функционални стойности са стойностите на параметъра X_1 , т.е. величината, която прогнозираме (фиг. 16) (вж. *Резултати и обсъждане, по задачи 5 и 6 на настоящия научен труд.*



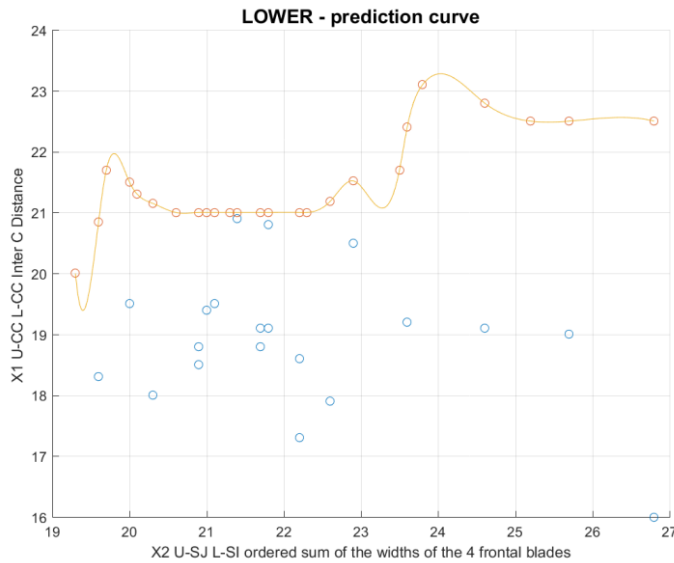
Фиг. 16.
Стойност на променлива функция X_2 за всяко едно от ИС

Правим първо приближение към истинска непрекъсната функция – предиктор, като просто съединяваме последователно получените точки с отсечки (фиг. 17).



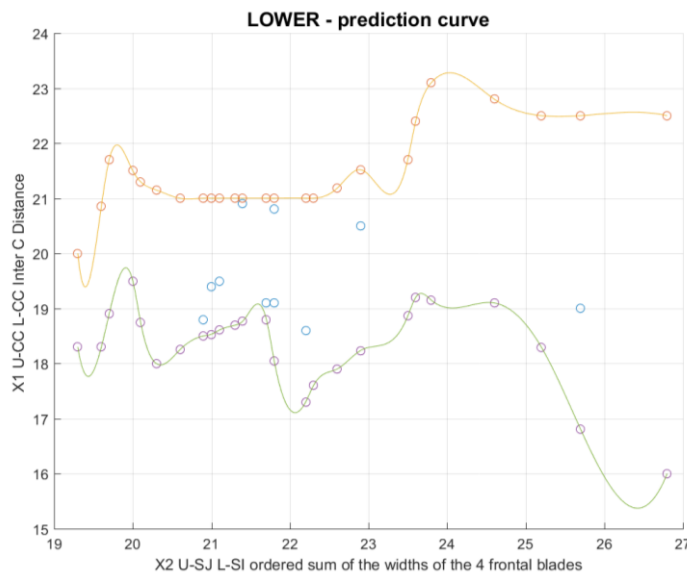
Фиг. 17.
Последователно съединяване на стойностите на X_2

Следваща стъпка – анализ на структурата на данните – за целта избираме всички точки на локален максимум и построяваме интерполираща функция с помощта на кубични сплайни (фиг. 18).



Фиг. 18.
Свързване на всички точки с локален максимум и построяване на интерполираща функция с помощта на кубични сплайни

Както се вижда, получаваме нещо като *обвивка* на данните от горната страна. Не ни остава нищо друго освен да повторим процедурата върху локалните минимуми на функцията (фиг. 19).

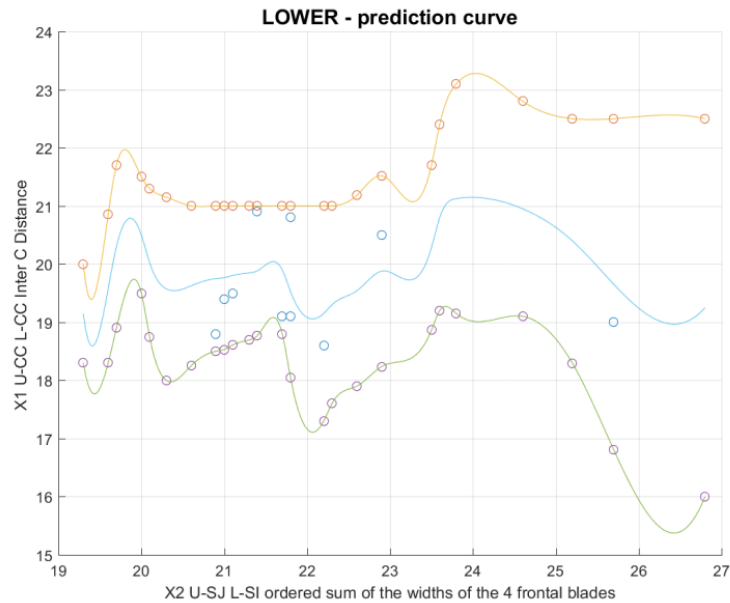


Фиг. 19. Свързване на всички точки с локален минимум и построяване на интерполираща функция с помощта на кубични сплайни

Сега вече самите данни ни подсказват какъв трябва да бъде характерът на прогнозиращата функция и в какви граници трябва да се движат нейните стойности.

Най-логичното действие е да усредним получените 2 криви и да обявим резултата за търсения предиктор. Синята крива обявяваме за

предиктор⁹ и изследваме грешката при нейното използване вместо измерените реални стойности (фиг. 20).



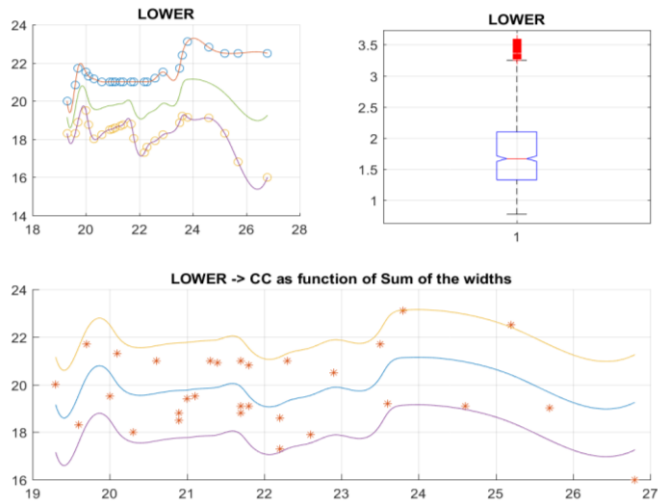
Фиг. 20. Усредняване на двете криви – локален максимум и минимум

Малко анализ на получения предиктор. От графиката се вижда, че функцията има пик около 24 mm за X_2 , което само по себе си е интересен факт, който означава, че стойностите на X_1 не растат монотонно с нарастването на X_2 , а имат свой локален максимум вътре в разглеждания интервал. Посоченият факт може да се обясни с промяната в геометрията на челюстта при посочените стойности на X_2 , след което процесът се стабилизира при променената вече геометрия. Друг интересен факт е, че с нарастването на X_2 двете граници (горна и долна) се раздалечават, което може да бъде тълкувано само по един начин. При много високи стойности на X_2 съществуват доста по-широк интервал от възможности за вариране на X_1 , което е обусловено от самата челюст.

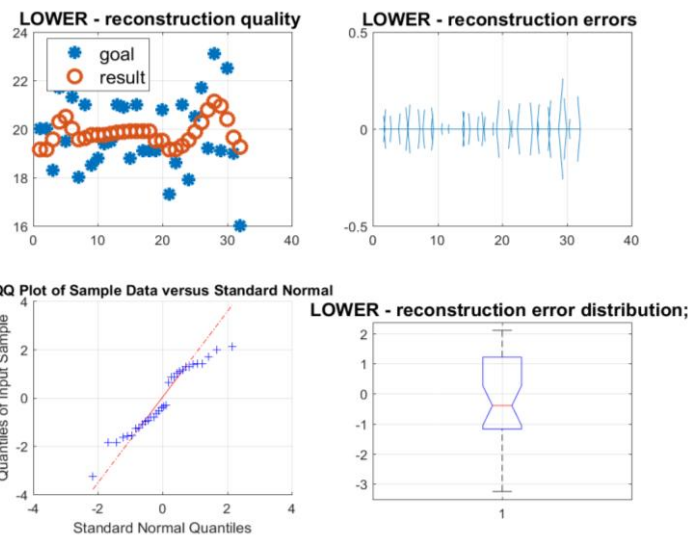
Какви са резултатите?

Описаният метод е приложен по отношение на данните. Резултатите от решаването на задачата за горна и долна челюсти са показани на фигури 21, 22, 23, 24 (две за долна и две за горна челюст):

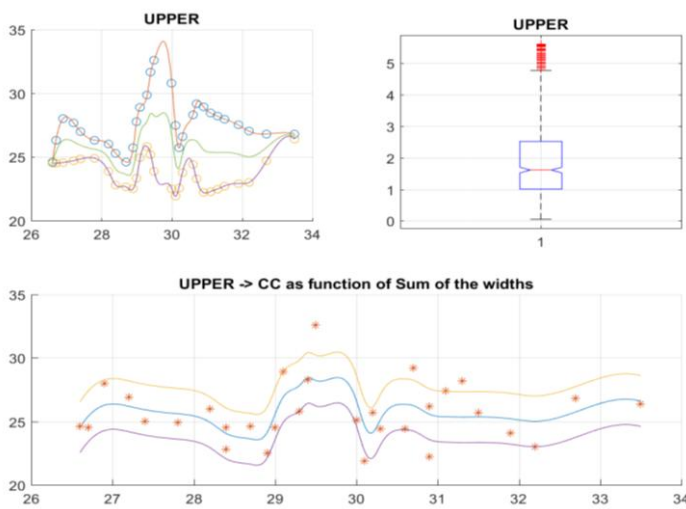
⁹ Разликата между данните и резултата, получен по описания метод, се нарича *първа компонента* на Хуанг за функцията. Следователно вариацията на първата компонента на Хуанг представя грешката, която допускаме, ползвайки построения предиктор.



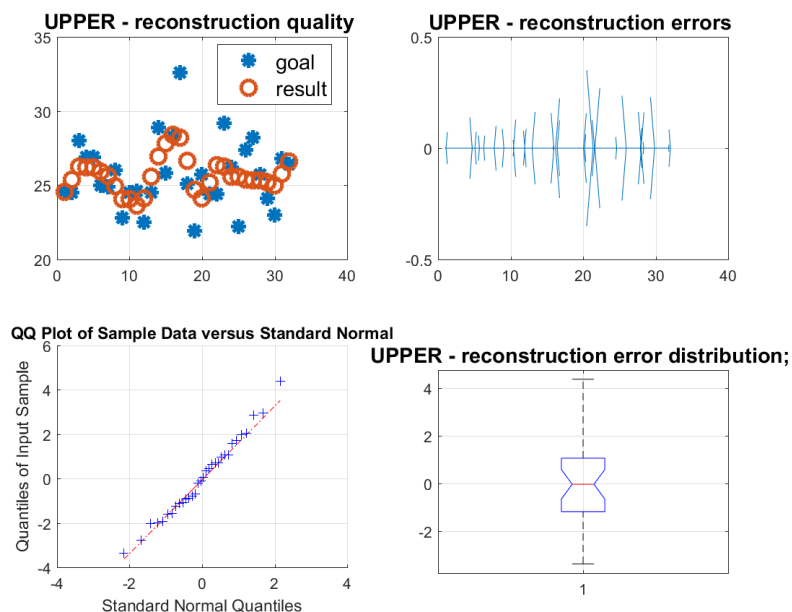
Фиг. 21.
*СС на долна ЗД
 като функция
 на S_i*



Фиг. 22.
*Реконструиране
 на грешката в
 долна ЗД*



Фиг. 23.
*СС на горна ЗД
 като функция
 от ширините
 на S_i*



Фиг. 24. Реконструиране на грешката в долна ЗД

6. Обсъждане на резултатите

Предположението, че методът на измерване с два параметъра би могъл да даде по-достоверни резултати от този с един параметър, трябва да се провери на практика с множество данни.

Методът с един предиктор е реално описан, защото е възможно да се използва трансформацията на Хилберт–Хуанг, която представлява математически апарат, открит (формулиран и признат) след 2000-та година. От друга страна, резултатите на втория метод поне статистически гарантират точност от ± 2 mm с ниво на доверие от 95%.

Естествен е въпросът: **защо след като е използван един предиктор се доказва хипотезата с два параметъра.**

Изкушението от изследователска гледна точка е да бъде проверено има ли математически начин да се сравни достоверността на данните с един и с два предиктора. Като втори параметър освен сумата на инцизивите в горната и долната челюст (SI и Si) са добавени и стойностите на дебелината на режещия ръб в двете челюсти (ДРР). Изведени са два типа таблици – единият е само на средните стойности (вж. табл. 63 в *Резултати и обсъждане по задачи 5 и 6 на настоящия научен труд*), а вторият – с минимална и максимална стойност на допустимото СС и разпределени през 0.05 mm от ДРР (вж. табл. 64, 65, 66, 67, 68, 69 в *Резултати и обсъждане, по задачи 5 и 6 на настоящия научен труд*).

В настоящото проучване са предложени и двете възможности, защото са с приложена коренно различна методология и защото убеждението е, че не трябва да се противопоставят, а след анализ и оценка на техния принос, да се комбинират, използвайки индивидуалните им предимства.

Кратки биографични данни



Родена на 30 май 1960 г. в гр. София.

– 1983 г. – висше образование по стоматология – СФ, МУ – София.

– 1984–1989 г. – н.с. в НОМС – МУ, СФ – София.

– 1989 и понастоящем – Катедра по ортодонтия при ФДМ – София.

– 1990 г. – специалност по социална медицина и организация на здравеопазването

– 1992 г. – специалност по ортодонтия

– 2003 г. – специалност по обща стоматология

– 2003 г. – придобиване на ОНС „доктор”.

– 2005 г. – доцент в Катедрата по ортодонтия при ФДМ – София.

– 2016 г. – професор в същата катедра.

– от 2013 г. и понастоящем – ръководител на Катедрата по ортодонтия.

Член на БЗС, БНДМ, БОО, APELLA, EOS, WFO, BOAS, SIDO. Председател на БОО. Главен редактор на сп. „Ортодонтски преглед“ и член на редакционната колегия на „Зъболекарски преглед“, „Мединформ“ и на „Dental magazin“.

Национален консултант по ортодонтия от 2013 г.