

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИКО-  
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.И. ЕВДОКИМОВА»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*На правах рукописи*

**ЛЯН ДМИТРИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ**

**ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ  
СО СКЕЛЕТНЫМИ ФОРМАМИ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ И  
СИНДРОМОМ ГИПЕРТОНУСА ЖЕВАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ**

14.01.14 – стоматология (медицинские науки)

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор  
**Дробышев Алексей Юрьевич**

Москва - 2021

## Оглавление

<b>Список принятых сокращений</b> .....	<b>6</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>7</b>
<b>ГЛАВА 1</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1 Особенности анатомии мышц челюстно-лицевой области</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2 Координация движений нижней челюсти</b> .....	<b>16</b>
1.2.1 Жевательная мышца.....	16
1.2.2 Височная мышца.....	17
1.2.3 Латеральная крыловидная мышца.....	18
1.2.4 Медиальная крыловидная мышца.....	19
<b>1.3 Иннервация жевательной мускулатуры</b> .....	<b>20</b>
1.3.1 Иннервация жевательной мышцы.....	20
1.3.2 Иннервация височной мышцы.....	21
1.3.3 Иннервация латеральной крыловидной мышцы.....	21
1.3.4 Иннервация медиальной крыловидной мышцы.....	22
<b>1.4 Кровоснабжение жевательной мускулатуры</b> .....	<b>23</b>
1.4.1 Кровоснабжение жевательной мышцы.....	23
1.4.2 Кровоснабжение височной и латеральной крыловидной мышц.....	24
1.4.3 Кровоснабжение медиальной крыловидной мышц.....	24
<b>1.5 Физиологические аспекты акта жевания. Состояние жевательной мускулатуры</b> .....	<b>26</b>
<b>1.6 Методы оценки состояния и функции жевательной мускулатуры</b> .....	<b>29</b>
1.6.1 Пальпация жевательной мускулатуры.....	29
1.6.2 Дополнительные методы исследования жевательной мускулатуры. Ультразвуковое исследование.....	29
1.6.3 Дополнительные методы исследования жевательной мускулатуры. Магнитно-резонансная томография.....	30
1.6.4 Дополнительные методы исследования жевательной мускулатуры. Кинезиография.....	31
1.6.5 Дополнительные методы исследования жевательной мускулатуры. Электромиография.....	32

<b>1.7</b>	<b>Состояние жевательной мускулатуры у пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий. ....</b>	<b>33</b>
<b>1.8</b>	<b>Взаимосвязь жевательных мышц с дисфункциональными состояниями височно-нижнечелюстного сустава. ....</b>	<b>36</b>
<b>1.9</b>	<b>Методы лечения гипертонуса жевательной мускулатуры. ....</b>	<b>39</b>
<b>1.9.1</b>	<b>Фармакотерапия миофасциального болевого синдрома лица.</b>	<b>39</b>
1.9.1.1	Нестероидные противовоспалительные препараты для лечения миофасциального болевого синдрома лица. ....	39
1.9.1.2	Мышечные релаксанты в лечении гипертонуса жевательной мускулатуры. ....	40
1.9.1.3	Бензодиазепины в качестве миорелаксантов при лечении гипертонуса жевательной мускулатуры. ....	40
1.9.1.4.	Селективные ингибиторы обратного захвата серотонина и норэпинефрина. Трициклические антидепрессанты для лечения миофасциального болевого синдрома лица. ....	41
<b>1.10</b>	<b>Нефармакологические методы снижения тонуса жевательной мускулатуры. ....</b>	<b>42</b>
1.10.1	Лечебная физкультура для лечения миофасциального болевого синдрома лица. ....	42
1.10.2	Модификация позуры и эргономики для профилактики дистонии мышц челюстно-лицевой области. ....	42
1.10.3	Чрескожная электро-нейростимуляция в лечении гипертонуса жевательной мускулатуры. ....	43
<b>1.10.4</b>	<b>Ботулинический токсин типа А в лечении гипертонуса жевательной мускулатуры. ....</b>	<b>45</b>
<b>ГЛАВА 2. ....</b>		<b>48</b>
<b>Материалы и методы исследования пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры. ....</b>		<b>48</b>
<b>2.1.</b>	<b>Методы клинического обследования пациентов с аномалиями прикуса, направленные на выявление синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры. ....</b>	<b>51</b>

<b>2.2. Лучевые методы обследования пациентов с аномалиями прикуса.</b>	<b>61</b>
2.2.1. Компьютерная томография .....	61
2.2.2 Метод магнитно-резонансной томографии. ....	62
<b>2.3. Методика электромиографического обследования пациентов для диагностики парафункции жевательной мускулатуры. ....</b>	<b>64</b>
<b>2.4. Методы лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры. ....</b>	<b>73</b>
2.4.1. Применение окклюзионно-стабилизирующего аппарата для стабилизации конструктивного прикуса в позиции центрального соотношения челюстей и коррекции тонуса жевательной мускулатуры. ..	73
2.4.2 Применение ботулинического токсина типа А у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры для коррекции тонуса жевательных мышц.....	75
2.4.3 Методы лечения пациентов с заболеваниями ВНЧС.....	79
<b>2.5. Методы статистической обработки полученных результатов.....</b>	<b>80</b>
 <i>ГЛАВА 3. Результаты обследования пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий, направленного на выявление синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры. ....</i>	
<b>3.1. Долевой состав пациентов групп исследования.....</b>	<b>88</b>
<b>3.2. Результаты клинического обследования пациентов.....</b>	<b>90</b>
<b>3.3. Результаты лучевых методов обследования пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры.....</b>	<b>93</b>
3.3.1. Результаты магнитно-резонансной томографии ВНЧС и жевательной мускулатуры.....	93
<i>Результаты статистического анализа.....</i>	<i>94</i>
<b>3.4. Результаты функциональных методов исследования. ....</b>	<b>94</b>
3.4.1. Результаты поверхностной электромиографии жевательной мускулатуры в контрольной группе. ....	94
1.4.2. Анализ зависимости биоэлектрической активности жевательных мышц от типа прикуса в исследуемых группах. ....	97

<i>ГЛАВА 4. Результаты применения БТА для лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры. ....</i>	<i>101</i>
<b>4.1. Определение динамики действия и эффективности ботулинического токсина типа А в группах исследования. ....</b>	<b>101</b>
<b>4.2. Анализ эффективности окклюзионно-стабилизирующего аппарата в позиции центрального соотношения челюстей на этапах до инъекции препарата БТА в жевательные мышцы, через 2 недели и 4 недели. .</b>	<b>108</b>
<i>КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР.....</i>	<i>123</i>
<i>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</i>	<i>138</i>
<i>ВЫВОДЫ .....</i>	<i>151</i>
<i>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....</i>	<i>153</i>
<i>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</i>	<i>155</i>

## Список принятых сокращений

- БТА – ботулинический токсин типа А
- ВАШ – визуальная аналоговая шкала
- ВИ – взвешенные изображения
- ВНЧС – височно-нижнечелюстной сустав
- ЖМ – жевательная мускулатура
- ЗЧС – зубочелюстная система
- КВЖС – коэффициент височно-жевательного соотношения
- КСВМ – коэффициент симметрии височных мышц
- КСЖМ – коэффициент симметрии жевательных мышц
- КТ – компьютерная томография
- ЛКМ – латеральная крыловидная мышца
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- МФБС – миофасциальный болевой синдром
- НПВП – нестероидные противовоспалительные препараты
- ОСА – окклюзионно-стабилизирующий аппарат
- пЭМГ – поверхностная электромиография
- СИОЗС – селективные ингибиторы обратного захвата серотонина
- СКС – суммарный коэффициент симметрии
- ТТ – триггерные точки
- УЗИ – ультразвуковое исследование
- ЧЛО – челюстно-лицевая область
- ЧЭНС – чрескожная электронейростимуляция
- ЭМГ – электромиография

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность проблемы

По данным ряда авторов зубочелюстные аномалии являются одной из самых распространенных проблем челюстно-лицевой области [6, 9]. У пациентов с врожденными аномалиями развития челюстно-лицевой области наблюдается изменение топографического взаимоотношения различных анатомических структур с нарушением их нормального анатомического строения [4]. Кроме того, количество взрослых пациентов с врожденными аномалиями развития зубочелюстной системы, обращающихся за хирургическим лечением, постоянно растет [19]. По данным W.R. Proffit [155] около 85% взрослого населения имеют абсолютные показания к хирургическому лечению аномалий прикуса.

Алгоритм лечения пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий описан многими авторами [4, 6, 9, 19, 161]. Значительно меньше изучены функциональные нарушения челюстно-лицевой области [13]. К функциональным нарушениям относится дискоординация биоэлектрической активности жевательных мышц [16]. По данным ряда авторов, в развитии и формировании врожденных и приобретенных деформаций челюстей важную роль играет тонус жевательных и мимических мышц челюстно-лицевой области [3, 5, 16, 17].

В последние годы возможности диагностики и оценки состояния жевательной мускулатуры у пациентов с аномалиями развития челюстно-лицевой области значительно возросли благодаря использованию современных инструментально-технических методов. Так определить изменения в функциональном состоянии мышц челюстно-лицевой области позволяет электромиография - один из ведущих методов диагностики в современной стоматологической практике [28]. Регистрируемая биоэлектрическая активность мышц косвенно свидетельствует о механической активности мышц [8]. Кроме того, появились

электромиографы нового поколения, базирующиеся на достижениях радиоэлектроники, оснащенные автоматизированной системой измерения и обработки информации, использующие современные программные средства.

В настоящее время, для активного целенаправленного воздействия на мышечный аппарат челюстно-лицевой области, получения стабильного результата предложены такие методы, как ЧЭНС, фармакотерапия, инъекционные методики.

Однако, данные об оптимальных способах коррекции биоэлектрических потенциалов жевательных мышц, их объеме и последовательности выполнения на разных этапах лечения пациентов с гнатическими формами аномалий зубочелюстной системы в литературе освещены недостаточно.

Ортогнатическая хирургия обычно используется для коррекции серьезных челюстно-лицевых деформаций, включая врожденные и приобретенные аномалии развития челюстей, с предсказуемыми результатами. В некоторых случаях эти деформации могут быть скорректированы с помощью раннего лечения, чтобы изменить механизм роста, но в других случаях, когда это невозможно, лечение подразумевает ортогнатическую хирургию и является наилучшим подходом к коррекции тяжелой скелетной деформации и нарушений прикуса. При этом скелетные, окклюзионные и эстетические результаты достаточно предсказуемы, однако, краткосрочные и долгосрочные эффекты функционального характера, а именно, воздействие на жевательную мускулатуру, все еще недостаточно изучены [76].

Кроме того, по данным Maja Marewski, Carola Petto, Matthias Schneider, Winfried Harzer [127] в 20-30% случаев у взрослых пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий после проведения ортогнатической хирургии наблюдался рецидив. Eggensberger [66] отметил рецидив у пациентов со II скелетным классом после ортогнатической

хирургии в 50% случаев через 12 лет. A Seden Akan Ilken Kocadereli, and Gokhan Tuncbilek [177] отмечают, что по данным различных исследований частота рецидивов у пациентов с III скелетным классом варьирует от 1.0 до 91.3% и связывают эти данные с активностью жевательной мускулатуры.

Таким образом, можно предположить, что причинами рецидивов после проведенных ортогнатических хирургических вмешательств могут быть неправильная окклюзия или отсутствующая адаптация жевательных мышц [89, 155]. Ведь известно, что хирургическое лечение пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий приводит к растягиванию или сокращению жевательных мышц [88], но измененная длина тела нижней челюсти требует адаптации жевательных мышц из-за изменения отношения силы к моменту вращения [80].

Abrahamsson [28] утверждает, что пациенты после ортогнатических операций часто страдают от нарушений функции жевания, височно-нижнечелюстного сустава, миофасциальных болей, что подтверждают исследования Mladenović I, Jović N, Ćutović T, Mladenović G, Kozomara R. [138], согласно которым, распространенность дисфункций ВНЧС после завершения ортодонтического лечения составляет 52.5%. А, согласно T. Kubota, T. Yagi, H. Tomonari, T. Ikemori & S. Miyawaki [107], результат ортогнатической хирургии напрямую зависит от функционального состояния височно-нижнечелюстного сустава, состояния и координации деятельности жевательной мускулатуры.

Larry M. Wolford, DMD, Daniel B. Rodrigues, DDS, and Evelin Limoeiro, DDS [109] также отмечают, что к факторам, которые обычно приводят к осложнениям хирургического лечения относятся дисфункция ВНЧС, бруксизм, оромандибулярная дистония, гипертонус мышц челюстно-лицевой области. Однако, контроль состояния жевательной мускулатуры представляет значительные затруднения в клинической практике.

Кроме того, Larry M. Wolford, DMD, Daniel B. Rodrigues, DDS, and Evelin Limoeiro, DDS [109] отмечают, что существующие методики консервативной терапии (окклюзионно-стабилизирующие аппараты, накусочные пластинки, ночные капы, фармакотерапия) не обеспечивают стабильного и прогнозируемого результата

По мнению ряда авторов [13, 14, 15] к традиционным методам лечения локального мышечного гипертонуса относится системная фармакотерапия (миорелаксанты), локальные нелекарственные и инъекционные методы, хирургические методы (нейромодуляция, денервация). Однако методы системной миорелаксации не имеют избирательности воздействия на локальный гипертонус мышц и обладают значительными системными побочными эффектами. Методы локального воздействия (например, введение местных анестетиков, «сухая пункция», постизометрическая релаксация) оказывают нестойкий и непродолжительный эффект, а хирургическая денервация мышц главным недостатком имеет необратимость воздействия и нарушение функции.

Единственным методом патогенетического, дозированного, длительного, безопасного воздействия на мышечные волокна и мышечные веретена является локальное введение ботулинического токсина типа А в гипертонизированные мышцы.

Однако, алгоритм применения БТА в челюстно-лицевой хирургии, его дозировки, точки проведения инъекций, а также контроль за состоянием жевательной мускулатуры на разных этапах лечения пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий в современной литературе освещены недостаточно. Методика применения БТА в составе алгоритма комплексного плана лечения таких пациентов не классифицирована, что и послужило стимулом к написанию данной работы.

## **Цель настоящего исследования**

Повышение эффективности лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры.

### **Задачи исследования**

1. Определить дифференциально-диагностические признаки синдрома гипертонуса и гипертрофии жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий.
2. Предложить метод объективной оценки состояния жевательной мускулатуры и степени выраженности дискоординации и биоэлектрической активности мышц у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры.
3. Определить взаимосвязь между скелетными формами зубочелюстных аномалий и гипертонусом жевательной мускулатуры.
4. Разработать алгоритм диагностики состояния жевательной мускулатуры у пациентов с синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры и скелетными формами зубочелюстных аномалий.
5. Разработать метод лечения пациентов с синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры и скелетными формами зубочелюстных аномалий, оценить эффективность применения ботулинического токсина типа А.

### **Новизна исследования**

1. Проведена оценка биоэлектрической активности мышц ЧЛЮ у пациентов с различными скелетными формами зубочелюстных аномалий.
2. Усовершенствован алгоритм диагностики и обследования пациентов с I, II и III скелетным классом развития зубочелюстной системы.
3. Разработан малоинвазивный хирургический алгоритм применения ботулинического токсина типа А для коррекции биоэлектрической активности жевательных мышц ЧЛЮ на разных этапах диагностики и лечения пациентов с гипертонусом жевательной мускулатуры и гнатическими формами зубочелюстных аномалий.

### **Практическая значимость исследования**

Знание различных методик диагностики и лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры помогает улучшить качество медицинской помощи. Использование современных методов диагностики позволяет уточнить и дополнить критерии оценки патологических состояний жевательной мускулатуры, усовершенствовать алгоритм обследования пациентов с синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры.

Полученные результаты позволили обосновать и усовершенствовать тактику лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры. Работа выполнена на Кафедре челюстно-лицевой и пластической хирургии МГМСУ, заведующий кафедрой заслуженный врач РФ, д.м.н., профессор А.Ю. Дробышев.

## **Основные положения, выносимые на защиту**

1. При оценке биоэлектрической активности и степени дискоординации жевательной мускулатуры необходимо использовать комплексный подход, включающий в себя методы клинического обследования, лучевой диагностики, магнитно-резонансной томографии, поверхностную электромиографию жевательной мускулатуры.

2. Применение ботулинического токсина типа А в комплексном алгоритме лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры способствует созданию «терапевтического окна» для проведения этапа комплексной реабилитации пациентов данной группы.

3. Результаты комплексной оценки применения ботулинического токсина типа А и окклюзионно-стабилизирующего аппарата у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры показали, что наиболее равномерное распределение биоэлектрических потенциалов достигается при совместном применении ботулинического токсина типа А и окклюзионно-стабилизирующего аппарата.

## ГЛАВА 1.

### Обзор литературы.

#### 1.1 Особенности анатомии мышц челюстно-лицевой области.

Известно, что область лица и полости рта состоит из органов и тканей, анатомические, топографические и функциональные особенности которых тесно взаимосвязаны и взаимозависимы. Большая доля этой анатомической области приходится на жевательный аппарат, который представляет собой начальный отдел пищеварительного тракта. Остальная часть ЧЛО представлена органами речи, чувств, верхних дыхательных путей [21].

Несмотря на сравнительно небольшой объем челюстно-лицевой области, наличие столь важных и в то же время таких функционально разнообразных органов составляет ее существенную особенность. Важно учитывать сложное строение лицевого скелета и связочного аппарата. Анатомическое, топографическое и функциональное разнообразие мышц ЧЛО, покровных тканей, обильно развитые иннервация, кровоснабжение и пути лимфооттока органов и тканей — все это позволяет отнести челюстно-лицевую область к одной из наиболее сложных и требующих от врача-стоматолога ее глубокого познания.

С развитием костных структур ЧЛО происходит развитие и рост жевательных и мимических мышц. Все мышцы ЧЛО развиваются в процессе роста и функционирования организма. Этот факт обуславливает объем мышц и дифференциацию их пучков.

В процессе развития, мышцы оказывают воздействие на лицевой скелет и окружающие ткани, что, несомненно, определяет внешний вид лица. Согласно данным исследований, взаимодействуя друг с другом (скелет и мускулатура), органы челюстно-лицевой области приобретают определенную функциональную направленность [11].

Все мышцы скелета состоят из пучков поперечнополосатых мышечных волокон, каждое волокно окружено тонкой соединительнотканной

оболочкой – эндомизиумом. Между пучками волокон мышцы находятся прослойки соединительной ткани, образующие оболочки этих пучков - внутренний перимизиум. В свою очередь сама мышца покрыта наружным перимизиумом, или эпимизиумом, который покрывает сухожилие и называется перитендиумом. Мышечные пучки образуют брюшко мышцы, которое переходит в сухожилие. При помощи мышечных пучков или проксимального сухожилия (головка мышцы), мышца берет начало на кости. Дистальным концом мышцы или ее дистальным сухожилием («хвост») мышца прикрепляется к другой кости.

Кровоснабжение и иннервация мышцы происходит с ее внутренней стороны. Артерии разветвляются до капилляров, которые, в свою очередь, в пучках мышечных волокон образуют густую сеть. Каждое мышечное волокно имеет, по крайней мере, один кровеносный капилляр. Из капилляров формируется венозная сеть кровеносного русла.

Кроме того, между пучками мышечных волокон проходят лимфатические капилляры — начало лимфатического русла мышцы. Так же, на мышечных волокнах имеются нервные бляшки, которыми заканчиваются нервные волокна, несущие двигательные импульсы к мышце. В самих мышцах и сухожилиях располагаются чувствительные нервные окончания, а также кровеносные сосуды.

Впервые мышечное волокно описал Анджело Руффини в 1898 году [152].

Выделяют четыре основные жевательные мышцы, которые связаны между собой генетически (происходят мандибулярной жаберной дуги), морфологически (все прикрепляются к нижней челюсти) и функционально (совершают жевательные движения нижней челюсти).

В результате исследований различных авторов [11, 21, 28, 152], стоматологи имеют исчерпывающие данные о строении и функциональном состоянии жевательной мускулатуры

## 1.2 Координация движений нижней челюсти.

### 1.2.1 Жевательная мышца

Хорошо известно, что жевательная мышца играет ключевую функциональную и структурную роль в зубочелюстной системе. Активность жевательной мышцы связана с жеванием и глотанием, а нарушение ее работы может быть связано дисфункциональными состояниями ВНЧС. ЖМ имеет моторные единицы, заключенные во внутренние апоневрозы, и является функционально гетерогенной. Это означает, что при функционировании челюсти моторные единицы мышцы могут быть активированы дифференцированно, то есть некоторые части ЖМ более активны, чем другие. Кроме того, при длительном сокращении зона с наибольшей ЭМГ-амплитудой, соответствующая области наибольшей плотности мышцы, может постепенно перемещаться в сагиттальном направлении по всей ее длине [39, 40, 132, 133, 134, 172, 189].

Согласно исследованиям, ЖМ является самой большой мышцей, поднимающей нижнюю челюсть и основным фактором силы при сжатии челюстей, а ее размер тесно связан с силой сжатия [54, 82, 90, 125, 130, 157, 169].

По некоторым данным [99], жевательное давление при одинаковом усилии мышц, поднимающих нижнюю челюсть, является различным в жевательной и фронтальной группах зубов. Такое различие можно объяснить тем, что нижняя челюсть является рычагом второго рода с центром вращения в височно-нижнечелюстном суставе. Жевательное давление – это сила, развиваемая жевательными мышцами при откусывании и пережевывании пищи. Согласно исследованиям, в области интактных резцов жевательное давление у женщин составляет 20-30кг, у мужчин – 25-40кг; на молярах: 40-60кг и 50-80кг соответственно [26]. Кроме того, выделяют такое понятие как абсолютная сила жевательных

мышц. Абсолютная сила жевательных мышц – это напряжение, которое мышцы развивают при максимальном сокращении.

Ее величина определяется путем умножения площади физиологического поперечного сечения мышцы на ее удельную силу. Площадь поперечного сечения височной мышцы составляет  $8 \text{ см}^2$ , жевательной –  $7,5 \text{ см}^2$ , сумма поперечных сечений всех других жевательных мышц – около  $19 \text{ см}^2$ . Определив, что удельная сила мышцы составляет  $10 \text{ кг/см}^2$ , Вебер рассчитал, что общая сила мышц, которые поднимают нижнюю челюсть на одной стороне составляет  $195 \text{ кг}$ , для всех мышц –  $390 \text{ кг}$ . Наибольшее усилие развивает собственно жевательная мышца. Это можно объяснить ее более вертикальным расположением. Однако, по мнению других исследователей, коэффициент удельной силы мышц равен  $2-2,5 \text{ кг/см}^2$ . Исходя из этого, абсолютная сила жевательных мышц равна  $80-100 \text{ кг}$  [18].

### **1.2.2 Височная мышца**

Впервые височная мышца была описана как веерообразная структура, характеризующаяся глубоким и поверхностным брюшками, прикрепленными к промежуточному сухожилию [92].

Согласно последним исследованиям, считается, что височная мышца состоит из основной части и трех пучков (переднемедиального, переднелатерального и среднего латерального); основная часть делится на передний, средний и задний пучки [150]

Считается, что височная мышца поднимает нижнюю челюсть, действует преимущественно на передние зубы («кусающая мышца»). Задние пучки мышцы тянут выдвинутую вперед нижнюю челюсть кзади [24, 27, 92].

### 1.2.3 Латеральная крыловидная мышца.

Бесспорно, ЛКМ играет важную роль в движении нижней челюсти [142]. Считается, что ЛКМ вплетается как в мышечковый отросток, так и внутрисуставной диск и состоит из двух пучков: верхнего и нижнего [67, 78, 84].

В 1961 году Kamiyama T. [97] сообщил о взаимной активности верхнего и нижнего брюшек латеральной крыловидной мышцы. Он обнаружил, что верхнее брюшко было активно во время закрывания рта, ретрузионного движения нижней челюсти и бокового движения нижней челюсти в ипсилатеральную сторону, в то время как нижнее брюшко было активно во время открывания рта, протрузионного движения нижней челюсти и бокового движения нижней челюсти в контрлатеральную сторону. Макнамара [135] в 1973 году так же продемонстрировал на обезьянах, что нижнее брюшко латеральной крыловидной мышцы действует синергично с надподязычными мышцами при открывании рта, в то время как верхнее брюшко активно при закрывании рта.

Липке и др. в 1977 году [114] сообщили, что электромиографические исследования на 10 пациентах выявили независимую активность двух брюшек латеральной крыловидной мышцы. Тем не менее, последние исследования Lehr и Owens [112] показывают, что реципрокные функции верхнего и нижнего брюшек латеральной крыловидной мышцы не могут быть подтверждены электромиографически.

Однако, в своем исследовании Mahan и др. [122] в 1983 показали результаты противоположные данным Lehr, Owens и Auf der Mau, заключив, что длина игольчатых электродов была недостаточна. Кроме того, было отмечено, что при экстраоральном доступе вероятность попадания в верхний пучок латеральной крыловидной мышцы больше.

Согласно отечественным источникам [23, 24] латеральная крыловидная мышца при двустороннем сокращении выдвигает нижнюю челюсть вперед,

тянет вперед суставную капсулу и внутрисуставной диск височно-нижнечелюстного сустава. При одностороннем сокращении смещает нижнюю челюсть в противоположную сторону.

#### **1.2.4 Медиальная крыловидная мышца.**

Активность поверхностных мышц нижней челюсти человека была достаточно хорошо описана за последние 60 лет. В частности, есть много работ, в которых описана активность жевательных мышц, височных и латеральных крыловидных мышц в норме и при болевых синдромах [53, 136, 139, 141, 143, 185]. Напротив, имеется гораздо меньше информации о нормальной функции медиальной крыловидной мышцы, несмотря на то что она является достаточно большой мышцей нижней челюсти.

В более ранних исследованиях сообщалось об активности медиальной крыловидной мышцы при сжатии и завершающей фазе жевания, а также при горизонтальных движениях нижней челюсти, а именно: протрузионных, контралатеральных и ипсилатеральных движениях [53, 173, 194]. Предположение, что медиальная крыловидная мышца участвует в генерации движений закрывания рта носит интуитивный характер, учитывая макроскопическую анатомию мышц, однако, ее роль в генерации горизонтальных движений нижней челюсти еще менее ясна, принимая во внимание, что латеральная крыловидная мышца лучше всего подходит анатомически для этой функции [53, 141]. Тем не менее, медиальная крыловидная мышца имеет сложную внутреннюю архитектуру с веерообразным расположением мышечных волокон [53, 68, 176] и имеются доказательства функциональной неоднородности, при этом различные мышечные подотделы способны к независимой активации [53, 173, 174]. Эти особенности дают возможность медиальной крыловидной мышце генерировать ряд векторов силы на нижней челюсти, которые направлены не только вдоль длинной оси мышцы

### **1.3 Иннервация жевательной мускулатуры.**

#### **1.3.1 Иннервация жевательной мышцы.**

Анатомия жевательной мускулатуры изучена достаточно хорошо многими авторами [24, 103, 130, 134]

Жевательный нерв, происходящий из ствола нижнечелюстного нерва, спускается спереди и снизу между средним и глубоким слоями жевательной мышцы, снабжая все части мышцы в каждом пучке волокон. Проходя по переднему краю среднего слоя мышцы, жевательный нерв делится на 4 группы ветвей: задневерхнюю, задненижнюю, передневерхнюю и передненижнюю. При этом задневерхние и задненижние ветви, отходя от жевательного нерва после проникновения в сигмовидную фасцию, прикрепленную к вырезке нижней челюсти, иннервируют глубокий и средний слои мышцы соответственно. Отмечаются так же перфорирующие ветви, проникающие в средний и поверхностный слои мышцы и ответвляющиеся от задненижней группы.

После прохождения по переднему краю среднего слоя жевательной мышцы жевательный нерв разделяется на передненижнюю и передневерхнюю ветви. Из передненижней ветви происходит от 4 до 5 нервных веточек, иннервируя большую часть поверхностного слоя мышцы. При этом, 2 или 3 веточки перфорируют поверхностный слой жевательной мышцы и выходят на поверхность мышцы, в то время как 2 или 3 веточки, происходящих из передневерхней нервной группы, иннервируют глубокий слой жевательной мышцы.

### **1.3.2 Иннервация височной мышцы.**

Височная мышца иннервируется передним отделом нижнечелюстного нерва. Этот нерв обычно дает начало трем ветвям: жевательная (наиболее задняя), глубокая височная (средняя) и щечная (наиболее передняя). Передний глубокий височный нерв является ветвью щечного нерва и может возникать в виде одной или нескольких ветвей. Щечный и передний височный нервы проходят через латеральную крыловидную мышцу между верхней и нижней головками. Передний глубокий височный нерв делится на множество крошечных ветвей, которые иннервируют переднемедиальный пучок, переднюю часть основной порции височной мышцы и переднелатеральный пучок. Средние и задние глубокие височные нервы проходят по верхней поверхности верхней головки латеральной крыловидной мышцы. Средний глубокий височный нерв может возникать отдельно или иметь общий ствол с жевательным нервом и отделяется вскоре после выхода из овального отверстия. Он иннервирует среднюю часть основной порции височной мышцы и средний латеральный пучок. Задний глубокий височный нерв происходит от жевательного нерва в виде одной или нескольких крошечных ветвей, прежде чем он достигает верхней границы верхней головки латеральной крыловидной мышцы и поворачивается вниз для иннервации жевательной мышцы. Задний глубокий височный нерв иннервирует заднюю часть основной порции височной мышцы. Жевательный и глубокий височный нервы связаны с задним корнем скуловой кости [150].

### **1.3.3 Иннервация латеральной крыловидной мышцы.**

Иннервация латеральной крыловидной мышцы вызывает много вопросов среди исследователей. Foucart и др. [73] отмечают, что основная часть *nervus pterygoideus lateralis* возникает из переднего ствола нижнечелюстного нерва, что так же упоминалось Уильямсом и Леджентом

[111, 195]. Этот результат не согласуется с классическими описаниями, в которых щечный нерв является основным стволом происхождения иннервации ЛКМ [43, 81, 118, 149, 154, 160, 164, 187, 195], а передний ствол нижнечелюстного нерва как вспомогательный источник иннервации латеральной крыловидной мышцы [81].

#### **1.3.4 Иннервация медиальной крыловидной мышцы.**

Медиальная крыловидная мышца разделяется на две части: переднюю и заднюю порции, в зависимости от происхождения. Мышца разделена на три слоя сухожильными листами, которые различимы в верхней трети [166]. Она начинается от медиальной поверхности крыловидного отростка клиновидной кости и прикрепляется к ней двумя сильными сухожильными пластинками. Кроме того, переднелатеральный пучок латеральной крыловидной мышцы начинается от боковой поверхности пирамидального отростка небной кости. Основной нерв медиальной крыловидной мышцы возникает из медиальной поверхности нижнечелюстного нерва и проходит по медиальной поверхности мышцы. Далее, входя в задневерхнюю часть мышцы между двумя сухожильными пластинками, он разделяется на ветви. В соответствие с распределением ветвей внутри мышцы, медиальная крыловидная мышца делится на переднемедиальную и заднелатеральную части. Переднемедиальная и заднелатеральная части иннервируются с боковой и медиальной поверхностей соответственно. Кроме того, язычный нерв иногда дает ответвления в заднелатеральную часть от боковой поверхности [167]. Обычно, он проходит по боковой поверхности медиальной крыловидной мышцы, но также может отдавать ветви, проникающие в толщу мышцы [30]

## **1.4 Кровоснабжение жевательной мускулатуры.**

### **1.4.1 Кровоснабжение жевательной мышцы.**

Большинство учебников по анатомии человека описывают, что кровоснабжение жевательной мышцы происходит из жевательной ветви верхнечелюстной артерии, лицевой артерии и трансверзальной лицевой ветви поверхностной височной артерии [183].

Однако, согласно исследованиям Won, S.-Y. и др. [198] жевательную мышцу могут питать семь ветвей наружной сонной артерии:

1. Жевательная ветвь лицевой артерии. Эти маленькие ветви приходят непосредственно от лицевой артерии, которая проходит поверхностно по передненижней границе жевательной мышцы.

2. Жевательная ветвь премассетериальной артерии, которая проходит вверх по передней границе жевательной мышцы.

3. Жевательная ветвь поперечной лицевой артерии. Пересекает околоушную железу, затем пересекает жевательную мышцу между протоком околоушной слюнной железы и скуловой дугой и делится на множество артерий, питающих жевательную мышцу.

4. Жевательная ветвь наружной сонной артерии, происходящая непосредственно от наружной сонной артерии за ветвью нижней челюсти.

5. Жевательная ветвь верхнечелюстной артерии. Эта маленькая артерия проходит позади височного сухожилия и через вырезку нижней челюсти входит в жевательную мышцу.

6. Жевательная ветвь поверхностной височной артерии. Это прямая ветвь поперечной лицевой артерии, возникающая в околоушной слюнной железе за ветвью нижней челюсти.

7. Ранее не описанная мышечная ветвь, которая возникает непосредственно из глубокой височной артерии. Эта ветвь входит в медиальную поверхность мышцы, поворачиваясь медиально вокруг

передней границы ветви нижней челюсти сразу же после точки ветвления глубокой височной артерии.

#### **1.4.2 Кровоснабжение височной и латеральной крыловидной мышц.**

Височная мышца получает кровоснабжение от средней височной артерии, ветви поверхностной височной артерии и от передней и задней глубоких артерий, которые являются ветвями верхнечелюстной артерии. Передняя глубокая височная артерия питает переднюю часть мышцы, задняя глубокая височная артерия - среднюю часть, а средняя височная артерия - заднюю часть. Затем, передняя глубокая височная артерия может анастомозировать с артериями, перфорирующими скуловую кость и латеральные поверхности большого крыла клиновидной кости. Средняя височная артерия обычно возникает в точке, где поверхностная височная артерия пересекает скуловую дугу, проникая в фасцию и входя в мышцу с задненижнебоковой поверхности [150].

Латеральная крыловидная мышца получает кровоснабжение от ветвей верхнечелюстной артерии, к ним относятся средняя менингеальная артерия, вспомогательная менингеальная артерия, которая может возникнуть из верхнечелюстной или ее средней менингеальной ветви и крыловидные ветви из второй части верхнечелюстной артерии [122].

#### **1.4.3 Кровоснабжение медиальной крыловидной мышц.**

Медиальная крыловидная мышца – это небольшая, сильная мышца, участвующая в движении и стабилизации нижней челюсти. В большинстве учебников по анатомии человека описывается, что медиальная крыловидная мышца снабжается крыловидной артерией (ветвью верхнечелюстной артерии) и мышечными ветвями лицевой артерии. Крыловидная артерия, начинающаяся из верхнечелюстной артерии,

является коротким сосудом, который снабжает медиальную и латеральную крыловидные мышцы, а мышечные ветви лицевой артерии питают медиальную и шилоподъязычные мышцы [183, 199].

Согласно современным данным [108], медиальная крыловидная мышца кровоснабжается пятью ветвями наружной сонной артерии:

1. Крыловидная артерия верхнечелюстной артерии (отмечается в 100% случаев) – разветвляется от крыловидной порции верхнечелюстной артерии в виде 2-3 ветвей и питают верхнебоковую часть мышцы.

2. Прямая мышечная ветвь лицевой артерии (отмечается в 20% случаев). Это небольшая ветвь, которая возникает из лицевой артерии примерно на уровне угла нижней челюсти и питает небольшую часть нижнемедиальной порции мышцы.

3. Восходящая небная артерия (отмечается в 100% случаев). Возникает из лицевой артерии (в 80% случаев) или из наружной сонной артерии (20%) примерно на уровне угла нижней челюсти. В мышце дает 3-6 ветвей и распределяется по всей медиальной порции медиальной крыловидной мышцы.

4. Передняя мышечная ветвь лицевой артерии (отмечается в 90% случаев). Питает нижнепереднюю порцию мышцы.

5. Мышечная ветвь из наружной сонной артерии (отмечается в 80% случаев). Ответвляется от наружной сонной артерии и входит в нижнюю четверть задней границы медиальной крыловидной мышцы.

## 1.5 Физиологические аспекты акта жевания. Состояние жевательной мускулатуры.

Жевание – это достаточно сложный процесс, его нормальное функционирование является основополагающим для хорошего качества жизни на всех его этапах (детство, взрослость и старость). Это одно из самых важных функциональных движений зубочелюстной системы и является высококоординированной нервно-мышечной моторной функцией, которая выполняется благодаря быстрым движениям нижней челюсти с постоянной регулировкой приложенной силы. Вся нервная система, периферические рецепторы (ответственные за сенсорный ввод) и жевательные мышцы (через которые контролируются мозговые реакции и регулировка движения) постоянно участвуют в акте жевания. Это функциональное, ритмичное и полуавтоматическое движение [128].

Жевательные мышцы активны во время большого количества моторных задач, таких как жевание, речь и глотание. Чтобы выполнять множество задач, они должны иметь возможность точно контролировать положение нижней челюсти и мгновенно применять к нему изменения. Жевательные мышцы могут удовлетворять этим различным требованиям из-за их сложной и индивидуальной структуры, которая в сочетании с гетерогенным составом волокон способна создавать различные силы при разных скоростях сокращения [104]. Многие авторы утверждают, что в нейронном контроле акта жевания моторная кора организована в «кортикальные столбцы», которые управляют не одной, а группой мышц для выполнения определенного движения [128].

Жевательные мышцы, следовательно, должны рассматриваться как «группа мышц», которые работают вместе синергичным и скоординированным образом, особенно во время стадии завершения акта жевания. Они называются мышцами, поднимающими нижнюю челюсть, и являются очень мощными и характеризуются высокой концентрацией

рецепторов и точным нейронным контролем. К этой группе относятся: височные мышцы, жевательные мышцы, медиальные и латеральные крыловидные мышцы.

Надподъязычные мышцы представляют собой группу мышц, предназначенную для открывания рта, и определяются как «депрессорные мышцы». К ним относят: двубрюшную мышцу, шилоподъязычную, челюстно-подъязычную и подбородочно-подъязычную мышцы.

К группе подподъязычных мышц, которые так же выполняют депрессорную функцию и стабилизацию подъязычной кости, относят: грудино-подъязычную, грудино-щитовидную, щитоподъязычную и лопаточно-подъязычную мышцы.

Жевательные мышцы, приводя в движение нижнюю челюсть, обеспечивают механическую обработку пищи. От силы сокращения этих мышц зависит величина жевательного давления, необходимого для откусывания и размалывания пищи до нужной консистенции. Эти мышцы принимают участие также и в выполнении других функций полости рта – речи, глотании.

Процесс жевания представляет собой сложную координацию условных и безусловных пищевых двигательных рефлексов, которые определяют взаимосочетанные сокращения жевательных мышц, мышц языка, щек и губ.

По данным ряда авторов «координация сокращений основных и вспомогательных жевательных мышц регулируется рефлексорно. Степень жевательного давления на зубы контролируется проприоцептивной чувствительностью пародонта. Сила мышц направлена дорзально, поэтому наибольшие усилия жевательные мышцы способны развивать в самых дистальных отделах зубных рядов. Потеря боковых зубов резко снижает эффективность разжевывания пищи, а нижняя челюсть приобретает тенденцию к дистальному смещению. Подобное изменение приводит к

перегрузке височно-нижнечелюстного сустава и разрушению синхронности сокращения жевательных мышц» [18, 28].

Кроме жевательных мышц, в акте жевания участвует и язык. Он представляет собой сложный мышечный орган [96], используемый, так же, для речи и оказывает существенное влияние на процесс дыхания. Отмечено, что язык симметричен относительно среднесагиттальной плоскости и имеет тонкую медиальную соединительнотканную перегородку, разделяющую его на две половины. Согласно исследованиям [186], были выявлены закономерности переплетения волокон разных мышечных групп языка. Эта сложная миоархитектура и дает языку его высокую подвижность, выносливость и силу.

Жевательная функция накладывает свой отпечаток на строение и функцию сустава уже в первые месяцы после рождения ребенка. Развитие височно-нижнечелюстного сустава завершается во внутриутробном периоде, однако, затем по мере развития человека и усложнения жевательной функции, происходит изменение тонкого строения элементов сустава. Приспособление к меняющейся функциональной нагрузке проявляется в увеличении глубины суставной ямки, в росте суставного бугорка и др. Особенно активно под влиянием жевательной функции формируется в первые месяцы после рождения хрящ, покрывающий головку нижней челюсти.

В течение жизни деятельность височно-нижнечелюстного сустава неразрывно связана с жевательной функцией. При нормальном прикусе основное жевательное давление принимают на себя большие и малые коренные зубы, осуществляя тем самым как бы боковую защиту сустава. С их потерей сила мышечных сокращений падает на передние зубы и сустав, вызывая их перегрузку. При утрате боковых зубов появляются условия для уменьшения межальвеолярного расстояния и дистального смещения нижней челюсти. Последнее нередко приводит к сдавливанию рыхлой

соединительной ткани между задней стенкой капсулы и барабанной костью и развитию таких симптомов как головная боль, боль в суставе, жжение в языке и др. При полной утрате зубов изменение амплитуды движения нижней челюсти и деятельности жевательных мышц приводит к новой перестройке сустава [18].

## **1.6 Методы оценки состояния и функции жевательной мускулатуры.**

### **1.6.1 Пальпация жевательной мускулатуры.**

Пальпация жевательной мускулатуры является достаточно важным диагностическим этапом, обязательным для пациентов с мышечно-суставной дисфункцией ВНЧС и аномалиями развития зубочелюстной системы [25]. Необходимо определить наличие и интенсивность спазма, гипертрофию и мышечную атонию. Важно выявить триггерные точки в пальпируемых мышцах. Проводят пальпацию жевательных, височных и латеральных крыловидных мышц.

### **1.6.2 Дополнительные методы исследования жевательной мускулатуры. Ультразвуковое исследование.**

Область медицинской визуализации, стимулируемая достижениями в области цифровых и коммуникационных технологий, значительно расширилась. Новые методы визуализации, которые раскрывают большие анатомические детали, доступны в большинстве диагностических отделений [159, 178]. В число этих методов входит ультразвуковое исследование (УЗИ), которое, как было доказано, способно предоставлять информацию, изображая структурные изменения мышц [196]. УЗИ обычно применяется только к поверхностным тканям ЧЛО, так как лицевой скелет экранирует глубокие ткани. Тем не менее, данный метод имеет

потенциальное преимущество, поскольку его можно выполнять многократно, неинвазивно, даже у постели больного [129, 184]. Кроме того, было продемонстрировано, что УЗИ является ценным методом точного анализа формы мышц [105], измерения толщины и площади поперечного сечения жевательных мышц и для выявления изменений локальных размеров поперечного сечения мышц головы и шеи *in vivo* [37, 38, 55, 70, 101, 106, 156, 158, 168, 196]. В современных исследованиях [32] показано, что цветная доплерография может быть полезна для демонстрации артерий внутри и вокруг жевательных мышц, и этот метод может быть использован для оценки патологических изменений в мышцах и артериях.

### **1.6.3 Дополнительные методы исследования жевательной мускулатуры. Магнитно-резонансная томография.**

Мышечная визуализация необычайно развилась в последнее десятилетие. За последние годы использование МРТ для выявления конкретного поражения мышц тела становится фундаментальным диагностическим инструментом. По сравнению с компьютерной томографией, МРТ не оказывает радиационной нагрузки и обеспечивает лучший контраст мягких тканей, в том числе и мышц [45]. Многие костно-мышечные и нервно-мышечные состояния были изучены с помощью МРТ, потому что получение изображений воспроизводимо и надежно [63]. То есть, этот метод исследования хорошо подходит для длительного наблюдения, такого как мониторинг прогрессирования заболевания и эффективности лечения пациентов с быстро меняющейся структурой и составом ткани. МРТ можно использовать для выявления отека, воспаления в мышцах или фасции, жировой инфильтрации, фиброза и атрофии [119]

Кроме того, метод МРТ применяется и для исследования ВНЧС, поскольку он позволяет проводить неинвазивную детальную оценку

сустава. В течение последнего десятилетия введение динамической МР-визуализации, в дополнение к морфологическому исследованию, сделало возможной функциональную оценку сустава. Основным преимуществом МРТ является его способность изучать суставной диск, его конгруэнтность, а также его расположение относительно мышцелкового отростка нижней челюсти как при закрытом, так и открытом рте. Благодаря высокому разрешению, МРТ является уникальным в отношении диагностики выпота в суставах, отека костей и склероза, разрыва биламинарной зоны и повреждения латеральной крыловидной мышцы. На сегодняшний день МРТ является «золотым стандартом» в диагностике заболеваний ВНЧС [34].

#### **1.6.4 Дополнительные методы исследования жевательной мускулатуры. Кинезиография.**

Кинезиография – это графическая запись движений, совершаемых нижней челюстью во время жевания и выполнения функциональных проб. За последние годы в нескольких исследованиях ставилась под сомнение диагностическая надежность электронных устройств (кинезиографических или аксиографических) в качестве диагностического средства при заболеваниях ВНЧС, поскольку они полностью не подтверждены научными данными [57, 188, 191].

Часто кинезиография используется в стоматологической практике, в частности, для диагностики патологических состояний ВНЧС. Используя кинезиографию и аксиографию, Нефф и соавт. [144] оценивали послеоперационные функциональные результаты в отношении потери вертикальных размеров нижней трети лица, подвижности диска, взаимоотношений мышцелкового отростка с диском и суставной впадиной, протрузионных движений у пациентов после проведенного остеосинтеза мышцелкового отростка нижней челюсти.

Надежность приборов для проведения кинезиографии в диагностике расстройств ВНЧС остается спорной и, согласно литературным данным, чувствительность и специфичность устройств слежения за движениями нижней челюсти не достаточно надежны, чтобы их можно было использовать для диагностики и лечения заболеваний ВНЧС [147, 188].

### **1.6.5 Дополнительные методы исследования жевательной мускулатуры. Электромиография.**

Электромиография является наиболее объективным и надежным методом оценки мышечной функции и эффективности путем определения их электрических потенциалов [197]. Этот метод позволяет оценить степень и продолжительность мышечной активности. Существует два типа ЭМГ: игольчатая и поверхностная. Первый тип ЭМГ используется для внутримышечной записи данных, при этом игла-электрод вводится через кожу в мышечную ткань. Этот метод определяет потенциал действия одной моторной единицы. Второй тип ЭМГ использует поверхностные электроды и выявляет накладываемые потенциалы действия моторной единицы от многих волокон, в отличие от единичных, зарегистрированных игольчатым методом ЭМГ [200]. То есть, основной целью поверхностной ЭМГ является обнаружение сигналов от многих мышечных волокон в области детектирующего электрода. Эти сигналы состоят из взвешенного суммирования пространственной и временной активности многих моторных единиц. Следовательно, анализ записей ограничивается общей мышечной активностью, взаимодействием различных мышц и изменчивостью их активности во времени [197]. Этот неинвазивный и безболезненный способ регистрации результатов с использованием поверхностных электродов компенсирует вышеупомянутые ограничения и его неинвазивность является одним из наиболее важных преимуществ. Помимо того, что эти электроды не очень избирательны, их использование

ограничено обнаружением сигналов только от мышц, расположенных близко к коже, поэтому наиболее часто оцениваются жевательные и передние височные мышцы. Дополнительным недостатком поверхностной ЭМГ является ее чувствительность к дисбалансам импеданса [200]. Импеданс – это физическая величина, характеризующая сопротивление среды для колебаний различного происхождения. Несогласованность в импедансе является основной причиной низкой точности измерений ЭМГ, что приводит к низкой воспроизводимости. Эта воспроизводимость также ставится под сомнение из-за различных межэлектродных расстояний и их различным положением над мышцами. Таким образом, межэлектродное расстояние должно быть фиксированным и должны применяться шаблоны для устранения изменчивости размещения электродов [48, 49, 50]. Наиболее распространенным решением проблемы несоответствия импеданса, которое влияет на надежность поверхностной ЭМГ, является адекватный количественный электромиографический анализ с процедурами нормализации. Нормализация результатов поверхностной ЭМГ состоит в преобразовании их в фактор-индексы.

### **1.7 Состояние жевательной мускулатуры у пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий.**

Алгоритм лечения пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий описан многими авторами [6, 151, 158, 162]. Значительно меньше изучены функциональные нарушения челюстно-лицевой области. К функциональным нарушениям относится дискоординация биоэлектрической активности мышечной системы [22]. А по данным ряда авторов [3, 5, 17], в развитии и формировании врожденных и приобретенных деформаций челюстей важную роль играет тонус жевательных и мимических мышц челюстно-лицевой области.

Широко известно, что функция жевательных мышц оказывает значительное влияние на морфологию челюстно-лицевой области. Также известно, что челюстно-лицевая морфология связана с силой сжатия челюстей или с остаточной активностью жевательных мышц. В исследовании взаимосвязи между классификацией неправильного прикуса Энгля и активностью жевательных мышц Родольфо Мираллес и др. [137] сообщили, что активность покоя жевательной мышцы была выше у пациентов с III скелетным классом, в отличие от субъектов с I и II скелетными классами. Однако, при максимальной сжатии активность не была различной среди пациентов с I, II и III классами зубочелюстных аномалий. Лоу и Такада [116] сообщили, что существенных канонических корреляций не обнаружено между цефалометрическими данными и задачами сжимания, глотания или при открывании рта.

Уэда и др. [192] выявили, что активность жевательной мышцы имеет значительную отрицательную корреляцию с вертикальной челюстно-лицевой морфологией, тогда как активность височных мышц, наоборот, имеет четкую взаимосвязь. Каюкава [100] показал, что мышечная активность была значительно выше у пациентов с глубоким прикусом, чем у пациентов с другими типами неправильного прикуса.

Либман [113], в свою очередь, пришел к выводу, что во время движений нижней челюсти нет специфического паттерна мышечной функции у лиц с нормальной окклюзией или у пациентов с нарушениями прикуса. С другой стороны, МакДональд и Ханнам [120] сообщили, что в ретрузионных движениях нижней челюсти наблюдалась значительная активность височной мышцы, а в протрузионных движениях и при смыкании – в жевательных, с очень низкой активностью в других мышцах.

В исследованиях Гунтуру и Тауро [182] активность жевательных и височных мышц была выше у субъектов II класса, чем у пациентов I и III класса. А активность жевательных мышц у пациентов с I классом развития

зубочелюстной системы была ниже по сравнению со II и III классом. Эти наблюдения отличаются от наблюдений Родольфо Мираллеса, который наблюдал наивысшую жевательную активность у пациентов с III классом развития зубочелюстной системы.

Поперечная толщина мышц у пациентов с разными скелетными классами различна. Толщина мышц больше у пациентов с коротким лицом, чем у пациентов с более вытянутым.

Во многих исследованиях были обнаружены явные корреляции между мышечной активностью, которая является мерой силы мышц и формой лица.

Противоречие относительно взаимосвязи между жевательной мышечной активностью и челюстно-лицевой морфологией, по-видимому, связано с различиями в критериях отбора групп пациентов (скелетная или стоматологическая классификация, возраст, размер выборки и индивидуальные изменения активности жевательной мышцы) [41].

Ортогнатическая хирургия обычно используется для коррекции серьезных челюстно-лицевых деформаций, включая врожденные и приобретенные аномалии развития челюстей, с предсказуемыми результатами. В некоторых случаях эти деформации могут быть скорректированы с помощью раннего лечения, чтобы изменить механизм роста, но в других случаях, когда это невозможно, лечение подразумевает ортогнатическую хирургию и является наилучшим подходом к коррекции тяжелой скелетной деформации и нарушений прикуса. При этом скелетные, окклюзионные и эстетические результаты достаточно предсказуемы, однако, краткосрочные и долгосрочные эффекты функционального характера, а именно, воздействие на жевательную мускулатуру, все еще недостаточно изучены [76].

Кроме того, по данным ряда авторов [127], в 20-30% случаев у взрослых пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий после

проведения ортогнатической хирургии наблюдался рецидив. Eggenberger [66] отметил рецидив у пациентов со II скелетным классом после ортогнатической хирургии в 50% случаев через 12 лет. Однако другие исследования [177] показывают, что по данным различных исследований частота рецидивов у пациентов с III скелетным классом варьирует от 1.0 до 91.3% и связывают эти данные с активностью жевательной мускулатуры.

Таким образом, можно предположить, что причинами рецидивов после проведенных ортогнатических хирургических вмешательств могут быть неправильная окклюзия или отсутствующая адаптация жевательных мышц [89, 155]. Ведь известно, что хирургическое лечение пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий приводит к растягиванию или сокращению жевательных мышц [88], но измененная длина тела нижней челюсти требует адаптации жевательных мышц из-за изменения отношения силы к моменту вращения [80].

### **1.8 Взаимосвязь жевательных мышц с дисфункциональными состояниями височно-нижнечелюстного сустава.**

Abrahamsson [28] утверждает, что пациенты после ортогнатических операций часто страдают от нарушений функции жевания, височно-нижнечелюстного сустава, миофасциальных болей, что подтверждают исследования Mladenović I и др. [138], согласно которым, распространенность дисфункций ВНЧС после завершения ортодонтического лечения составляет 52.5%. А, согласно Т. Kubota и др. [107], результат ортогнатической хирургии напрямую зависит от функционального состояния височно-нижнечелюстного сустава, состояния и координации деятельности жевательной мускулатуры.

Исследования Wolford [109] также отмечают, что к факторам, которые обычно приводят к осложнениям хирургического лечения относятся

дисфункция ВНЧС, бруксизм, ороромандибулярная дистония, гипертонус мышц челюстно-лицевой области.

Кроме того, по данным Шипика Д.В. [25], развивающиеся функциональные и морфологические аномалии, связанные с исчезновением зубов, снижением высоты нижнего отдела лица и дистальным смещением нижней челюсти затрагивают все звенья зубочелюстной системы и часто приводят к дезорганизации деятельности жевательной мускулатуры и «дисфункциональным нарушениям». Причины нарушений функции жевательного и речевого аппарата многообразны [7]. Некоторые авторы считают, что нет прямой взаимосвязи между нарушением окклюзии и дисфункцией ВНЧС и жевательных мышц. В этом случае в качестве причин указывают самопроизвольное нарушение функции мышц и ВНЧС, связанное с психоэмоциональными и локальными структурными нарушениями [8, 10, 12, 13, 14, 23]. С другой стороны, некоторые исследователи утверждают, что во многих случаях дисфункция ВНЧС и парафункция жевательных мышц вызвана неправильным смыканием зубных рядов, что проявляется в присутствии преждевременного контакта, смещения нижней челюсти и/или вынужденного ее положения. Это приводит к появлению признаков циклической патологической обратной связи [52, 94]. В любом случае следует признать полиэтиологический характер развития дисфункции жевательного и речевого аппарата. В разных клинических ситуациях преобладают различные факторы. Из различных вариантов появления аномалий в функции ВНЧС следует особо упомянуть окклюзионно-артикуляторные и миогенные теории.

Окклюзионно-артикуляционная теория развития патологии сустава получила общее признание в стоматологии, когда J.B. Costen в 1934 г. [58] описал симптомокомплекс, который, по его мнению, возникает в результате уменьшения межальвеолярной высоты.

Нарушения мышц лица и шеи наблюдаются у пациентов не сразу после протезирования, а через некоторое время (в период от 6 месяцев до 6-7 лет). Ведущую роль в патогенезе заболеваний ВНЧС отводят прежде всего для жевательных мышц [25]. Сустав, челюсть и зубы, по их мнению, являются пассивными органами, то есть они выполняют то, что диктуют их мышцы. Однако среди сторонников миогенной концепции развития заболеваний ВНЧС также нет консенсуса в отношении этиологии мышечных нарушений. Описаны только одонтогенные, психогенные, соматогенные и другие принципы формирования «триггерных зон» в жевательных мышцах [13, 14, 23, 25].

В большинстве случаев дисфункция ВНЧС вызвана различной степенью смещения суставного диска вперед относительно головки нижней челюсти из-за спастического сжатия латеральной крыловидной мышцы или травмы. В результате, нарушается координация движений суставного диска и головки нижней челюсти, что приводит к появлению симптомов дисфункции ВНЧС [62].

В последние годы наблюдается значительное увеличение количества пациентов с функциональными нарушениями ВНЧС в результате эмоциональных нарушений. Их частота, по разным данным, колеблется от 53 до 76% [2].

Некоторые исследователи [115, 126] считают, что парафункции жевательных мышц (сжимание зубов, скрежет зубами, кусание губ) обычно не приводят к появлению симптомов нарушений ВНЧС. Другие [23, 26], к причинам функциональных расстройств ВНЧС часто относят такие заболевания, как бруксизм и другие парафункции жевательных мышц. Парафункциональные проявления определялись ими как исходные и фиксирующие факторы для определенных подгрупп пациентов с нарушениями ВНЧС [59, 171].

Однако, контроль состояния жевательной мускулатуры представляет значительные затруднения в клинической практике.

### **1.9 Методы лечения гипертонуса жевательной мускулатуры.**

Целями лечения гипертонуса жевательных мышц являются их релаксация и ликвидация мышечной боли. Единого мнения о том, какой метод лечения при этом оптимален, до сих пор нет. Предлагаемые методы, включая ортопедические, ортодонтические, хирургические, физиотерапевтические не всегда обоснованны; их эффективность без учета воздействий на различные механизмы и этапы патогенеза невысока, эффект непродолжителен, а частота рецидивов достигает 50–80% [15].

#### **1.9.1 Фармакотерапия миофасциального болевого синдрома лица.**

##### **1.9.1.1 Нестероидные противовоспалительные препараты для лечения миофасциального болевого синдрома лица.**

Существует мало достоверных источников по пероральному применению НПВП для лечения миофасциального болевого синдрома лица. Некоторые исследования показывают эффективность НПВП при хронической боли и фибромиалгии в сочетании с другими лекарственными препаратами, такими как диазепам, алпразолам, циклобензаприн и amitriptyline, но мало известно об эффективности непосредственно пероральных НПВП при МФБС [72, 165, 181].

Показано, что местные НПВП полезны при МФБС, они имеют меньше системных побочных эффектов, чем пероральные, но часто более дорогие [47]. Исследование использования пластыря диклофенака у пациентов с болевым синдромом выявило значительное снижение уровня боли по визуальной аналоговой шкале боли и диапазону движений [87]. Несмотря

на ограниченные данные, НПВП часто являются частью лечения болевого синдрома, так как они легко доступны, и многие пациенты могут использовать их без участия врача.

### **1.9.1.2 Мышечные релаксанты в лечении гипертонуса жевательной мускулатуры.**

Мышечные релаксанты – это группа препаратов, действие которой направлено на расслабление мышц, тем самым снижая напряжение, при этом воздействуют на центральную нервную систему, разрушая ноцицептивную боль [75]. Циклобензаприн нацелен на расслабление мышц, не влияя на мышечную функцию. Механизм его действия не до конца изучен, но его структура аналогична трициклическому антидепрессанту. Он часто используется как для снятия боли, так и для сна, поскольку обладает успокаивающим эффектом.

Тизанидин – это  $\alpha_2$ -адренергический агонист, действующий центрально на уровне спинного мозга, ингибируя полисинаптические пути в позвоночнике и уменьшая высвобождение вещества Р [148]. Исследования на животных показали, что в таламусе он уменьшает высвобождение нейротрансмиттеров в восходящих путях, участвующих в центральной сенсibilизации [60, 83]. Тизанидин обладает седативным эффектом и может вызывать гипотонию, поэтому применение его в ночное время может ограничить заметные побочные эффекты.

### **1.9.1.3 Бензодиазепины в качестве миорелаксантов при лечении гипертонуса жевательной мускулатуры.**

Клоназепам и диазепам являются производными бензодиазепина, которые применяются в качестве анксиолитиков, противосудорожных средств и миорелаксантов. Они используются для лечения МФБС [124].

Большинство исследований лечения МФБС бензодиазепинами проводилось в подгруппе пациентов с орофациальной болью и синдромом болевой дисфункции ВНЧС [181]. В 2000 году открытое исследование клоназепама у пациентов с МФБС показало значительное снижение боли согласно ВАШ, однако, из 46 участников около 20% выбыли из исследования из-за невыносимых побочных эффектов до достижения эффективной терапевтической дозы [71]. Успешное применение бензодиазепинов при лечении МФБС может быть направлено не только на боль, но и на общие симптомы, включая мышечное напряжение, беспокойство, синдром беспокойных ног и нарушение сна. Тем не менее, недостатки их использования включают в себя мощный профиль побочных эффектов, включая атаксию, слабость, когнитивные нарушения, дисфункцию памяти, усталость, депрессию и неблагоприятные симптомы отмены [75, 79].

#### **1.9.1.4. Селективные ингибиторы обратного захвата серотонина и норэпинефрина. Трициклические антидепрессанты для лечения миофасциального болевого синдрома лица.**

Антидепрессанты играют все более важную роль в лечении хронической боли, включая трициклические антидепрессанты, селективные ингибиторы обратного захвата серотонина (СИОЗС) и ингибиторы обратного захвата серотонина и норэпинефрина. Исследования, изучающие головные боли при хроническом напряжении и миофасциальную боль, показали, что амитриптилин эффективен для многих пациентов [36, 153]. Появляется все больше данных об использовании СИОЗС при лечении фибромиалгии и других болевых расстройств [33, 146, 170].

## **1.10 Нефармакологические методы снижения тонуса жевательной мускулатуры.**

### **1.10.1 Лечебная физкультура для лечения миофасциального болевого синдрома лица.**

Физические упражнения являются одним из важнейших аспектов реабилитации и лечения мышечно-скелетной боли. Это помогает улучшить гибкость, повысить функциональное состояние, оптимизировать настроение и уменьшить боль. Инициирование программы упражнений на растяжку является основополагающим в лечении лицевой боли. Эти упражнения позволяют растянуть спазмированные и укороченные мышцы. Механотерапия позволяет увеличить диапазон движений в ВНЧС и восстановить подвижность и нормальную активность мышц. Клинический опыт показывает, что отсутствие механотерапии усугубляет болевой синдром и препятствует разрешению симптомов [42].

### **1.10.2 Модификация позуры и эргономики для профилактики дистонии мышц челюстно-лицевой области.**

В исследованиях по гигиене и эргономике труда имеются данные о том, что повторяющиеся нагрузки в нежелательных положениях вызывают мышечные боли и предрасполагают работников к травмам [68, 86, 121, 190]. Теоретически, в перегруженной или черезчур расслабленной мышце может развиваться микротравма и миофасциальное укорочение, подвергая мышцу риску формирования триггерной точки. Исходя из этой теории, стандартная клиническая практика рекомендует коррекцию поструральных и эргономических нарушений [190]. Введение поструральных тренировок для работников производства и пациентов [163] с болью в височно-нижнечелюстном суставе привело к снижению уровня боли.

### **1.10.3 Чрескожная электро-нейростимуляция в лечении гипертонуса жевательной мускулатуры.**

Чрескожная электро-нейростимуляция (ЧЭНС, TENS - Transcutaneous electrical nerve stimulation) – это метод функциональной стимуляции мышц, при котором электрический ток подается через электроды, размещенные на коже [123]. ЧЭНС действует через множественные периферийные и центральные механизмы.

Чрескожная электро-нейростимуляция является частью терапевтического вооружения, широко используемого для лечения многочисленных острых и хронических скелетно-мышечных состояний. У пациентов с хронической болью TENS очень часто рекомендуется в качестве дополнения к другим методам лечения, таким как фармакотерапия. Опрос французских клиник боли в 2005 году показал, что ЧЭНС как средство для лечения хронической боли была предложена 60% пациентов в среднем и 14 из 23 участвующих центров [44]. По оценкам, ЧЭНС, используемая в качестве дополнительного лечения, дает преимущество почти у 60% пациентов, чья боль полностью уменьшается или полностью устраняется в течение первых нескольких месяцев. Этот эффект имеет тенденцию уменьшаться с течением времени. Тем не менее, несколько месяцев приемлемой боли, предоставляемой ЧЭНС, позволяют начать реабилитационную терапию, что имеет решающее значение для получения долгосрочного результата. Хорошая клиническая приемлемость является одним из основных преимуществ ЧЭНС. Основным побочным эффектом являются раздражение кожи и местная аллергическая реакция.

Что касается нейромышечной составляющей, то считается [145], что импульс ведется дромными и антидромными путями. Дромный путь означает, что, когда импульс встречается с моторным нервным стволом, ток передается на периферию, чтобы достичь иннервируемых мышечных волокон. Это приводит к сокращению самой мышцы и, если амплитуда

стимула достаточна, чтобы спровоцировать активацию определенного количества двигательных единиц, происходит движение. В частности, может произойти сжатие губ, век или поднятие челюсти под действием VII-й или V-й пары черепных нервов. Эффект, связанный с сокращением мышц, подразумевает, следовательно, ряд побочных эффектов, связанных с активацией рефлекторных цепей, опосредуемых нервно-мышечными веретенами, растяжением сухожилий, что, в свою очередь, способствует модулированию эффектов второго, третьего или четвертого импульса, генерируемого ЧЭНС.

Согласно антидромному пути, импульс, помимо того, что он ведется по направлению к мышечной периферии, будет проводиться к двигательным ядрам вовлеченных нервов. Это приведет к прямой активации моторных нейронов, и через них импульс будет перенесен в мышцы.

Нейромышечная ЧЭНС или ультра-низкочастотная ЧЭНС (ULF-TENS) впервые предложена Янкельсоном в 1969 году [93] и в настоящее время хорошо изучена и используется в качестве терапевтического лечения заболеваний ВНЧС многими авторами [56, 98, 140]. Этот метод состоит в применении трех электродов: двух активных электродов (анод), расположенных на коже, в проекции вырезки нижней челюсти, непосредственно перед козелком уха, а третий, опорный (катод) электрод на средней линии шеи непосредственно ниже линии волос [51]. Применяется ток с импульсной частотой 0,66 Гц, и каждый импульс имеет длительность 500 мкс и амплитудой 8-12 мА, что позволяет возбуждать двигательные нервные волокна V-й пары черепных нервов и приводит к расслаблению жевательной мускулатуры. Данная процедура так же позволяет определить позицию, приближенную к центральному соотношению челюстей.

Исходя из результатов недавних экспериментальных исследований [140], применение ULF-TENS в течение одного 60-минутного сеанса уменьшает

электромиографическую активность жевательных мышц в состоянии покоя и увеличивает межокклюзионное расстояние.

Ряд авторов оценили влияние ULF-TENS на электромиографическую активность жевательных мышц у пациентов с заболеваниями ВНЧС.

Cooper и Kleinberg [56] пришли к выводу, что ULF-TENS и низкоамплитудная TENS, применяемые в течение 60 минут у пациентов с дисфункциональными состояниями ВНЧС, способны расслаблять жевательную мускулатуру и облегчать обнаружение центрального соотношения челюстей. Kamyszek et al. [98] так же оценили эффекты ULF-TENS, применяемые в течение 30-40 минут у пациентов с дисфункцией ВНЧС с и без гиперактивности мышц в состоянии покоя, с аналогичными результатами с точки зрения снижения активности ЭМГ мышц челюстно-лицевой области в соответствии с результатами Bazzotti [35].

Дидье и др. [63] предлагают использовать ULF-TENS при депрограммировании жевательной мускулатуры, направленной на определение центрального соотношения челюстей у пациентов с хронической ежедневной головной болью, которым показано лечение на окклюзионно-стабилизирующем аппарате.

#### **1.10.4 Ботулинический токсин типа А в лечении гипертонуса жевательной мускулатуры.**

Ботулизм происходит от латинского слова *botulus*, что означает черная колбаса. Ботулинический токсин, изначально обнаруженный в гнилой колбасе, вызывает пищевое отравление, что приводит к мидриазу и параличу скелетных мышц. Этот токсин был открыт Justinus Kerner в 1817 году и в последствии сообщалось о возможности его применения для расслабления гиперактивной двигательной системы [117]. Van Ermengem, бельгийский микробиолог, сумел выделить возбудитель из фекалий пациента, который съел испорченную колбасу в 1897 году и назвал его

*Bacillus botulinus*, который был переименован в *Clostridium botulinum* в 1922 году [193].

В свою очередь, Burgen в 1949 году [15] выяснил, что ботулинический токсин блокирует пресинаптический ацетилхолин. Это и послужило основой для клинического применения этого токсина.

Ботулинический токсин типа А является нейротоксичным веществом, которое, как полагают, действует как центрально, так и периферически, снижая уровень боли. В нервно-мышечном синапсе он блокирует выделение ацетилхолина для предотвращения сокращения мышцы. Его действие на нервно-мышечном соединении позволяет ему нацеливаться на триггерные точки, снижая ишемию в мышцах и освобождая захваченные нервные окончания [46]. БТА обладает антиноцицептивными свойствами, предотвращая высвобождение болевых нейротрансмиттеров в первичных сенсорных нейронах [31]. Он так же может действовать центрально, на спинальном и супраспинальном уровнях [77], а также в соматической и вегетативной нервной системе [46].

Хотя БТА в настоящее время является наиболее широко используемым токсином для лечения мимических морщин, его обычно используют при лечении косоглазия, дистонии мочевого пузыря и дистонии шейки матки. Кроме того, БТА по-прежнему используется для лечения гипергидроза, речевого церебрального паралича и спастичности верхних конечностей [95].

Успешные результаты были получены при использовании этой стратегии лечения не только в базовых экспериментальных исследованиях, но и при лечении секреторных расстройств слюнных желез, таких как сиалорея и синдром Фрея при помощи БТА [69, 85]. Так же, БТА используется при лечении лицевых болей и паралича [29, 180].

Заболевания ВНЧС, которые тесно связаны с заболеваниями мышц, так же лечат при помощи БТА [102, 110]. Применение БТА при

дисфункциональных состояниях ВНЧС снижает интенсивность боли, вызванную гиперактивностью в суставе и мышцах [74, 102, 109].

Кроме того, нарушение двигательной функции мышц, прилегающих к месту оперативного вмешательства, могут препятствовать нормальному заживлению. Инъекции БТА до и после операции могут способствовать регенерации тканей, расслабляя мышцы. В некоторых исследованиях сообщалось, что инъекция БТА в жевательные мышцы пациентов с переломами нижней челюсти предотвращала смещение отломков после проведения остеосинтеза. Так же был отмечен успешный результат, полученный путем введения БТА в жевательные и височные мышцы, при проведении немедленной или отсроченной нагрузки после.

## ГЛАВА 2

### Материалы и методы исследования пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры

С целью оценки эффективности методов диагностики синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий в период с 2017-2020 годы было обследовано 120 человек (*под синдромом нами были объединены такие симптомы как: гипертрофия жевательных мышц, боль при пальпации, ограничение открывания рта, а также наличие гипертонуса по данным поверхностной ЭМГ*).

В основную группу исследования было включено 90 обследованных пациентов. Критерием включения пациентов в группу исследования являлось совпадение скелетного класса зубочелюстных аномалий и дентального класса по Энглу.

Определение скелетного класса проводилось по методу Штайнера на основании анализа углов SNA, SNB, ANB [16].

Угол SNA – характеризует положение апикального базиса верхней челюсти по отношению к линии основания черепа (ретроположение  $<82^\circ$  (ортоположение)  $<$  антеположение).

Угол SNB – характеризует положение апикального базиса нижней челюсти по отношению к линии основания черепа (ретроположение  $<80^\circ$  (ортоположение)  $<$  антеположение).

Угол ANB – является разностью SNA и SNB (в норме в среднем  $2^\circ$ )

I скелетный класс – ANB= $2^\circ$ .

II скелетный класс – ANB $>2^\circ$ .

III скелетный класс - ANB $<2^\circ$ .

Согласно классификации Энгля и методу Штайнера пациенты группы исследования были условно разделены на три подгруппы по смыканию в области первых моляров:

Первая подгруппа – пациенты со смыканием зубных рядов по I классу Энгля (условно нейтральный тип прикуса (I-N (neutral))), соответствующему I скелетному классу и гипертонусом жевательной мускулатуры.

Вторая подгруппа – пациенты со смыканием зубных рядов по II классу Энгля (условно дистальный тип прикуса II-D (distal)), соответствующему II скелетному классу зубочелюстных аномалий и гипертонусом жевательной мускулатуры

Третья подгруппа – пациенты со смыканием зубных рядов по III классу Энгля (условно мезиальный тип прикуса III-M (mesial)), соответствующему III скелетному классу зубочелюстных аномалий и гипертонусом жевательной мускулатуры.

Контрольная группа (К) состояла из 30 клинически здоровых лиц.

Критерии включения в исследование:

Мужчины и женщины от 21 года до 55 лет;

Пациенты, у которых скелетный класс зубочелюстных аномалий совпадает с дентальным классом по Энглю.

Критерии не включения в исследование:

Пациенты, которые не смогли или не хотели совершить все необходимые визиты к врачу;

Пациенты с асимметричной деформацией челюстей;

Пациенты с вертикальной резцовой дизокклюзией;

Лица моложе 21 года;

Наличие сопутствующей соматической патологии;

Отказ от этапов предложенного алгоритма диагностики и лечения;

Беременные или женщины, планировавшие беременность во время данного исследования или женщины в период лактации.

Критерии исключения из исследования:

Из исследования исключаются пациенты, которые не могут пройти все его стадии или отказываются от дальнейшего участия в исследовании, в том числе:

Пациенты, отказывающиеся от выполнения каких-либо диагностических процедур, если при этом отсутствует возможность их замены другими методами в соответствии с протоколом исследования;

Пациенты, у которых в процессе проведения исследования выявляются противопоказания к каким-либо видам исследования, при отсутствии таковых на этапе предварительного отбора.

Для проведения исследования и разработки параметров нормы показателей ЭМГ и их интерпретации была сформирована контрольная группа (0-C control) исследования. В качестве критериев отбора в контрольную группу явились:

- смыкание зубных рядов по I классу согласно классификации Энгля.
- отсутствие болевого синдрома в области ВНЧС и жевательной мускулатуре согласно визуальной аналоговой шкале боли, ВАШ $\leq$ 2 (шкала ВАШ позволяет оценить субъективные болевые ощущения, которые пациент испытывает в момент исследования. Метод заключается в том, что пациента просят отметить на неградуированной линии длиной 10см точку, которая соответствует степени выраженности боли. При этом левая граница линии соответствует определению «боли нет совсем», правая – «нестерпимая боль». С обратной стороны шкалы нанесены сантиметровые деления, по которым отмечаются полученные значения).
- физиологическая окклюзия
- открывание рта в полном объеме ( $\geq$ 4см)
- отсутствие чувства утомляемости и дискомфорта в области жевательной мускулатуры
- отсутствие патологических изменений по результатам МРТ ВНЧС

-  $ИМРАСТ_{окклюзия} < 1500$  мкВ. (для определения суммарного мышечного тонуса был применен индекс ИМРАСТ характеризующийся суммой средних амплитуд височных и жевательных мышц справа и слева в мкВ ( $ИМРАСТ = TR + TL + MR + ML$ ))

В качестве критерия отбора в основную группу исследования принималось совпадение триады признаков:

Наличие болевого синдрома согласно шкале ВАШ ( $ВАШ \geq 3$ );

Показания ЭМГ исследования, с превышением значения индекса  $ИМРАСТ_{окклюзия} (\geq 1500$  мкВ) и отличающиеся от нормы;

Наличие признаков перегрузки латеральных крыловидных мышц по результатам МРТ.

## **2.1. Методы клинического обследования пациентов с аномалиями прикуса, направленные на выявление синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры**

Обследование пациентов основной группы проводилось с заполнением модифицированной нами карты комплексной диагностики функциональных нарушений ЗЧС, предложенной И.Ю. Лебедево с соавторами (Рис. 1). Проводился опрос, документирование жалоб пациента, время возникновения субъективных ощущений и последовательность их развития; факторы, предшествовавшие возникновению заболевания, или явились, по мнению пациента, его причиной. Такими факторами являются общие заболевания и местные изменения в полости рта (больной зуб, отсутствующие зубы, удаление зубов, изготовление протезов, травмы и воспалительные заболевания челюстно-лицевой области и др.).

ФИО пациента \_\_\_\_\_

Жалобы и их очередность по значимости для пациента:

- Боль  Щелчок или хруст  
 Ограничение открывания рта  Окклюзия

Лицо симметричное	-----	<input type="checkbox"/> -да	<input type="checkbox"/> -нет
Подбородок смещен	<input type="checkbox"/> -вправо	<input type="checkbox"/> -влево	<input type="checkbox"/> -нет
Надподбородочная складка выражена	-----	<input type="checkbox"/> -да	<input type="checkbox"/> -нет
Губы сомкнуты	-----	<input type="checkbox"/> -да	<input type="checkbox"/> -нет
Симптом десневой улыбки	-----	<input type="checkbox"/> -да	<input type="checkbox"/> -нет

Открытие рта, мм.	R		L
		10	
		20	
		30	
		40	
		50	
	60		

Пальпация и изометрия мышц

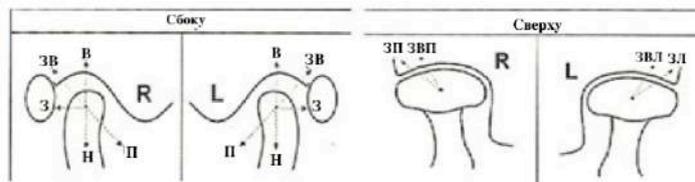
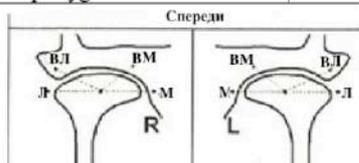
R



Умеренные ощущения / Боль

	M. masseter superfic.	
	M. masseter prof.	
	M. temporalis ant.	
	M. temporalis med   post	
	M. trapezius	
	M. sternocleidomastoideus	
	M. pterygoideus medialis	
	M. pterygoideus lateralis	

L



Протокол процедуры инъекции препарата БТА

Препарат \_\_\_\_\_ (объем растворителя \_\_\_\_\_ мл/ \_\_\_\_\_ ЕД) время растворения \_\_\_\_\_  
 Общая введенная доза: \_\_\_\_\_ ЕД препарата БТА

МЫШЦА	Правая	Левая	МЫШЦА	Правая	Левая
m. Temporalis			m. Masseter		
m. Pterygoideus lat.			m. Pterygoideus med.		
m. Digastricus			m. Sternocleidomastoideus		

Электромиографический контроль инъекции: ДА  НЕТ

Особые рекомендации после проведения процедуры: \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г. Врач \_\_\_\_\_

Пациент \_\_\_\_\_

Рисунок 1. Модифицированная карта комплексной диагностики функциональных нарушений ЗЧС

**Жалобы.** Пациенту предлагалось оценить функциональное состояние своей жевательной системы, наличие или отсутствие боли в области ВНЧС, нарушения открывания рта. Дискомфорта и боли в области жевательной мускулатуры, боли в области лица, головы и шеи.

Нарушения в ЗЧС и ВНЧС являются пусковым моментом в развитии парафункции жевательной мускулатуры при наличии эндокринных, психоэмоциональных расстройств и сосудистой патологии. В графе «**анамнез жизни**» досконально документировалось: наличие сопутствующей патологии, аллергических реакций и травм.

Со слов пациента и из имеющейся медицинской документации фиксировались этапы развития заболевания в графе «**анамнез заболевания**».

Проводилось предварительное обследование, необходимое для подтверждения или опровержения данных о наличии болезненности ЖМ и патологии окклюзии, девиации нижней челюсти, ограничения открывания рта или гипермобильности, наличия внутрисуставных шумов.

Определена взаимосвязь между формой лицевого скелета, шириной и длиной зубных дуг и их апикального базиса. Выраженное нарушение симметрии лица может быть как следствием, так и причиной развития гипертонуса жевательной мускулатуры и заболеваний ВНЧС.

Согласно протоколу обследования проводили оценку конфигурации лица: данные внешнего осмотра лица, особенно нижнего отдела при смыкании челюстей в положении привычной окклюзии, в физиологическом покое нижней челюсти и максимальном открывании рта. Смещение НЧ в вертикальном направлении выявляли при осмотре лица анфас и в профиль; в трансверзальном направлении — анфас, в сагиттальном — в профиль. Высоту нижней трети лица определяли при смыкании челюстей в положении центральной окклюзии и физиологическом покое нижней челюсти. В норме высота окклюзии меньше, чем в физиологическом покое

в среднем на 2–3 мм (на высоту межокклюзионного промежутка). Измерение высоты проводили при помощи специальной линейки открывания рта, данные фиксировали в анкете.

Согласно материалам исследования, укорочение нижнего отдела лица не всегда совпадало с результатами измерений, иногда оно зависело от тонуса жевательной мускулатуры.

Фиксировали амплитуду открывания рта и характер движений нижней челюсти, и регистрировали разницу между исследованиями и показателями нормы. При максимальном открывании рта расстояние между режущими краями верхних и нижних резцов (в норме – от 40 до 50 мм), амплитуда боковых и передних движений нижней челюсти — около 7 мм.

Документировали величину активного и пассивного открывания рта (в мм), кривую девиации при открывании рта, латеротрузионные, протрузионные и ретрузионные движения нижней челюсти (в мм) относительно значений физиологической нормы. Наличие и локализацию болевых ощущений при выполнении основных вариантов движений нижней челюсти.

Деформации прикуса часто приводят к значительному смещению челюсти и функциональной перегрузке ЖМ. Парафункция ЖМ, в свою очередь, обуславливает нарушение топографических взаимоотношений элементов ВНЧС в статике и динамике, что является причиной микротравматизации суставных тканей.

Пальпация ЖМ является наиболее важным диагностическим этапом, обязательным для обследования пациентов с мышечно-суставной дисфункцией ВНЧС.

Проводилось определение наличия и интенсивности спазма, гипертрофии и мышечной атонии. Проводилось пальпаторное исследование жевательных, височных, латеральных и медиальных

крыловидных мышц с обеих сторон по следующей методике:

Пальпацию жевательной мышцы (*m. masseter*) проводили в области щеки следующим образом: при сомкнутых зубах (в привычном прикусе) идентифицировали передний край жевательной мышцы с обеих сторон, затем пациенту предлагали расслабиться и отступали пальцами кзади на 1–2 см, чтобы пропальпировать середину мышцы (Рис. 2).

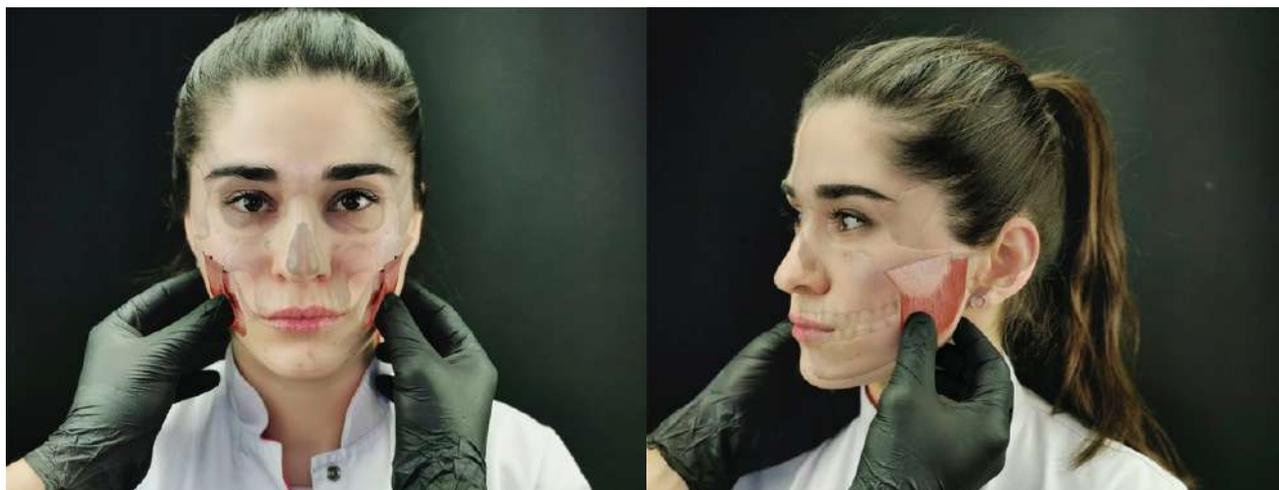


Рисунок 2. Пальпация жевательных мышц.

Пальпацию проводили в положении сидя с слегка запрокинутой головой (мышцы расслаблены), лёгкими круговыми движениями подушечками пальцев по ходу мышечного волокна сверху вниз 5–7 раз. Затем пациент максимально широко открывает рот до появления дискомфортных ощущений или незначительных болей в мышце (тест на растяжение), проводится глубокая клещевая пальпация. Производится поиск и установка локализации триггерных точек (ТТ) (Рис. 3).



Рисунок 3. Клещевая пальпация жевательной мышцы.

Исследование височной мышцы (*m. temporalis*) проводили поперечно-щипковой пальпацией в положении пациента сидя. Мышца пальпировалась одновременно справа и слева, прижатием ее к височной кости. Пальпацию начинали чуть выше области ВНЧС, на уровне верхнего края ушных раковин, накладывая указательный, средний, безымянный пальцы одновременно. Далее руки смещали вдоль передних, средних и задних пучков данной мышцы по направлению вверх и назад с расположением пальцев через 1–1,5 см (Рис. 4).



Рисунок 4. Пальпация височных мышц.

Картировали характер чувствительности пациента и интенсивность ощущений:

- «+» – умеренные ощущения,
- «++» – наличие болезненности.

ТТ – триггерная точка, давление на которую создавало иррадиирующую боль, документировалась со схемой иррадиации.

При поверхностном расположении ТТ вызывается судорожное подёргивание исследуемых участков. При расположении ТТ с внутренней поверхности венечного отростка пальпация проводится при открытом рте, прижимая мышцу к венечному отростку. Если ТТ располагаются в передней части височной мышцы, то боль может возникать во фронтальной группе зубов верхней челюсти и по медиальному краю височной мышцы.

Пальпацию латеральной крыловидной мышцы (*m. Pterygoideuslateralis*) проводили в положении «полусидя» с слегка запрокинутой головой или лёжа при полуоткрытом рте. Пальпацию задних концов обеих головок мышцы, лежащие под жевательной мышцей, проводили через отверстие между вырезкой нижней челюсти и скуловой дугой. При пальпации нижней

головки через ротовую полость палец скользит в верхний задний угол защёчного мешка, и давление осуществляется во внутрь (Рис. 5). Наличие ТТ в мышце даёт резкую болезненность глубоко в ВНЧС и в области верхнечелюстного синуса.

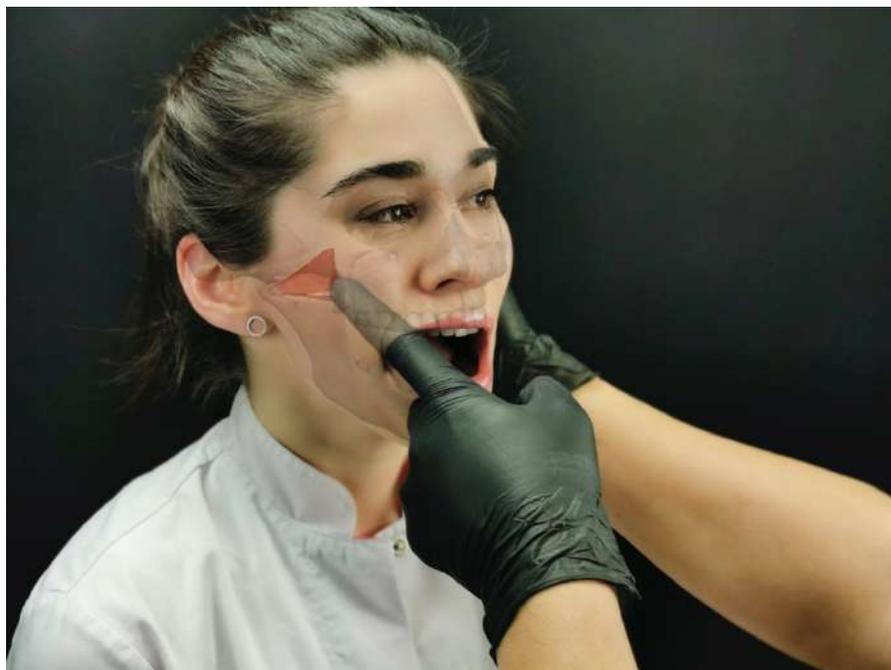


Рисунок 5. Пальпация латеральной крыловидной мышцы.

Исследование медиальных крыловидных мышц (*m. Pterygoideus medialis*) проводили с лёгким запрокидыванием головы больного. При наружной пальпации нижних отделов мышцы палец подводили под нижнюю челюсть и скользили им по внутренней поверхности челюсти от угла вверх. Нижний конец мышцы выявляется на 1 см выше угла нижней челюсти в виде плотной массы (Рис. 6).

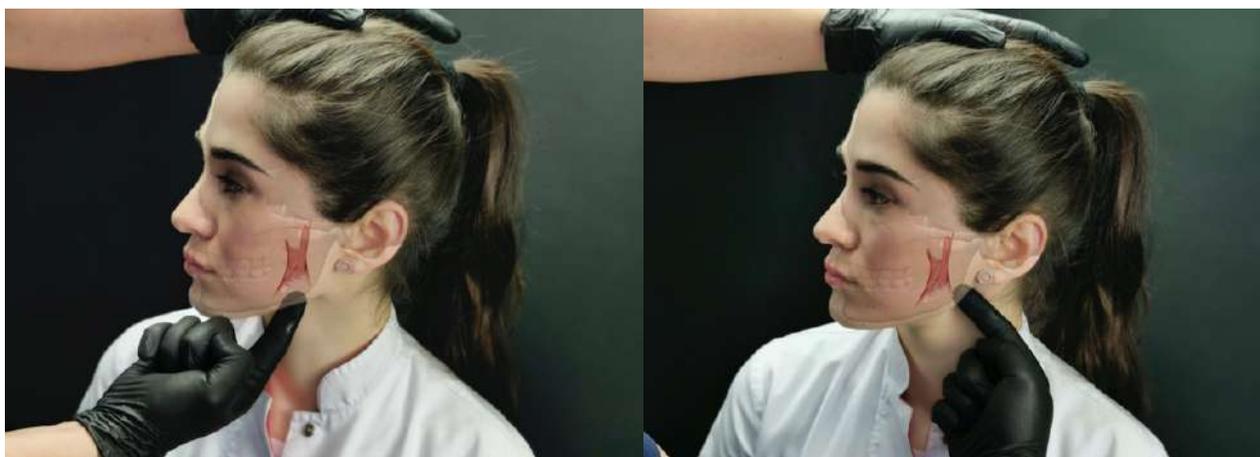


Рисунок 6. Пальпация нижних отделов медиальной крыловидной мышцы.

Пальпацию средней части брюшка мышцы осуществляли через полость рта. Кончик указательного пальца скользит по молярам до края ветви нижней челюсти, лежащей позади и латеральнее последнего моляра. Непосредственно за костным краем ветви нижней челюсти находится вертикально расположенное брюшко медиальной крыловидной мышцы (Рис. 7). ТТ, расположенные в медиальной крыловидной мышце, дают боль во рту (язык, глотка, твёрдое нёбо) и в области ниже и сзади ВНЧС, глубоко в ухе, вызывая ощущение заложенности.



Рисунок 7. Пальпация средней части брюшка медиальной крыловидной мышцы.

Аускультируются и анкетировываются шумы при движении нижней челюсти в момент фазы открывания и закрывания рта (щелчки, крепитация). Пациента просят несколько раз подряд открыть и закрыть рот. В случаях отсутствия нарушений физиологических движений нижней челюсти амплитуда открывания рта составляет 40–50 мм, движения происходят без каких-либо шумовых явлений. Выявляемые щелчки, крепитация свидетельствуют о нарушениях в суставе, связанных с изменениями суставного диска или хрящевых покровов суставных поверхностей, недостатком синовиальной жидкости и др.

Отмечали клинические признаки парафункции в полости рта: Отпечатки зубов на языке, рецессии десны, фасетки стирания на зубах, подвижность зубов и др.

Одной из возможных причин возникновения синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры является нарушение окклюзионных контактов (дефекты зубных рядов, аномалии зубных рядов и прикуса, разрушенные зубы, неравномерная стираемость зубных рядов, неправильно выбранные или изношенные ортопедические конструкции протеза), а также сочетание этих факторов.

При осмотре полости рта фиксировали зубную формулу, оценивали прикус и окклюзионные контакты. Прикус определяли при смыкании челюстей в положении привычной окклюзии по Энгляу.

Сагиттальные отклонения устанавливали по соотношению зубов обеих челюстей.

При расположении боковых зубов нижней челюсти спереди по отношению к верхним на половину ширины премоляров обозначали как нейтральный прикус (I класс по Энгляу); при расположении нижних боковых зубов дистально по отношению к верхним обозначали как дистальный прикус (II класс по Энгляу); при мезиальном расположении нижних боковых зубов обозначали как мезиальный (III класс по Энгляу).

Оценивая трансверзальные отклонения во фронтальном отделе, отмечали симметричное или несимметричное расположение срединной линии между резцами верхней и нижней челюсти; определяли вертикальные отклонения во фронтальном отделе по степени перекрывания зубов нижней челюсти зубами верхней челюсти. При перекрывании зубов нижней челюсти на величину коронки оценивали как глубокий, при отсутствии режуще-бугоркового контакта и травме нёба – как травмирующий глубокий прикус.

В норме окклюзионная поверхность левых и правых боковых зубов располагается на одном уровне, и при этом нет смещённых зубов. Оценивая окклюзионную поверхность, обращали внимание на симметричность окклюзионных поверхностей справа и слева. В боковых отделах отмечали наличие или отсутствие групповых контактов щёчных бугорков жевательных зубов, балансирующие контакты, которые характеризовались гладкими, стёртыми поверхностями. Суперконтакты определяли визуально и при помощи артикуляционной бумаги.

## **2.2. Лучевые методы обследования пациентов с аномалиями прикуса.**

### **2.2.1. Компьютерная томография**

На диагностическом этапе при отборе в основную группу исследования всем пациентам было проведено КТ челюстно-лицевой области.

Для верификации скелетного класса зубочелюстных аномалий всем пациентам по результатам КТ ЧЛО проводилась реконструкция ТРГ черепа в боковой проекции. Определение скелетного класса проводилось по методу Штайнера.

Кроме того, анализ исследования позволял оценить наличие или отсутствие костной асимметрии, определить позицию мышцелковых отростков ВНЧС и соотношение суставных элементов между собой. Помимо этого, анализ КТ проводился для диагностики костно-

деструктивных изменений, патологии зубных рядов и челюстных костей, наличия хронической инфекции.

### **2.2.2 Метод магнитно-резонансной томографии.**

Всем пациентам группы исследования проводилась магнитно-резонансная томография с целью визуализации височно-нижнечелюстного сустава и жевательной мускулатуры для подтверждения и уточнения клинически предполагаемых нарушений структуры и функции сустава и мышц.

Стандартизованная методика выполнения магнитно-резонансной томографии височно-нижнечелюстного сустава и анализа получаемых данных позволили объективно оценить морфологию и функцию всех элементов сустава. Чувствительность, специфичность и точность магнитно-резонансной томографии значительно превосходят аналогичные показатели других методов лучевой диагностики.

Исследование всех пациентов проводилось без предварительной подготовки в положении пациента лёжа на спине. Использовалась квадратная радиочастотная катушка малого диаметра (10 см) для достижения оптимального пространственного разрешения с высоким соотношением сигнал-шум. Центр катушки позиционировали на 1–2 см спереди от наружного слухового прохода.

Исследование начинали при закрытом рте (в привычной окклюзии) для определения положения внутрисуставного диска относительно мышцелкового отростка нижней челюсти и положения суставной головки в суставной ямке. Аналогично исследование проводилось с открытым до 3 см ртом для определения подвижности внутрисуставного диска и мышцелкового отростка нижней челюсти. Открывание рта до 3 см является оптимальным, поскольку в этом положении верхушка мышцелкового отростка нижней челюсти находится под вершиной суставного бугорка.

После получения пилотных томограмм (локалайзера) выполнялось сканирование в аксиальной плоскости в быстрой импульсной последовательности и получением T1 взвешенных изображений (ВИ). По подходящему скану, на котором четко визуализировалась суставная головка, планировались косо-сагиттальные и косо-коронарные срезы для исследования ВНЧ суставов.

Косо-сагиттальные срезы (Pd ВИ и T2 ВИ) выстраивались перпендикулярно длинной оси суставной головки с получением 12-14 срезов через каждый сустав с толщиной срезов 2,5 мм с промежутками между ними в 0,3 мм. Область исследования включала наружный слуховой проход, дно височной ямки, восходящую ветвь нижней челюсти, мышцы, вплетающиеся в капсулу сустава.

Косо-коронарные срезы (Pd ВИ) выстраивались параллельно длинной оси головок нижней челюсти. Эти проекции предпочтительны для оценки бокового смещения диска, строения головки мышечного отростка нижней челюсти.

Принципы построения срезов в положении привычной окклюзии и при открывании рта были идентичными.

У всех пациентов группы исследования при осмотре выявлялись признаки гипертонуса жевательных и височных мышц, а также косвенные признаки гипертонуса латеральных крыловидных мышц. На основании этого и с учетом данных литературы исследование жевательной группы мышц было включено в протокол МРТ ВНЧС. С этой целью дополнительно выполнялись T2 ВИ в аксиальной плоскости и T2 ВИ с подавлением жира в коронарной плоскости через всю лицевую зону. Эти изображения позволяли детальнее оценивать форму и структуру мышц.

Проводилось сравнение формы и поперечного сечения одноименных мышц с правой и левой стороны между собой. С целью поиска патологических очагов в мышцах проводился анализ их структуры, а также

проводилась оценка количества и ширины внутримышечных жировых прослоек.

### **2.3. Методика электромиографического обследования пациентов для диагностики парафункции жевательной мускулатуры.**

Метод электромиографии позволяет оценить степень и продолжительность мышечной активности.

В нашем исследовании мы применяли метод поверхностной электромиографии. Одним из наиболее важных преимуществ этого метода является его неинвазивность.

Анализируя данные интерференционной электромиографии, определяли: амплитуду, длительность и течение биоэлектрической активности за время функциональных проб и соотношение активности мышц одной группы и разных групп.

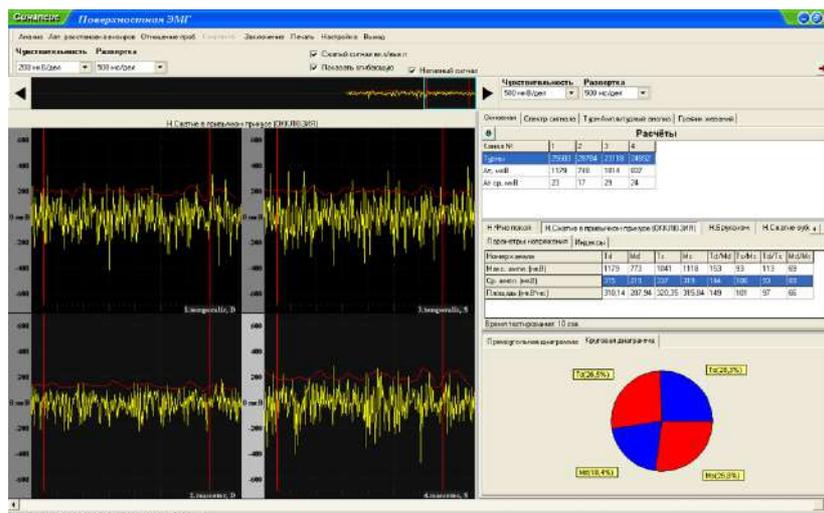
Качественный анализ ЭМГ заключается в описании ее характера (насыщенная, ненасыщенная) и огибающей (плавное или резкое нарастание и спад активности, количество фаз). Количественно описывалась длительность фаз активности и покоя, временные интервалы между началом активности в различных мышцах при проведении функциональных проб. Общую величину электрической активности мышцы определяли путем измерения амплитуд колебаний ЭМГ. В норме в физиологическом покое спонтанной биоэлектрической активности не выявляется. При нарушениях могут выявляться: потенциалы фибрилляций, положительные острые волны (денервационная) и потенциалы фасцикуляций (спонтанное сокращение мышечных волокон). При этом нормальные потенциалы действия двигательной единицы возникают при напряжении мышцы. Обычно они имеют 2-3 фазы, а потенциалы действия,

включающие свыше 4-х фаз, называются полифазными (в мимических мышцах взрослого человека их не более 18%).

Для оценки биоэлектрических потенциалов жевательной мускулатуры у пациентов группы исследования использовался аппарат диагностики поверхностной ЭМГ – 4-канальный блок СИНАПСИС (Нейротех, программное обеспечение от 2013 года) (Рис. 8).



А.



Б.

Рисунок 8. А. Аппарат для проведения поверхностной электромиографии. 4-х канальный блок СИНАПСИС (Нейротех). Б. Программа Синапсис. Окно проведения поверхностной электромиографии (программное обеспечение от 2013 года).

Анализ программного обеспечения аппарата ЭМГ выявил ошибки в алгоритме работы аппарата и расчете индексов диагностических проб. Для работы с диагностическим аппаратом оказалось необходимым разработать протокол анализа и расчета параметров интерференционной ЭМГ (Таб. 1).

Таблица 1. Протокол анализа и расчета параметров интерференционной ЭМГ.

Индекс	Значение	Формула расчета	Относительная норма
<b>КСВМ</b>	показывает симметричность распределения биоэлектрической активности между правой и левой височными мышцами	<p><b>КСВМ=100% - TL/TR*100%,</b>  <i>при TR&gt;TL</i></p> <p><b>КСВМ= TL/TR*100% - 100%,</b>  <i>при TR&lt;TL</i></p> <p>КСВМ=0%, при TR=TL.</p> <p>TR– среднее значение амплитуды правой височной мышцы</p> <p>TL – среднее значение амплитуды левой височной мышцы</p>	0±15%

<b>КСЖМ</b>	показывает распределение биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами	<p><b>КСЖМ = 100 % - ML/MR*100% при <math>MR &gt; ML</math></b></p> <p><b>КСЖМ = MR/ML*100% - 100% при <math>MR &lt; ML</math></b></p> <p>КСЖМ = 0%, при <math>MR = ML</math></p> <p>MR – среднее значение амплитуды правой жевательной мышцы</p> <p>ML – среднее значение амплитуды левой жевательной мышцы</p>	0±15%
<b>КВЖС</b>	Показывает соотношение активности височных и жевательных мышц	<p><b>КВЖС = 100 %- <math>\frac{sumMas}{sumTemp} * 100 \%</math>,</b>  <i>при <math>sumTemp &gt; sumMas</math></i></p> <p><b>КВЖС = <math>\frac{sumTemp}{sumMas} * 100 \%</math> - 100%,</b>  <i>при <math>sumTemp &lt; sumMas</math></i></p> <p>КВЖС = 0 %, <i>при <math>sumTemp = sumMas</math></i></p> <p><math>sumTemp = TR + TL</math> – сумма средних амплитуд височных мышц</p> <p><math>sumMas = MR + ML</math> – сумма средних амплитуд жевательных мышц</p>	0±20%
<b>КС</b>	показывает симметричность распределения биоэлектрической активности между височной и жевательной мышцами справа и слева	<p><b>КС = 100 % - <math>\frac{sumL}{sumR} * 100 \%</math>,</b>  при <math>sumR &gt; sumL</math></p> <p><b>КС = <math>\frac{sumR}{sumL} * 100 \%</math> - 100%,</b>  при <math>sumR &lt; sumL</math></p> <p>КС = 0 %, при <math>sumR = sumL</math></p>	0±15%

		$sumR = TR + MR$ – сумма средних амплитуд правой височной и жевательной мышцы $sumL = TL + ML$ – сумма средних амплитуд левой височной и жевательной мышцы	
<b>ИМПАСТ</b>	суммарный тонус жевательной мускулатуры	<b>ИМПАСТ = TR+TL+MR+ML</b>	$\leq 1500$ мкВ

В результате проработки алгоритма была сформирована методика и протокол анализа данных ЭМГ с использованием программного обеспечения СИНАПСИС и 4-канального блока электромиографа. Выполнена верификация основных показателей для оценки, анализа и интерпретации основных параметров данных ЭМГ-исследования. По протоколу проделанной работы получен патент RU 2723613 С1.

При помощи разработанной нами методики проводилась оценка функционального состояния височных и жевательных мышц при относительном физиологическом покое нижней челюсти, при сжатии челюстей в позиции привычной окклюзии, при сжатии челюстей на ватных валиках, а также при сжатии челюстей на окклюзионно-стабилизирующем аппарате (при его наличии).

Преобразование аналогового сигнала в цифровой, с последующей его обработкой обеспечивает разработанная совместно с компанией «Нейротех» компьютерная программа Синапсис (программное обеспечение от 2019г.). Перед началом исследования пациенту объясняли безвредность и безболезненность процедуры. Кожные покровы лица в местах фиксации электродов тщательно обрабатывали спиртом. Использовали одноразовые поверхностные электроды с жидким

токопроводящим гелем. Электроды подключали согласно инструкции, прописанной в программном обеспечении электромиографа. Для стандартизации и получения воспроизводимых результатов поверхностной электромиографии применялась лицевая дуга с фиксированным на ней ватерпасом (Рис. 9).

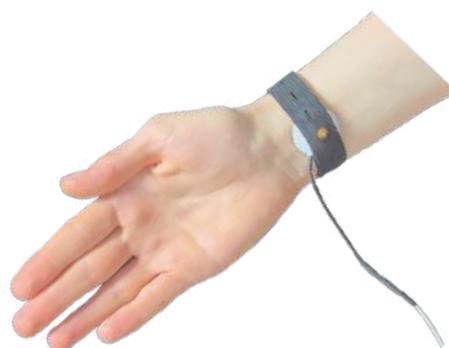


Рисунок 9. Лицевая дуга с фиксированным на ней ватерпасом.

Пассивный заземляющий электрод накладывали на запястье правой руки, предварительно нанеся на него токопроводящий гель (Рис.10).



А.



Б.

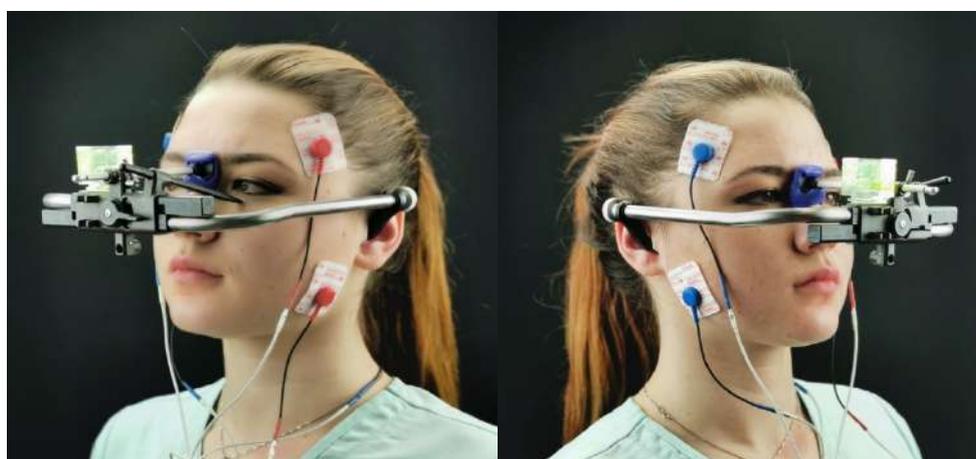
Рисунок 10. А. Токопроводящий гель (Унигель). Б. Пассивный заземляющий электрод на запястье.

Запись электромиограмм осуществляли с жевательных мышц и передних пучков височных мышц (Рис.11).



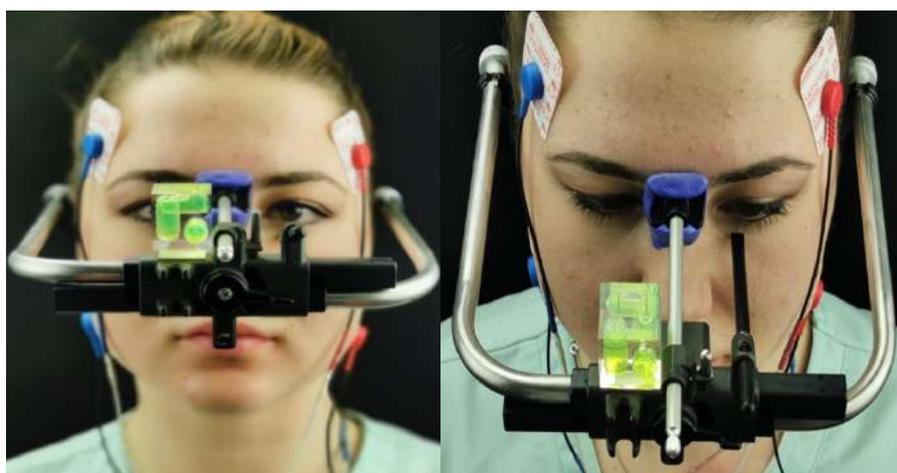
А.

Б.



В.

Г.



Д.

Е.

Рисунок 11. (А-Е) Положение головы пациента с лицевой дугой и фиксированными электродами для проведения поверхностной электромиографии.

Для анализа и интерпретации электромиограмм в нашем исследовании были впервые применены и использованы диагностические индексы КСВМ (коэффициент симметрии височных мышц), КСЖМ (коэффициент симметрии жевательных мышц), КВЖС (коэффициент височно-жевательного соотношения) и СКС (суммарный коэффициент симметрии).

Расчет индексов проводился по следующему алгоритму:

**КСВМ (Коэффициент симметрии височных мышц) – показывает симметричность распределения биоэлектрической активности между правой и левой височными мышцами, где:**

TR – среднее значение амплитуды правой височной мышцы

TL – среднее значение амплитуды левой височной мышцы

$КСВМ = 100\% - TL/TR * 100\%$ , при  $TR > TL$

$КСВМ = TL/TR * 100\% - 100\%$ , при  $TR < TL$

$КСВМ = 0\%$ , при  $TR = TL$ .

**КСЖМ (коэффициент симметрии жевательных мышц) – показывает симметричность распределения биоэлектрической активности между правой и левой жевательными мышцами, где:**

MR – среднее значение амплитуды правой жевательной мышцы

ML – среднее значение амплитуды левой жевательной мышцы

$КСЖМ = 100\% - ML/MR * 100\%$  при  $MR > ML$

$КСЖМ = MR/ML * 100\% - 100\%$  при  $MR < ML$

$КСЖМ = 0\%$ , при  $MR = ML$

**КВЖС (коэффициент височно-жевательного соотношения) – показывает распределение биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами, где:**

$\text{sumTemp} = \text{TR} + \text{TL}$  – сумма средних амплитуд височных мышц

$\text{sumMas} = \text{MR} + \text{ML}$  – сумма средних амплитуд жевательных мышц

$\text{КВЖС} = 100 \% - \text{sumMas}/\text{sumTemp} * 100 \%$ , при  $\text{sumTemp} > \text{sumMas}$

$\text{КВЖС} = \text{sumTemp}/\text{sumMas} * 100 \% - 100\%$ , при  $\text{sumTemp} < \text{sumMas}$

$\text{КВЖС} = 0 \%$ , при  $\text{sumTemp} = \text{sumMas}$

**СКС (суммарный коэффициент симметрии) – показывает симметричность распределения биоэлектрической активности между височной и жевательной мышцами справа и слева.**

$\text{sumR} = \text{TR} + \text{MR}$  – сумма средних амплитуд правой височной и жевательной мышцы

$\text{sumL} = \text{TL} + \text{ML}$  – сумма средних амплитуд левой височной и жевательной мышцы

$\text{СКС} = 100 \% - \text{sumL}/\text{sumR} * 100 \%$ , при  $\text{sumR} > \text{sumL}$

$\text{СКС} = \text{sumR}/\text{sumL} * 100 \% - 100\%$ , при  $\text{sumR} < \text{sumL}$

$\text{СКС} = 0 \%$ , при  $\text{sumR} = \text{sumL}$

**ИМРАСТ (Сумма амплитуд жевательных и височных мышц) – суммарный тонус жевательной мускулатуры.**

$\text{ИМРАСТ} = \text{TR} + \text{TL} + \text{MR} + \text{ML}$ .

## **2.4. Методы лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры.**

### **2.4.1. Применение окклюзионно-стабилизирующего аппарата для стабилизации конструктивного прикуса в позиции центрального соотношения челюстей и коррекции тонуса жевательной мускулатуры.**

Первым этапом после регистрации центрального соотношения челюстей проводилось изготовление окклюзионно-стабилизирующего аппарата в позиции центрального соотношения челюстей в индивидуально-настраиваемом артикуляторе. Окклюзионный аппарат изготавливался по типу Мичиганской шины методом фрезерования.

Основные функции ОСА:

- Защита зубных рядов и ВНЧС от парафункции
- Релаксация мышц
- Позиционирование нижней челюсти в центральном соотношении
- Репозиция суставных элементов

Показания к применению ОСА:

- Отсутствие окклюзионно-стабильного положения нижней челюсти в привычном прикусе
- Дислокация суставных дисков
- Мышечная дисфункция
- Снижение высоты прикуса
- Компрессия суставных элементов вследствие смещения мышечковых отростков

Противопоказания к применению ОСА:

- Отсутствие диагностических данных КТ челюстно-лицевой области, МРТ ВНЧС

- Разрушенные зубные ряды
- Неудовлетворительная гигиена полости рта
- Наличие острых и хронических очагов воспаления в челюстно-лицевой области

- Наличие гнойно-воспалительных процессов

Непосредственно перед этапом наложения окклюзионно-стабилизирующего аппарата в полости рта проводится коррекция окклюзионных контактов в артикуляторе. Для формирования «клыкового ведения» и «сагиттального резцового пути» на ОСА необходимо наличие наклонной плоскости во фронтальном отделе ОСА, а также необходимо соблюдение принципов построения трансверзальной кривой Уилсона и сагиттальной кривой Шпее.

После этапа припасовки и наложения ОСА в полости рта пациента проводится коррекция окклюзионных контактов в позиции центрального соотношения челюстей по общепринятой методике. Коррекции проводятся с целью достижения стабильного положения нижней челюсти в привычном прикусе.

Цикл коррекций ОСА проводился по следующей схеме:

- Коррекция смыкания в положении центральной окклюзии в момент наложения окклюзионного аппарата.

- Коррекция контактов через 5-7 суток после наложения аппарата в центральной и динамической окклюзиях

- Коррекция контактов через 10-12 суток

Рекомендации по использованию ОСА: адаптация к ОСА должна проходить постепенно, перерыв в ношении ОСА в течение суток не должен превышать 5 часов, обязательным является ночное ношение аппарата на весь период лечения и реабилитации. Превышение высоты физиологического покоя при использовании ОСА нежелательно [25].

Применение окклюзионно-стабилизирующего аппарата в позиции центрального соотношения челюстей позволяет значительно уменьшить компрессионные явления в полости ВНЧС, перераспределить биоэлектрическую активность жевательной мускулатуры, снизить общий электрический потенциал жевательной мускулатуры, создать благоприятные условия для возможности дальнейшей реабилитации пациентов.

#### **2.4.2 Применение ботулинического токсина типа А у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры для коррекции тонуса жевательных мышц.**

Инъекции ботулинического токсина типа А проводили пациентам по результатам электромиографического исследования.

*Показания к проведению инъекции нейротоксина в жевательную мускулатуру:*

- ИМРАСТ при сжатии в окклюзии и на ватных валиках более чем 1500мкВ
- Отмечается выраженная асимметрия распределения биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами

- Асимметрия распределения биоэлектрической активности и гипертонус жевательной мускулатуры
- Асимметрия распределения биоэлектрической активности на окклюзионно-стабилизирующем аппарате.
- Асимметрия распределения биоэлектрической активности и гипертонус жевательной мускулатуры на окклюзионно-стабилизирующем аппарате.

Пациентам проводилась инъекция ботулинического токсина типа А в объеме 50 ЕД (препарат «Релатокс», Россия) в 2 мл физиологического раствора (время растворения – 2 минуты). Инъекция проводилась в жевательные мышцы, височные мышцы и латеральные крыловидные мышцы.

*Методика процедуры инъекции нейротоксина в латеральную крыловидную мышцу.*

После обработки операционного поля спиртовым раствором, на кожу наносятся соответствующие ориентиры, отражающие положение элементов сустава: мышцелковый отросток и суставной бугорок. Инъекция проводится под контролем игольчатого электромиографа МИСТ (Нейротех). Игла-электрод вводится на уровне вершины суставного бугорка, рот пациента полуоткрыт. Направление введения иглы – кнутри, дистально и вверх по направлению к головке мышцелкового отростка (Рис.12-13).

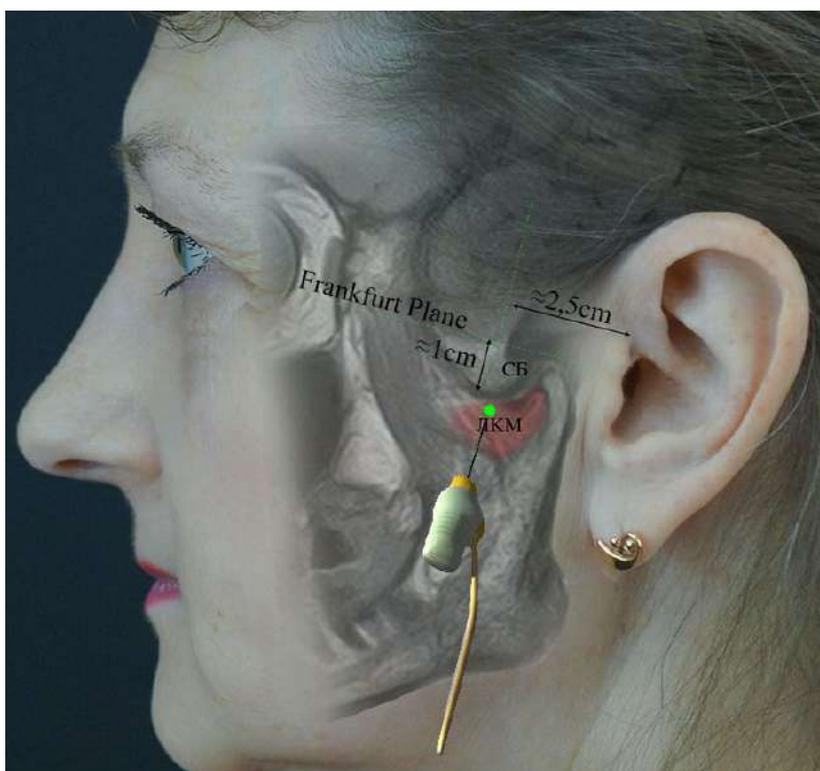


Рисунок 12. Схема введения иглы в латеральную крыловидную мышцу.

СБ – суставной бугорок. ЛКМ – латеральная крыловидная мышца.

Frankfurt Plane – франкфуртская горизонталь.



А.



Б.

Рисунок 13. А. Процедура инъекции ботулинического токсина типа А в латеральную крыловидную мышцу с миографическим контролем. Б.

Многофункциональный электромиографическое устройство.

Клиническим признаком, что конец иглы находится в толще латеральной крыловидной мышцы является характерный звук электромиографа. При широком открывании рта этот звук усиливается вследствие сокращения латеральной крыловидной мышцы. Целесообразно использовать игольчатые электроды соответствующих размеров: длина - 75мм, диаметр - 0.70мм.

Затем вводится инсулиновым шприцем 2.5-5 ЕД нейротоксина в латеральные крыловидные мышцы с двух сторон.

*Методика процедуры инъекции нейротоксина в жевательную мышцу.*

После обработки операционного поля спиртовым раствором при сжатых зубных рядах пациента, указательным и большим пальцами левой руки нужно выделить жевательную мышцу. При помощи инсулинового шприца проводится 4 инъекции нейротоксина на всю длину иглы общим объемом 10 ЕД, аналогично с другой стороны.

*Методика процедуры инъекции нейротоксина в височную мышцу.*

После обработки операционного поля спиртовым раствором при сжатых зубных рядах пациента, указательным и большим пальцами левой руки нужно выделить височную мышцу. При помощи инсулинового шприца проводится 4 инъекции нейротоксина в передний и средний пучки височной мышцы в максимально напряженные точки общим объемом 10 ЕД, аналогично с другой стороны.

Согласно данным современной литературы, ботулинический токсин типа А нарушает передачу нервного импульса с нервного окончания на мышцу. В норме при передаче импульса в том месте, где нервное окончание соединяется с мышцей, высвобождается ацетилхолин. Это «посредник», вызывающий мышечные сокращения. Пузырьки ацетилхолина подходят к внешней оболочке нервного окончания. Для высвобождения ацетилхолина

пузырьки должны объединиться с мембраной. Чтобы это произошло, нужен комплекс белков – SNARE.

Ботулотоксин проникает сквозь мембрану нервного окончания и «отрезает» определенные белки. Ботулинический токсин типа А, атакует белок SNAP-25. То есть комплекс SNARE сразу становится неполноценным, а без него пузырьки с ацетилхолином не способны объединиться с клеточной мембраной. Поэтому они остаются внутри нервного окончания. В результате, хотя нервы и посылают сигналы, мышцы не сокращаются.

### **2.4.3 Методы лечения пациентов с заболеваниями ВНЧС.**

У пациентов с выраженным ограничением подвижности ВНЧС проводилась операция «Артроцентез и лаваж ВНЧС справа и слева с введением в полости сустава гиалуроновой кислоты и PRGF» согласно предложенному алгоритму лечения на кафедре Челюстно-лицевой и пластической хирургии МГМСУ (патент RU 2723613 С1). Эффективность данной малоинвазивной хирургической методики при лечении заболеваний ВНЧС на сегодняшний день подтверждена значительным количеством исследований.

Согласно данным литературы артроцентез и лаваж ВНЧС способствует эвакуации основных факторов воспалительного процесса, поддерживающих воспаление цитокинов, IL-1B, IL-6, TNF $\alpha$ , медиаторов, связанных с развитием болевого синдрома, простагландинов (PGE $_2$ ), протеиназ, а также восстановлению баланса дегенеративных и воспалительных процессов в полости сустава.

Манипуляции заканчивали позиционированием окклюзионно-стабилизирующего аппарата в полости рта.

## 2.5. Методы статистической обработки полученных результатов.

Расчет выполнен на персональном компьютере с использованием приложения Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corp., USA) и пакета статистического анализа данных IBM SPSS Statistics 26.

Для описания различий в группах пациентов и анализа динамики показателей во времени рассчитываются следующие описательные статистики:

Среднее арифметическое ( $\bar{x}$ ). Вычисляется по формуле:  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ , где  $n$  - размер выборки (количество пациентов).

Стандартное отклонение ( $\sigma$ ). Вычисляется по формуле:  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ , где  $n$  - размер выборки (количество пациентов).

Стандартная ошибка среднего значения (SE) вычисляется по формуле:  $SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ , где  $n$  - размер выборки (количество пациентов).

Доверительный интервал для среднего значения вычисляется по формуле:  $I_m = \left( \bar{x} - t_{(1+\beta)/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \bar{x} + t_{(1+\beta)/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$ , где  $t_{(1+\beta)/2}$  - значение обратной функции t-распределения Стьюдента с параметрами  $n - 1$  и  $(1 + \beta) / 2$ ,  $\beta$  - доверительный уровень, выраженный в долях (0,95),  $n$  - размер выборки (количество пациентов).

Медиана ( $Me$ ) - вторая квартиль. Представляет собой центральное значение упорядоченных по возрастанию значений измеряемого показателя: делит выборку на 2 равные части (50% и 50%). В случае четного количества измерений медиана вычисляется как среднее арифметическое из двух центральных значений.

Выбор статистического критерия для сравнения групп пациентов по количественному показателю (т.е. для сравнения независимых выборок) или расчет коэффициента корреляции для оценки силы влияния одного количественного показателя на другой осуществляется после проверки соответствия распределения нормальному закону. В пакете SPSS используется критерий Колмогорова-Смирнова с расчетом значимости по Лиллефорсу.

Нулевая гипотеза ( $H_0$ ): эмпирическое распределение соответствует нормальному закону распределения.

Далее рассчитывается величина  $D_a = \max\{D_+, D_-\}$ , где  $D_+ = \max\{\hat{F}(x_i) - F(x_i)\}$ ,

$D_- = \max\{F(x_i) - \hat{F}(x_{i-1})\}$ , где  $\hat{F}(x_i)$  – выборочная функция распределения,  $F(x_i)$  – функция нормального распределения с параметрами (среднее и стандартное отклонение), полученными по

выборке. Далее рассчитывается величина  $D_b = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ , где:

Если  $n \leq 100$ , то  $a = -7.01256(n + 2.78019)$ ,

$$b = 2.99587\sqrt{n + 2.78019},$$

$$c = 2.1804661 + \frac{0.974598}{\sqrt{n}} + \frac{1.67997}{n}.$$

Если  $n > 100$ , то  $a = -7.90289126054 \cdot n^{0.98}$ ,

$$b = 3.180370175721 \cdot n^{0.49},$$

$$c = 2.2947256$$

Расчет фактического уровня значимости осуществляется так:

Если  $D_a = D_c$ , то  $\alpha_{\text{факт}} = 0,1$

Если  $D_a > D_c$ , то  $\alpha_{\text{факт}} = \exp\{aD_a^2 + bD_a + c - 2.3025851\}$

Если  $D_{0,2} \leq D_a < D_c$ , то  $\alpha_{\text{факт}}$  рассчитывается методом линейной интерполяции между значениями  $D_{0,2}$  и  $D_c$ , где  $D_{0,2}$  – критическое значение для вероятности 0,2

Если  $D_a > D_{0,2}$ , то выводится  $\alpha_{\text{факт}} > 0,2$

Сравнение групп пациентов по количественному показателю (т.е. для сравнения независимых выборок) или расчет коэффициента корреляции для оценки силы влияния одного количественного показателя на другой осуществлялся с использованием критерия Шапиро-Уилка.

Нулевая гипотеза ( $H_0$ ): эмпирическое распределение соответствует нормальному закону распределения.

$$W = \left( \frac{\sum_{i=1}^N b_i x_i}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \right)^2, \text{ где } b_i -$$

Критерий рассчитывается по формуле:  
константы.

Константа вычисляется (матричная форма записи):  $b = (m' m)^{-\frac{1}{2}} m$ , где  $m$  - вектор математических ожиданий, вычисленный на основе упорядоченных сгенерированных выборок численностью  $N$ , распределенных по стандартному нормальному закону.

Приближенная оценка данного вектора вычисляется по формуле  
, где  $\psi$  – обратная функция стандартного нормального распределения.

Статистика критерия не относится к какому-либо стандартному типу распределения, поэтому для практических вычислений ее трансформируют с последующей аппроксимацией по стандартному нормальному закону.

Кроме того, имеются другие аппроксимации, действительные для численности выборок до 5000.

Если считать, что статистика критерия для практических вычислений имеет стандартное нормальное распределение, то достигнутый уровень значимости критерия рассчитывается  $\alpha_{факт} = 2 \cdot (1 - \Phi(|z|))$ . Если  $\alpha_{факт} > 0,05$ , то  $H_0$  принимается.

Для визуализации при сравнении групп пациентов по количественной характеристике и для анализа динамики изменений значений количественных показателей во времени (до инъекции, через 2 и через 4 недели после инъекции) используется ящичная диаграмма (Рис.14).

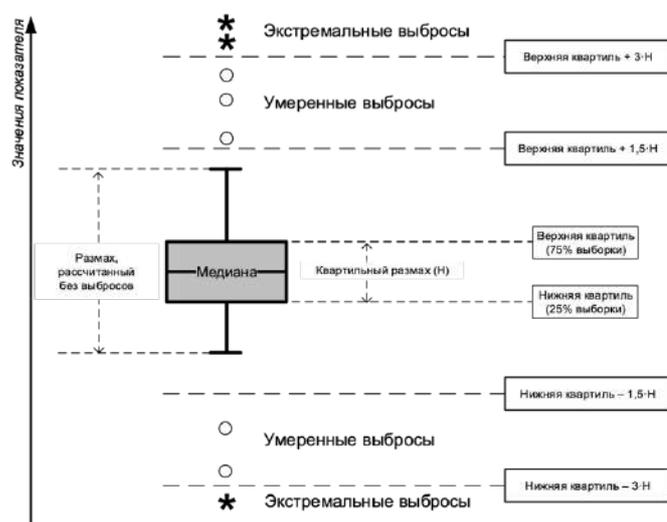


Рисунок 14. Интерпретация ящичной диаграммы.

При сравнении групп пациентов по количественному показателю при условии, что распределение этого показателя хотя бы в одной группе противоречит нормальному закону используется критерий Краскела-Уоллиса.

выдвинуть гипотезу  $H_0$  о том, что номинальный фактор с  $k$  значениями не влияет на количественный отклик

ранжировать все значения отклика. Ранг 1 присваивается самому маленькому по величине значению, ранг 2 – следующему по величине и т.д. Равным значениям присваиваются средние ранги

вычислить  $R_i$  - сумму рангов по  $i$ -ой группе,  $i = \overline{1, k}$

вычислить статистику критерия:  $H = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$ , в случае

$$H' = \frac{H}{1 - \frac{\sum_{i=1}^w (t_i^3 - t_i)}{N^3 - N}}$$

связанных рангов делается поправка: где  $w$  - число групп равных рангов, причем  $i$ -ая группа содержит  $t_i$  повторений

статистика критерия имеет распределение хи-квадрат с числом степеней свободы  $df = k - 1$ . В Microsoft Excel 2010 фактический уровень значимости

$$\alpha_{\text{факт}} = \text{ХИ2.РАСП.ПХ}(H; df)$$

если  $\alpha_{\text{факт}} > 0,05$ , то  $H_0$  принимается

Критерий Фридмана используется при анализе динамики количественного показателя во времени: до инъекции, через 2 и через 4 недели после инъекции. Данные – зависимые выборки, т.е. когда для одного и того же пациента есть данные как до инъекции, так и через 2 и через 4 недели после инъекции.

Идея критерия: выяснить, значимо ли различаются медианные значения в трех и более сравниваемых группах (нулевая гипотеза – различий нет)

записать данные каждой из  $k$  групп (до, 2 нед., 4 нед.) в отдельных столбцах. Строки таблицы – пациенты

ранжировать данные по строкам. Ранг 1 присваивается самому маленькому по величине значению, ранг 2 – следующему по величине и т.д. Равным значениям присваиваются средние ранги

суммировать ранги по столбцам и получить числа  $R_i, i = 1, 2, \dots, k$

$$\chi^2 = \frac{\frac{12}{Nk(k+1)} \cdot \sum_{i=1}^k R_i^2 - 3N(k+1)}{1 - \frac{1}{Nk(k^2-1)} \cdot \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^k (t_{ji}^3 - t_{ji})}$$

вычислить статистику критерия:

, где  $t_{ji}$  -

число равных рангов в  $i$ -ой строке,  $N$  - число пациентов

статистика критерия имеет распределение хи-квадрат Пирсона с числом степеней свободы  $df = k - 1$ . В Microsoft Excel рассчитать значимость можно по формуле: ХИ2.РАСП.ПХ( $\chi^2, df$ ). Если результат превышает 0,05, то нулевая гипотеза принимается.

Для анализа влияния одного количественного показателя на другой при условии, когда распределение хотя бы одного из них противоречит нормальному закону используется критерий Спирмена.

выдвинуть гипотезу  $H_0$  о том, что количественный фактор ( $x$ ) не влияет на количественный отклик ( $y$ ) (т.е. гипотезу об отсутствии корреляции,  $H_0 : \rho_s = 0$ )

$$\rho_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^N d_i^2}{N(N^2 - 1)}$$

вычислить коэффициент корреляции Спирмена:

- квадрат разности рангов фактора и отклика,

в случае связанных рангов коэффициент корреляции Спирмена

вычисляется по формуле:  $\rho_s = \frac{T_x + T_y - \sum_{i=1}^N d_i^2}{2 \cdot \sqrt{T_x \cdot T_y}}$ , где  $T_x = \frac{N^3 - N - ST_x}{12}$ ,  $ST_x = \sum_{j=1}^w (t_j^3 - t_j)$ ,  $w$  -

число групп равных рангов фактора, причем  $j$ -ая группа содержит  $t_j$

повторений,  $T_y = \frac{N^3 - N - ST_y}{12}$ ,  $ST_y = \sum_{i=1}^v (t_i^3 - t_i)$ ,  $v$  - число групп равных рангов

отклика, причем  $l$ -ая группа содержит  $t_l$  повторений,  $d_i^2$  - квадрат разности рангов фактора и отклика

вычислить статистику 
$$t = |\rho_s| \cdot \sqrt{\frac{N-2}{1-\rho_s^2}}$$

статистика имеет распределения Стьюдента с числом степеней свободы  $df = N - 2$ . В Microsoft Excel 2010 фактический уровень значимости

$\alpha_{факт} = \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2X}(t; df)$

если  $\alpha_{факт} > 0,05$ , то  $H_0$  принимается

Для описания тесноты связи между двумя количественными показателями на основе коэффициента корреляции применялась шкала Чеддока (Таб. 2).

Таблица 2. Шкала Чеддока.

<b>Абсолютное значение коэффициента корреляции</b>	<b>Сила связи</b>
0,1 – 0,3	Слабая
0,3 – 0,5	Умеренная
0,5 – 0,7	Заметная
0,7 – 0,9	Высокая
0,9 – 0,99	Весьма высокая

*Одновыборочный T-критерий Стьюдента используется для проверки значимости отличий среднего значения количественного показателя от нормы.*

Критерий проверяет нулевую гипотезу об отсутствии значимых отличий среднего значения от целевого (в данных расчетах это 0)

Статистика критерия рассчитывается по формуле:  $t = \frac{\bar{x}}{SE}$ . Статистика критерия имеет распределение Стьюдента с  $n - 1$  степенью свободы. Значимость может быть рассчитана в Microsoft Excel по формуле =СТЮДЕНТ.ОБР.2Х(  $|t|$ ;  $n - 1$  ). Если результат превышает 0,05, то нулевая гипотеза принимается.

### **ГЛАВА 3. Результаты обследования пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий, направленного на выявление синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры.**

В результате проведенного исследования было обследовано 120 пациентов. Основная группа исследования состояла из 90 пациентов с наличием синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры. Пациенты были разделены на 3 подгруппы:

- Первая подгруппа – пациенты со смыканием зубных рядов по I классу Энгля (условно нейтральный тип прикуса I-N (neutral)) и наличием внутренних нарушений ВНЧС и гипертонусом жевательной мускулатуры.
- Вторая подгруппа – пациенты со смыканием зубных рядов по II классу Энгля (условно дистальный тип прикуса II-D (distal)) и наличием внутренних нарушений ВНЧС и гипертонусом жевательной мускулатуры
- Третья подгруппа – пациенты со смыканием зубных рядов по III классу Энгля (условно мезиальный тип прикуса III-M (mesial)) и наличием внутренних нарушений ВНЧС и гипертонусом жевательной мускулатуры.

Контрольная группа (К) состояла из 30 клинически здоровых лиц.

#### **3.1. Долевой состав пациентов групп исследования.**

В главе приведены сведения о 90 обследованных пациентах с наличием синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры (37 мужчин и 53 женщин). Также была сформирована контрольная группа, состоявшая из 30 клинически здоровых лиц (12 мужчин и 18 женщин). Согласно задачам исследования в подгруппах I-N, II-D и III-M были отобраны случаи с нейтральным, дистальным и мезиальным прикусом.

Таблица 3. Количественный анализ пациентов мужского и женского пола по типу прикуса.

	Мужчины	Женщины	n
I-N	10	20	30
II-D	12	18	30
III-M	15	15	30
Общее			90

Таблица 4. Анализ пациентов мужского и женского пола по типу прикуса в процентах

	Мужчины	Женщины
I-N	27	38
II-D	32	34
III-M	41	28

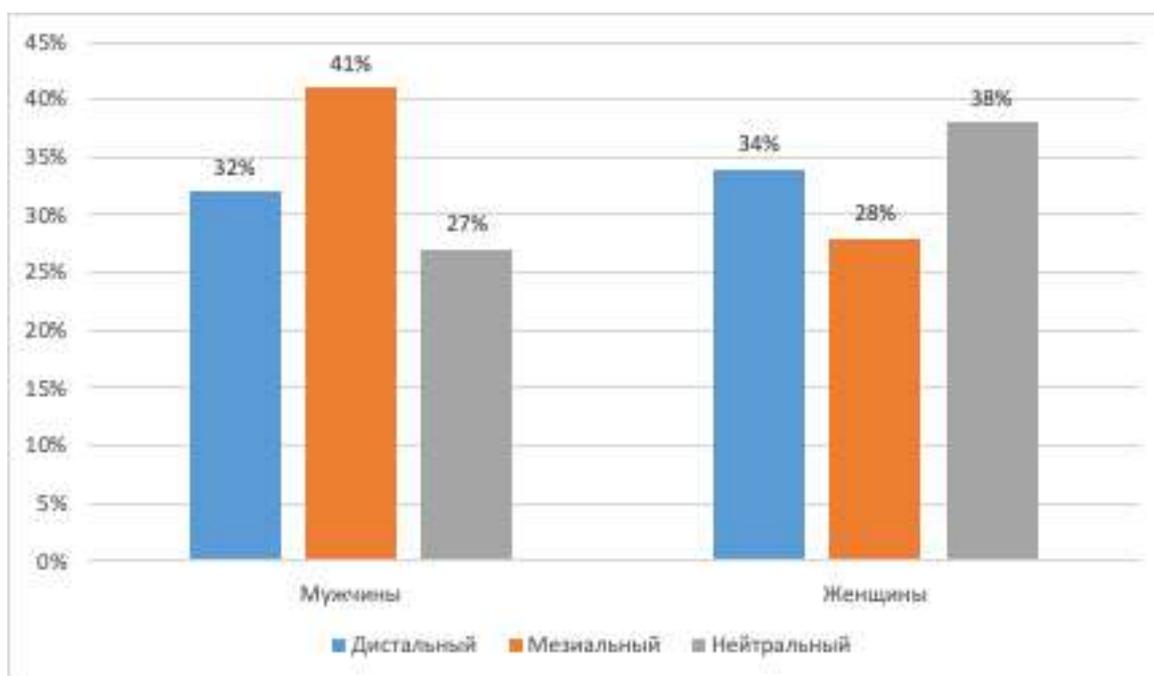


Рисунок 15. Диаграмма распределения пациентов по типу прикуса, процентное соотношение.

### 3.2. Результаты клинического обследования пациентов.

В качестве основных параметров клинического обследования пациентов, характеризующих состояние зубочелюстной системы на диагностическом этапе, были выбраны:

- Величина максимального открывания рта (в мм). Измерение проводилось между режущими краями верхних и нижних резцов (в норме от 40 до 50 мм).
- Оценка болевых ощущений при максимальном открывании рта в области ВНЧС и мышц лица по «Визуальной аналоговой шкале». Пациенту предлагалось самостоятельно оценить уровень болевых ощущений при открывании рта по 10-бальной шкале (Рис.):

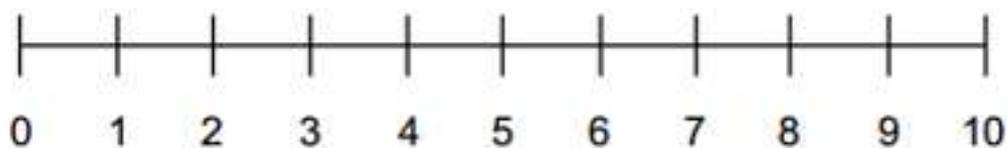


Рисунок 16. Визуальная аналоговая шкала (ВАШ) оценки собственных болевых ощущений.

- Наличие либо отсутствие жалоб при пальпации височных, жевательных, крыловидных мышц на этапе первичного диагностического обследования со значениями:
  - «да» - имеется болезненность при пальпации хотя бы одной из перечисленных групп мышц.
  - «нет» - отсутствует болезненность при пальпации всех перечисленных групп мышц.

Проанализировав пациентов группы исследования по вышеперечисленным параметрам по половому признаку и типу прикуса были получены следующие результаты (Таб. 5-7).

Таблица 5. Величина максимального открывания рта.

Количество пациентов	Группа	Величина максимального открывания рта
30	I-N	32,77
30	II-D	30,34
30	III-M	37,88
30	К	44,31
Всего: 120		

Учитывая, что у всех пациентов группы исследования выявлен гипертонус жевательной мускулатуры, пациенты с дистальным типом прикуса имеют меньшую величину открывания рта на 19,9% в сравнении с мезиальным типом прикуса и на 7,42% в сравнении с нейтральным типом прикуса.

Таблица 6. Оценка болевых ощущений пациента по «ВАШ» на момент обращения.

Количество пациентов	Группа	ВАШ
30	I-N	6,09
30	II-D	8,12
30	III-M	5,92
30	К	0
Всего: 120		

Таким образом, наиболее выраженный болевой синдром (8,12 балла) встречался у пациентов группы II-D, затем у пациентов I-N группы (6,09 балла) и пациентов III-M группы (5,92 балла).

Таблица 7. Наличие болевых ощущений при пальпации жевательной мускулатуры.

Подгруппа	Наличие боли	Значение
I-N	Общее количество	30
	Да (кол-во)	28
	Нет (кол-во)	2
	Да (%)	93
	Нет (%)	7
II-D	Общее количество	30
	Да (кол-во)	30
	Нет (кол-во)	0
	Да (%)	100
III-M	Общее количество	30
	Да (кол-во)	29
	Нет (кол-во)	1
	Да (%)	97
Контроль	Общее количество	30
	Да (кол-во)	0
	Нет (кол-во)	30

Анализируя вышеприведенные данные, можно предположить высокую роль составляющей «мышечного» компонента в развитии и степени выраженности болевого синдрома у пациентов группы исследования. 93% пациентов подгруппы I-N и 97% пациентов подгруппы III-M отмечали болезненность при пальпации основных мышц, участвующих в движениях нижней челюсти при открывании и пережевывании пищи. Все пациенты подгруппы II-D отмечали наличие боли при пальпации жевательной мускулатуры.

### **3.3. Результаты лучевых методов обследования пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры.**

#### **3.3.1. Результаты магнитно-резонансной томографии ВНЧС и жевательной мускулатуры.**

Обследование ВНЧС проводилось в 5 фазах открывания рта (окклюзия, три фазы равномерного открывания рта с амплитудой между ними в 1 см и заключительная фаза максимального открывания рта. Исследование жевательной мускулатуры было также включено в протокол МРТ ВНЧС.

Таблица 8. Схема обследования ВНЧС и ЖМ методом МРТ.

Этап исследования	Положение нижней челюсти	Получаемые изображения
1	Положение привычной окклюзии	T1ВИ-кососагиттальная проекция T2ВИ-кососагиттальная проекция T1ВИ-кософронтальная проекция
2	Открытый до 3 см рот (максимально открытый рот при ограничении открывания)	T1ВИ-кососагиттальная проекция
3	5 фаз открывания рта	5-фазная кинематика сустава
4	Положение привычной окклюзии	T2ВИ-аксиальная проекция T2ВИ-коронарная проекция с подавлением жира

Для анализа результатов МРТ ВНЧС применялся стандартизованный протокол.

Таблица 9. Оценка состояния латеральных крыловидных мышц по результатам МРТ.

Подгруппа	Параметр	Значение
I-N	Общее количество	30
	Перегрузка ЛКМ по результатам МРТ (кол-во)	13
	Перегрузка ЛКМ по результатам МРТ (%)	43
II-D	Общее количество	30
	Перегрузка ЛКМ по результатам МРТ (кол-во)	28
	Перегрузка ЛКМ по результатам МРТ (%)	93
III-M	Общее количество	30
	Перегрузка ЛКМ по результатам МРТ (кол-во)	26
	Перегрузка ЛКМ по результатам МРТ (%)	87
	Общее (%)	74

Анализируя вышеприведенные данные выявлено, что в группе с нейтральным типом прикуса перегрузка ЛКМ по результатам МРТ выявлена в 43% случаев, в группе с дистальным типом прикуса – в 93% случаев, в группе с мезиальным типом прикуса – в 87% случаев. Суммарно, в группе из 90 пациентов перегрузка ЛКМ выявлена в 74% случаев.

### **Результаты статистического анализа**

#### **3.4. Результаты функциональных методов исследования.**

##### **3.4.1. Результаты поверхностной электромиографии жевательной мускулатуры в контрольной группе.**

Результаты расчетов по 30 пациентам контрольной группы.

Проведен анализ суммарного биоэлектрического потенциала у пациентов контрольной группы по индексу IMPACT.

Таблица 10. Анализ биоэлектрической активности жевательной мускулатуры в контрольной группе по индексу ИМРАСТ.

Индекс ИМРАСТ	Среднее	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего
Физиологический покой ИМРАСТ	186.60	15.37	2.81
Сжатие в окклюзии ИМРАСТ	1271.47	211.25	38.57
Сжатие на валиках ИМРАСТ	1452.30	133.67	24.41

В результате проведенного статистического анализа было получено, что ИМРАСТ при сжатии в окклюзии составил  $1271,47 \pm 211,25$  мкВ, при сжатии на валиках -  $1452,30 \pm 133,67$ . Эти данные были приняты как относительная норма.

Учитывая, что одной из задач ЭМГ-исследования является анализ симметрии распределения биоэлектрической активности между жевательной мускулатурой, для расчета границ отклонений от нормы сначала проверим в норме ли показатели у пациентов контрольной группы. Для этого применим одновыборочный Т-критерий Стьюдента для проверки значимости отличий среднего значения каждого показателя от нормы 0%. Если значимых отличий среднего значения показателя от нормы 0% не обнаружено, то тогда рассчитаем границы нормы, т.е. 95% предиктивный интервал, по формуле:  $0\% \pm 1,96 \cdot \sigma$ , где  $\sigma$  – стандартное отклонение, коэффициент 1,96 (обратное значение функции стандартного нормального распределения с вероятностью 0,95) точно рассчитывается в Microsoft Excel по формуле =НОРМ.СТ.ОБР((1+0,95)/2).

Таблица 11. Анализ симметрии распределения биоэлектрической активности в жевательной мускулатуре у пациентов контрольной группы.

Показатель	Описательные статистики для контрольной группы			Проверка значимости отличий среднего от нормы 0%			95% предиктивный интервал	
	Среднее	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего	t статистика	Значимость	Вывод	Нижняя граница	Верхняя граница
<b>Проба физиологический покой</b>								
КСВМ	0,43	5,86	1,07	1,76	0,07	Значимых отличий от 0% не обнаружено	-10,25	10,25
КСЖМ	1,77	6,04	1,10	1,60	0,12	Значимых отличий от 0% не обнаружено	-11,84	11,84
КВЖС	-2,45	8,49	1,55	-0,94	0,45	Значимых отличий от 0% не обнаружено	-3,95	3,95
СКС	2,96	4,98	0,91	0,03	0,11	Значимых отличий от 0% не обнаружено	-5,52	5,52
<b>Проба сжатие в окклюзии</b>								
КСВМ	1,97	4,65	2,43	0,81	0,42	Значимых отличий от 0% не обнаружено	-15,23	15,23
КСЖМ	-2,47	6,02	2,89	-1,71	0,74	Значимых отличий от 0% не обнаружено	-14,98	14,98
КВЖС	-2,50	11,25	4,34	-1,41	0,27	Значимых отличий от 0% не обнаружено	-18,94	18,94
СКС	-5,56	3,87	2,78	-2,00	0,05	Значимых отличий от 0% не обнаружено	-15,01	15,01

При проведении пробы «сжатие в окклюзии» в контрольной группе выявлены следующие показатели: КСВМ=±15,23%; КСЖМ=±14,98%; КВЖС=±18,94%; СКС=±15,01. Данные показатели были приняты за норму при проведении анализа в группах исследования.

#### 1.4.2. Анализ зависимости биоэлектрической активности жевательных мышц от типа прикуса в исследуемых группах.

Сравнительный анализ IMPACT по пробе «сжатие в окклюзии» до инъекции в группах по типу прикуса

Для сравнения групп будем использовать непараметрический критерий Краскела-Уоллеса.

Таблица 12. Сводка критерия Краскела-Уоллеса для независимых выборок.

Всего	90
Статистика критерия	6,676 <sup>a</sup>
Степень свободы	2
<b>Асимптотическая значимость (2-сторонний критерий)</b>	<b>,036</b>
а. Статистика критерия скорректирована на наличие связей.	

Значимость  $0,036 < 0,05$ , т.е. существенные различия IMPACT по пробе сжатие в окклюзии до инъекции обнаружены. Описательные статистики IMPACT в группах пациентов представлены в таблице 13.

Таблица 13. Медианные значения индекса IMPACT в исследуемых подгруппах при сжатии зубных рядов в окклюзии

		IMPACT Сжатие в окклюзии до инъекции			
		Медиана	Среднее	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего
Подгруппа	I-N	<b>1668.00</b>	1845.63	368.51	67.28
	II-D	<b>1871.00</b>	2164.87	865.55	158.03
	III-M	<b>2014.50</b>	2219.87	661.03	120.69

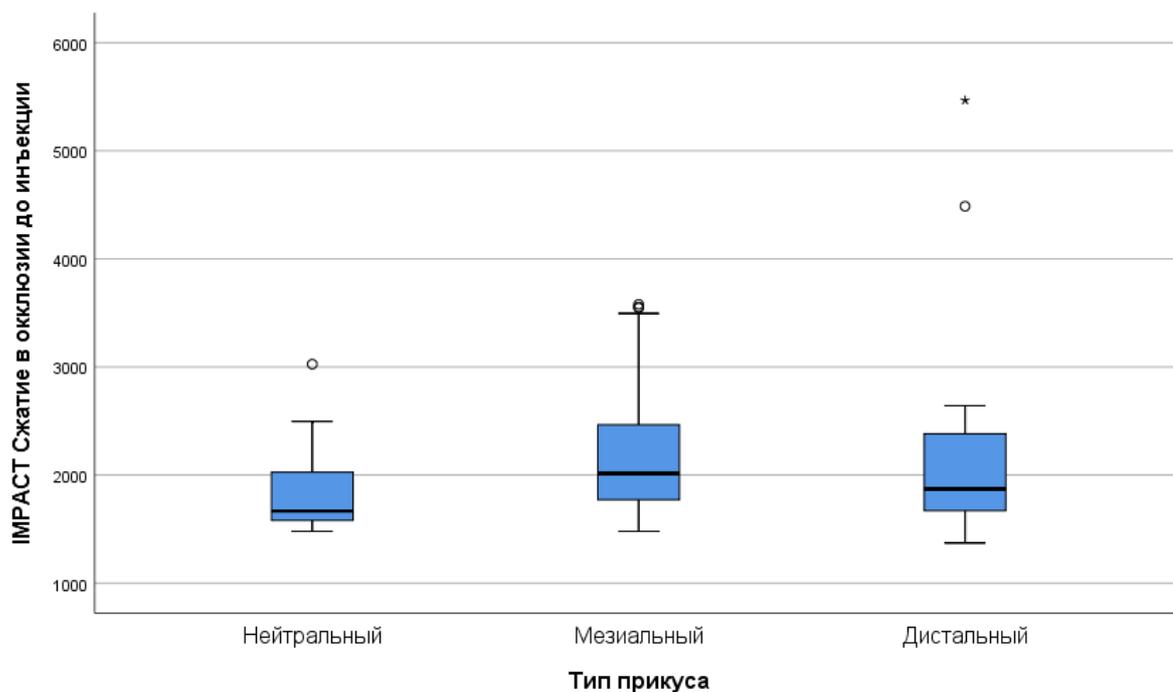


Рисунок 17. Ящичные диаграммы значения IMPACT в подгруппах исследования при сжатии зубных рядов в окклюзии.

В результате статистического исследования было выявлено, что наименьшее значение индекса IMPACT оказалось в подгруппе I-N (1668мкВ), в подгруппе II-D значение IMPACT выше на 11%, в подгруппе III-M – выше на 17%.

Предполагая, что наличие в полости рта у пациентов групп исследования композитных реставраций, ортопедических конструкций, дефектов зубных рядов, нарушающих окклюзионные взаимоотношения, могут влиять на суммарный потенциал жевательной мускулатуры при сжатии зубных рядов в окклюзии, был проведен сравнительный анализ IMPACT по пробе «сжатие на валиках» до инъекции в группах по типу прикуса

Для сравнения групп будем использовать непараметрический критерий Краскела-Уоллеса.

Таблица 14. Сводка критерия Краскала-Уоллиса для независимых выборок

Всего	90
Статистика критерия	7,819 <sup>a</sup>
Степень свободы	2
<b>Асимптотическая значимость (2-сторонний критерий)</b>	<b>0.020</b>
а. Статистика критерия скорректирована на наличие связей.	

Значимость  $0,020 < 0,05$ , значимые различия ИМРАСТ по пробе сжатие на валиках до инъекции обнаружены. Описательные статистики ИМРАСТ в группах пациентов представлены в таблице 15.

Таблица 15. Медианные значения индекса ИМРАСТ в исследуемых подгруппах при сжатии зубных рядов на валиках

		ИМРАСТ Сжатие на валиках до инъекции			
		Медиана	Среднее	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего
Подгруппа	I-N	<b>1588.00</b>	1708.00	556.18	101.54
	II-D	<b>1971.50</b>	2094.90	792.12	144.62
	III-M	<b>1885.50</b>	2113.37	546.27	99.73

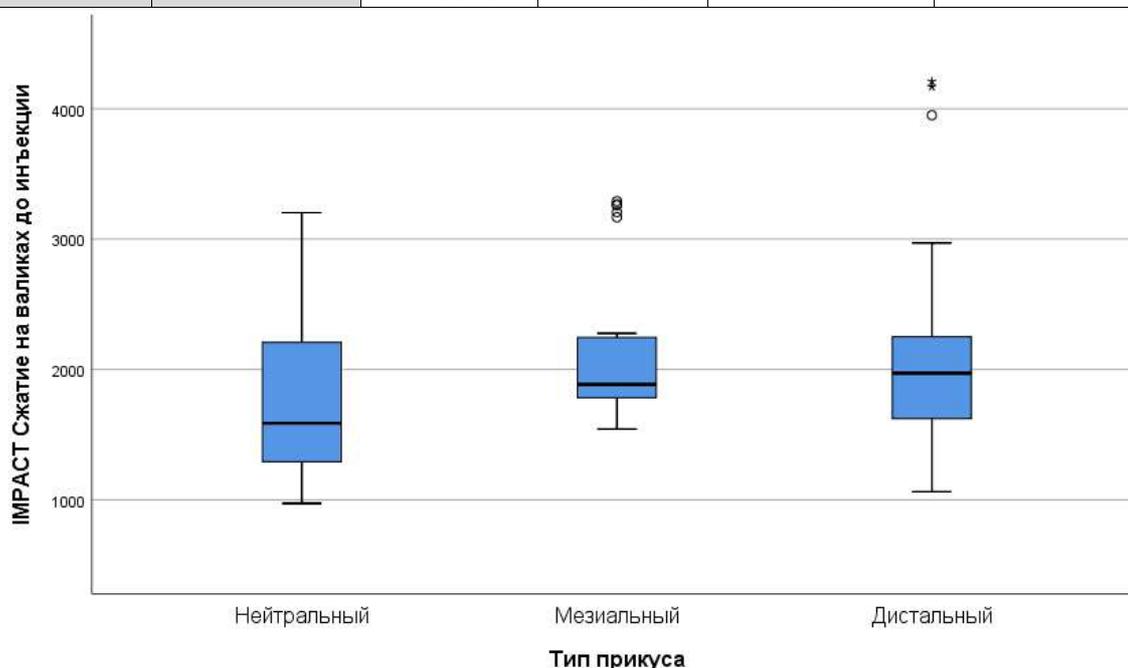


Рисунок 18. Ящичные диаграммы значения ИМРАСТ в подгруппах исследования при сжатии зубных рядов на валиках.

В результате статистического исследования было выявлено, что наименьшее значение индекса IMPACT оказалось в подгруппе I-N (1588мкВ), в подгруппе II-D значение индекса IMPACT оказалось выше на 19%, в подгруппе III-D – выше на 16%. Следовательно, предположение верно, а так как получено, что асимптотическая значимость по пробе сжатие в окклюзии 0,036 и асимптотическая значимость по пробе сжатие на валиках 0,020 не превышают пороговый уровень (0,05), следовательно тип прикуса оказывает статистически значимое влияние на биоэлектрическую активность жевательной мускулатуры.

## ГЛАВА 4. Результаты применения БТА для лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры.

### 4.1. Определение динамики действия и эффективности ботулинического токсина типа А в группах исследования.

Динамика действия БТА по IMPACT на этапах до инъекции, 2 недели и 4 недели будет прослеживаться по пробам «сжатие в окклюзии» и «сжатие на валиках» (в связи с наличием в полости рта у пациентов групп исследования композитных реставраций, ортопедических конструкций, дефектов зубных рядов, нарушающих окклюзионные взаимоотношения) в каждой группе пациентов с нейтральным, мезиальным и дистальным типом прикуса.

Согласно данным литературы, для анализа эффективности действия БТА (до инъекции, через 2 недели и через 4 недели) применим критерий Фридмана для зависимых выборок.

#### Проба «сжатие в окклюзии»

Таблица 16. Критерий Фридмана для зависимых выборок по пробе «сжатие в окклюзии».

Сводка двухфакторного рангового дисперсионного анализа Фридмана для связанных выборок			Вывод по пробе сжатие в окклюзии
Нейтральный	Всего	30	<b>Значимость <math>0,000 &lt; 0,05</math>, значимые изменения IMPACT в группе пациентов с нейтральным типом прикуса обнаружены</b>
	Статистика критерия	48.267	
	Степень свободы	2	
	<b>Асимптотическая значимость (2-сторонний критерий)</b>	<b>0.000</b>	
Мезиальный	Всего	30	<b>Значимость <math>0,000 &lt; 0,05</math>, значимые изменения IMPACT в группе пациентов с мезиальным типом прикуса обнаружены</b>
	Статистика критерия	45.000	
	Степень свободы	2	
	<b>Асимптотическая значимость (2-сторонний критерий)</b>	<b>0.000</b>	
Дистальный	Всего	30	<b>Значимость <math>0,000 &lt; 0,05</math>, значимые изменения IMPACT в группе пациентов с дистальным типом прикуса обнаружены</b>
	Статистика критерия	50.400	
	Степень свободы	2	
	<b>Асимптотическая значимость (2-сторонний критерий)</b>	<b>0.000</b>	

Таблица 17. Описательная статистика IMPACT по исследуемым подгруппам до инъекции БТА, через 2 недели и через 4 недели после инъекции БТА по пробе «сжатие в окклюзии».

Группа		Медиана	Среднее	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего
<b>I-N</b>	IMPACT Сжатие в окклюзии до инъекции	<b>1668.00</b>	1845.63	368.51	67.28
	IMPACT Сжатие в окклюзии 2 недели	<b>617.00</b>	578.67	169.55	30.96
	IMPACT Сжатие в окклюзии 4 недели	<b>519.50</b>	519.97	145.96	26.65
<b>II-D</b>	IMPACT Сжатие в окклюзии до инъекции	<b>1871.00</b>	2164.87	865.55	158.03
	IMPACT Сжатие в окклюзии 2 недели	<b>609.50</b>	583.90	206.30	37.67
	IMPACT Сжатие в окклюзии 4 недели	<b>518.00</b>	514.00	225.60	41.19
<b>III-M</b>	IMPACT Сжатие в окклюзии до инъекции	<b>2014.50</b>	2219.87	661.03	120.69
	IMPACT Сжатие в окклюзии 2 недели	<b>533.50</b>	597.37	267.30	48.80
	IMPACT Сжатие в окклюзии 4 недели	<b>498.00</b>	635.53	250.31	45.70

## ИМРАСТ

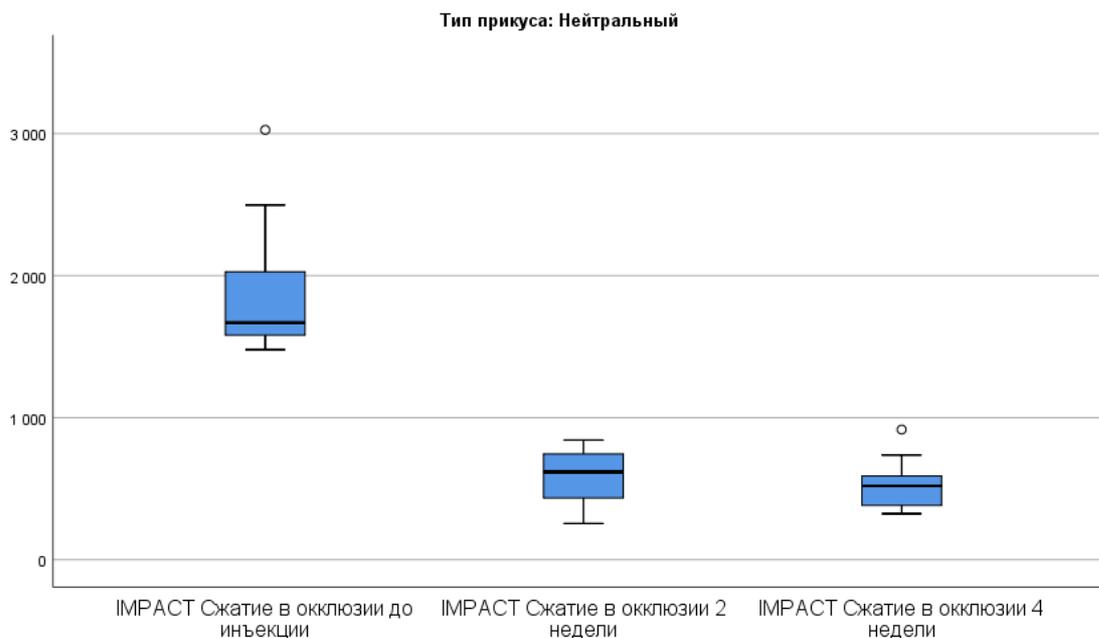


Рисунок 19. Ящичные диаграммы значений ИМРАСТ в подгруппе I-N на этапах до инъекции, через 2 недели и через 4 недели после инъекции БТА.

## ИМРАСТ

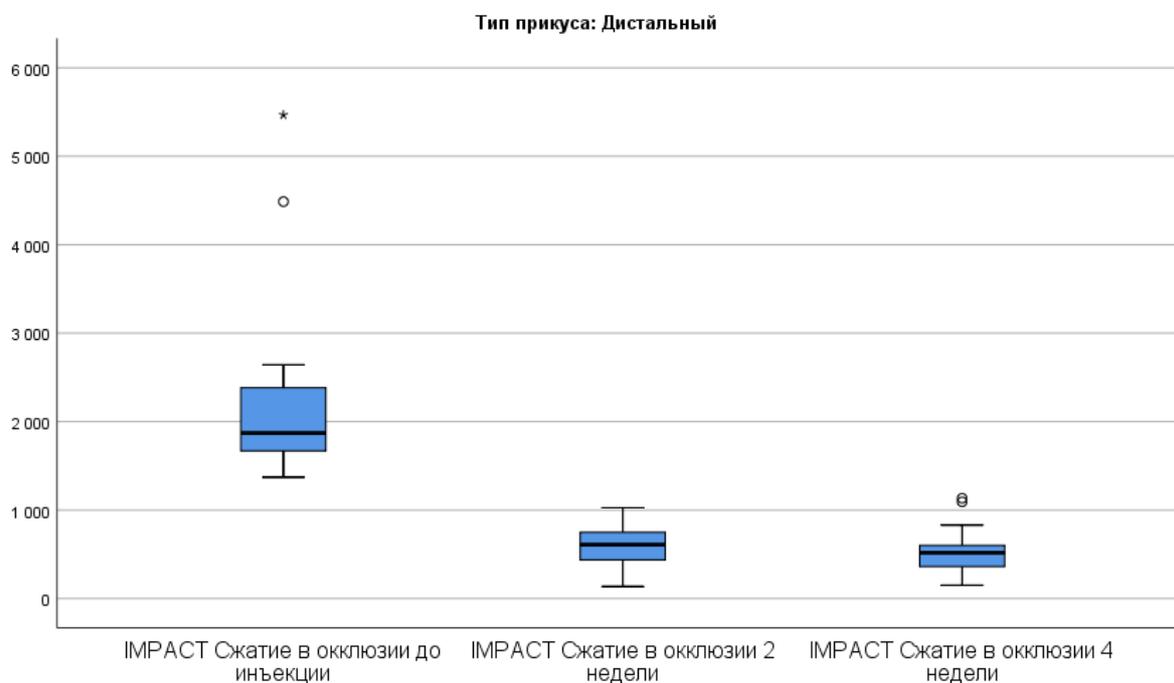


Рисунок 20. Ящичные диаграммы значений ИМРАСТ в подгруппе II-D на этапах до инъекции, через 2 недели и через 4 недели после инъекции БТА.

## ИМРАСТ

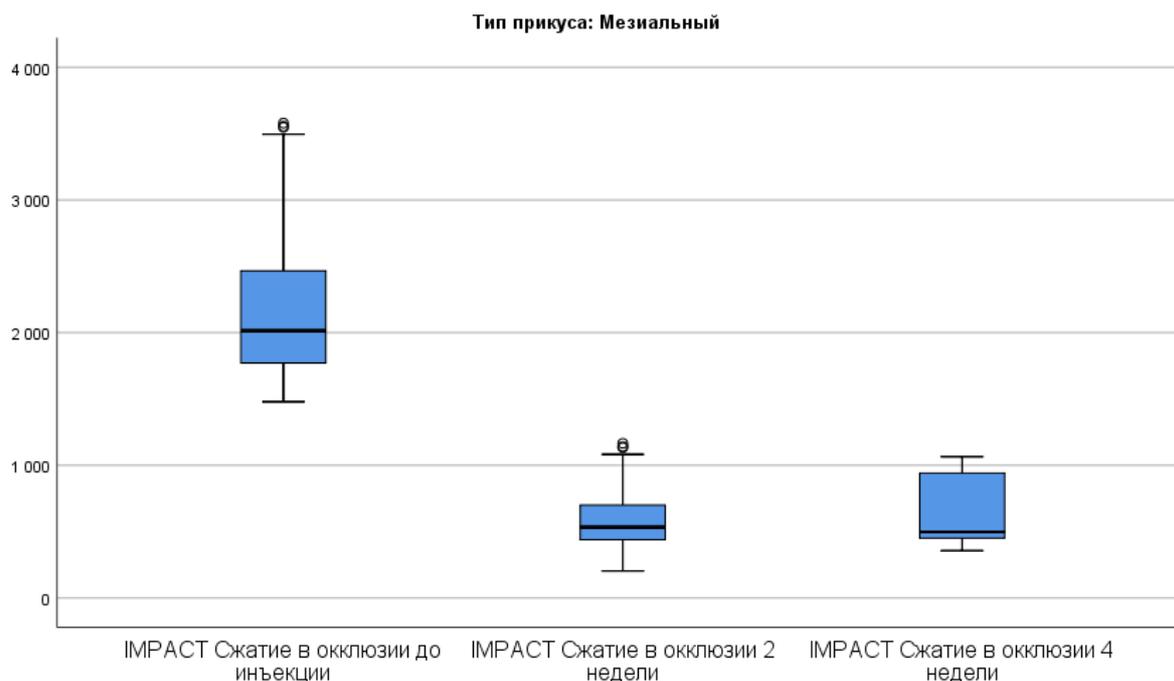


Рисунок 21. Ящичные диаграммы значений ИМРАСТ в подгруппе III-M на этапах до инъекции, через 2 недели и через 4 недели после инъекции БГА.

По приведенным данным видно, что в группе I-N снижение тонуса жевательной мускулатуры через 2 недели после инъекции БГА произошло в среднем на 63%, через 4 недели – на 69% от значения до инъекции. В группе II-D снижение тонуса через 2 недели после инъекции БГА произошло в среднем на 67%, через 4 недели – на 72% от значения до инъекции. В группе III-M снижение тонуса через 2 недели произошло в среднем на 74%, через 4 недели – на 75% от значения до инъекции.

Среднее значение снижения тонуса жевательной мускулатуры по всем подгруппам через 2 недели составило – 68%, через 4 недели – 72%.

**Проба «сжатие на валиках»**

Таблица 18. Критерий Фридмана для зависимых выборок по пробе «сжатие на валиках».

Сводка двухфакторного рангового дисперсионного анализа Фридмана для связанных выборок			Вывод по пробе сжатие на валиках
Нейтральный	Всего	30	<b>Значимость 0,000 &lt; 0,05, значимые изменения ИМРАСТ в группе пациентов с нейтральным типом прикуса обнаружены</b>
	Статистика критерия	41.600	
	Степень свободы	2	
	<b>Асимптотическая значимость (2-сторонний критерий)</b>	<b>0.000</b>	
Мезиальный	Всего	30	<b>Значимость 0,000 &lt; 0,05, значимые изменения ИМРАСТ в группе пациентов с мезиальным типом прикуса обнаружены</b>
	Статистика критерия	46.667	
	Степень свободы	2	
	<b>Асимптотическая значимость (2-сторонний критерий)</b>	<b>0.000</b>	
Дистальный	Всего	30	<b>Значимость 0,000 &lt; 0,05, значимые изменения ИМРАСТ в группе пациентов с дистальным типом прикуса обнаружены</b>
	Статистика критерия	46.667	
	Степень свободы	2	
	<b>Асимптотическая значимость (2-сторонний критерий)</b>	<b>0.000</b>	

Таблица 19. Описательная статистика ИМРАСТ по исследуемым подгруппам до инъекции БТА, через 2 недели и через 4 недели после инъекции БТА по пробе «сжатие на валиках».

Группа		Медиана	Среднее	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка среднего
<b>I-N</b>	ИМРАСТ Сжатие на валиках до инъекции	<b>1588.00</b>	1708.00	556.18	101.54
	ИМРАСТ Сжатие на валиках 2 недели	<b>757.00</b>	675.13	173.16	31.61
	ИМРАСТ Сжатие на валиках 4 недели	<b>602.00</b>	655.83	276.66	50.51
<b>II-D</b>	ИМРАСТ Сжатие на валиках до инъекции	<b>1971.50</b>	2094.90	792.12	144.62
	ИМРАСТ Сжатие на валиках 2 недели	<b>625.00</b>	717.93	334.76	61.12
	ИМРАСТ Сжатие на валиках 4 недели	<b>576.00</b>	631.97	321.60	58.72
<b>III-M</b>	ИМРАСТ Сжатие на валиках до инъекции	<b>1885.50</b>	2113.37	546.27	99.73
	ИМРАСТ Сжатие на валиках 2 недели	<b>625.00</b>	745.03	356.11	65.02
	ИМРАСТ Сжатие на валиках 4 недели	<b>684.00</b>	822.70	339.29	61.94

## ИМРАСТ

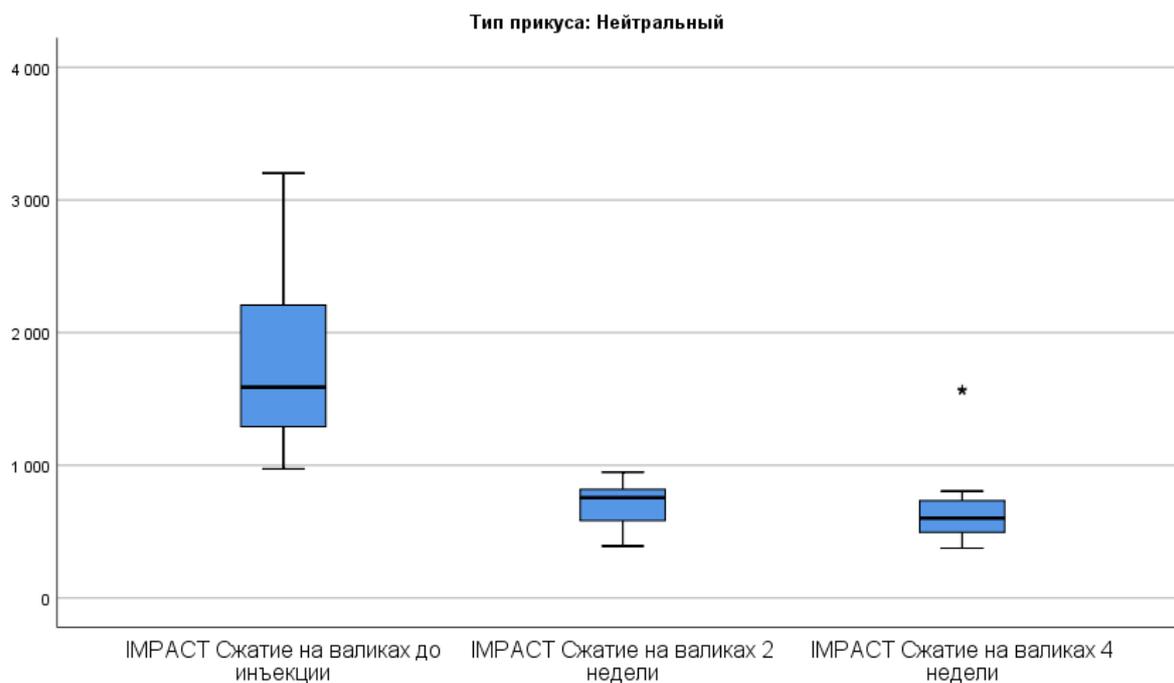


Рисунок 22. Ящичные диаграммы значений ИМРАСТ в подгруппе I-N на этапах до инъекции, через 2 недели и через 4 недели после инъекции БТА.

## ИМРАСТ

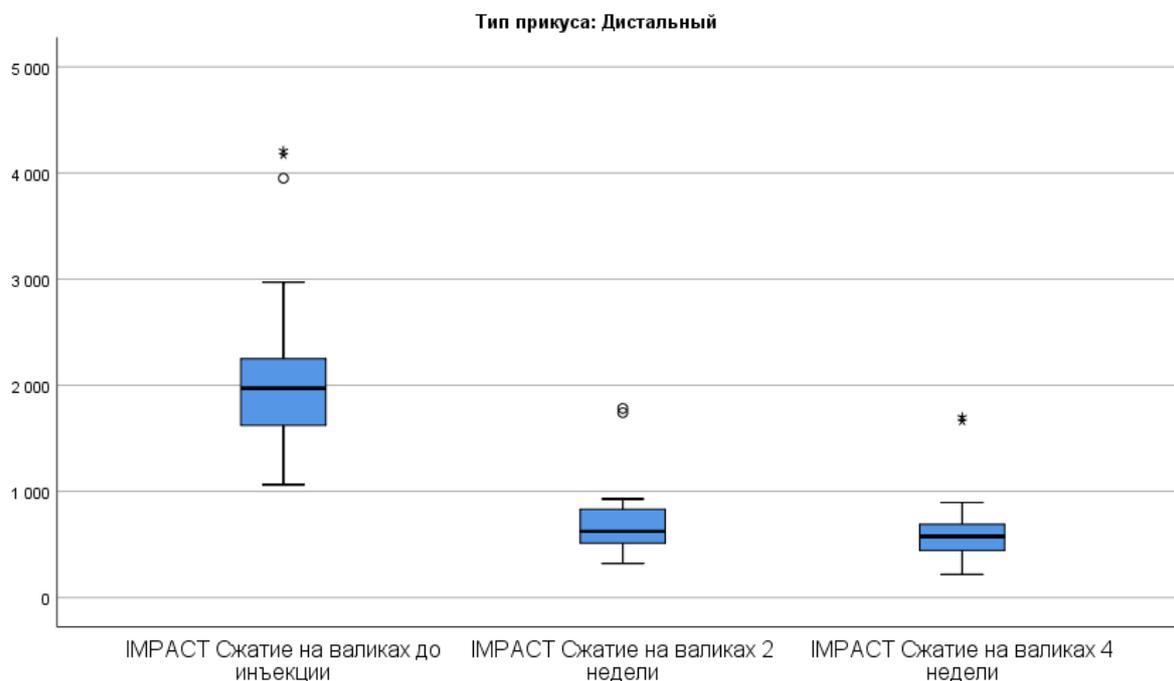


Рисунок 23. Ящичные диаграммы значений ИМРАСТ в подгруппе II-D на этапах до инъекции, через 2 недели и через 4 недели после инъекции БТА.

## ИМРАСТ

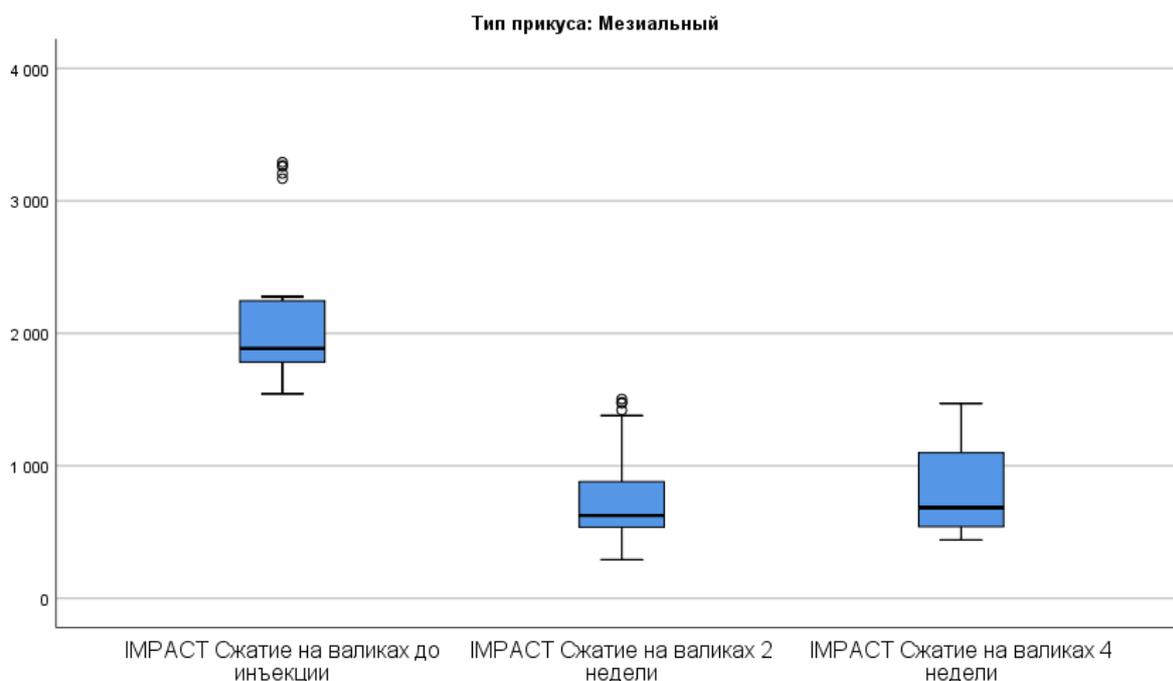


Рисунок 24. Ящичные диаграммы значений IMPACT в подгруппе III-M на этапах до инъекции, через 2 недели и через 4 недели после инъекции БТА.

По приведенным данным видно, что в группе I-N снижение тонуса жевательной мускулатуры через 2 недели после инъекции БТА произошло в среднем на 52%, через 4 недели – на 62% от значения до инъекции. В группе II-D снижение тонуса через 2 недели после инъекции БТА произошло в среднем на 68%, через 4 недели – на 71% от значения до инъекции. В группе III-M снижение тонуса через 2 недели произошло в среднем на 67%, через 4 недели – на 64% от значения до инъекции.

Среднее значение снижения тонуса жевательной мускулатуры по всем подгруппам через 2 недели составило – 62%, через 4 недели – 66%.

#### **4.2. Анализ эффективности окклюзионно-стабилизирующего аппарата в позиции центрального соотношения челюстей на этапах до инъекции препарата БТА в жевательные мышцы, через 2 недели и 4 недели.**

В данном анализе проводилось сравнение разброса значений индекса СКС (суммарный коэффициент симметрии показывает симметрию распределения биоэлектрической активности между жевательной и височной мышцами с одной стороны и жевательной и височной мышцами с другой. Идеальная норма индекса  $СКС=0$ ) по пробам: «сжатие в окклюзии» и «сжатие на валиках» относительно пробы «сжатие на ОСА». При этом сравнение проводилось внутри каждой группы относительно пациентов с окклюзионными аппаратами из всех подгрупп (I-N, II-D, III-M), т.к. основными функциями ОСА являются релаксация мышц и позиционирование нижней челюсти в позиции центрального соотношения челюстей.

Сравнение разброса значений (стандартных отклонений) проводилось в пакете Minitab 19 с использованием критерия множественных сравнений (данный критерий отсутствует в наборе стандартных процедур в пакете IBM SPSS Statistics).

## Сравнение разброса значений СКС пациентов с нейтральным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА до инъекции

Таблица 20. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии до инъекции	30	10,21	(7,78; 14,56)
СКС Сжатие на валиках до инъекции	30	15,33	(10,45; 24,43)
СКС Сжатие на ОСА до инъекции	90	14,24	(10,46; 20,34)

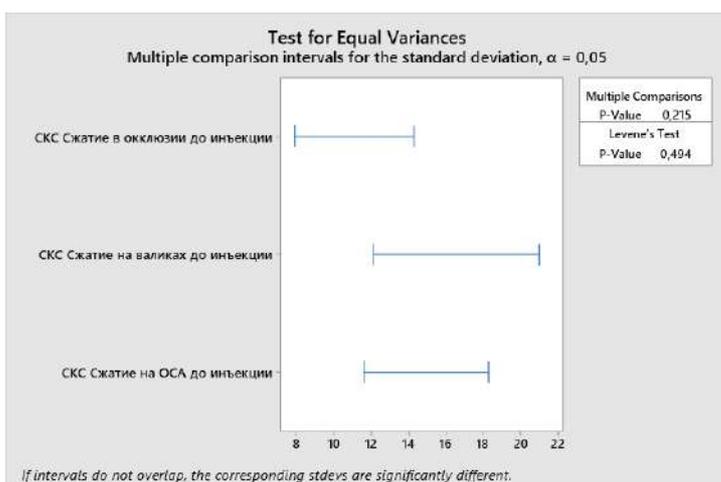


Рисунок 25. Тест множественных значений

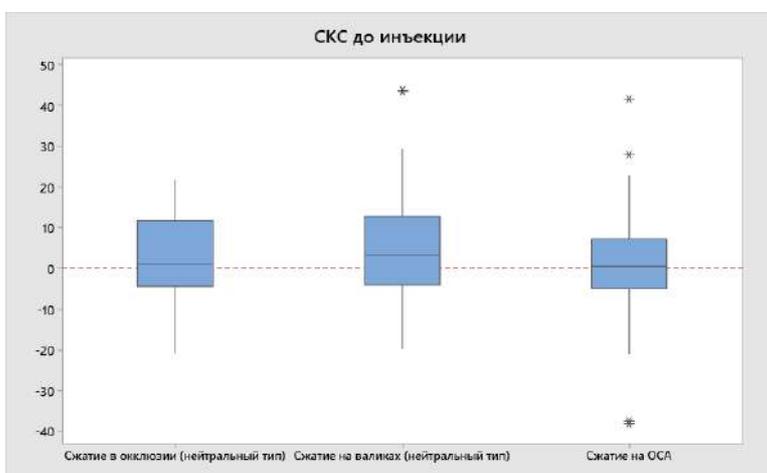


Рисунок 26. Диаграмма разброса значений индекса СКС.

По результатам теста множественных сравнений значимых различий в разбросе значений СКС до инъекции по пробам сжатие в окклюзии и сжатие на валиках для пациентов с нейтральным типом прикуса и по пробе сжатие на ОСА не обнаружено (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,215 > 0,05$ ). Медианное значение по пробе «Сжатие на ОСА» расположено ближе к 0, чем медианные значения по остальным пробам.

### **Сравнение разброса значений СКС пациентов с нейтральным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА через 2 недели после инъекции**

Таблица 21. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии 2 недели	30	15,64	(12,15; 21,86)
СКС Сжатие на валиках 2 недели	30	<b>21,87</b>	(17,98; 28,92)
СКС Сжатие на ОСА 2 недели	90	<b>15,55</b>	(12,93; 19,62)

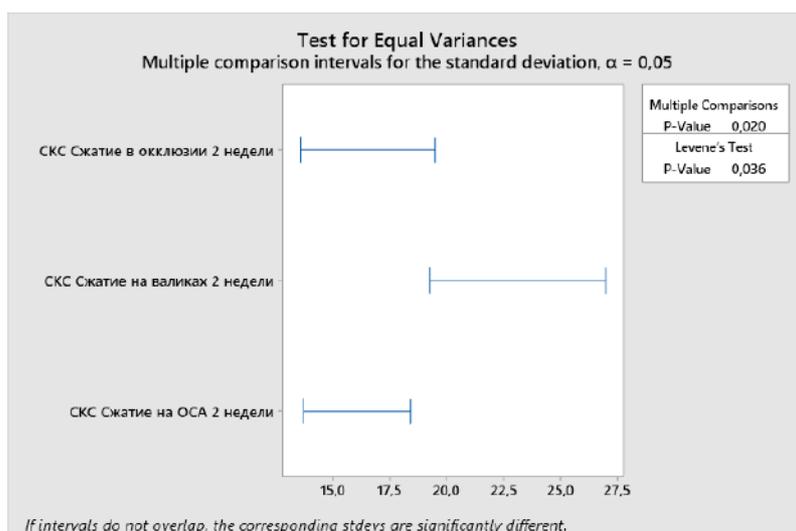


Рисунок 27. Тест множественных значений

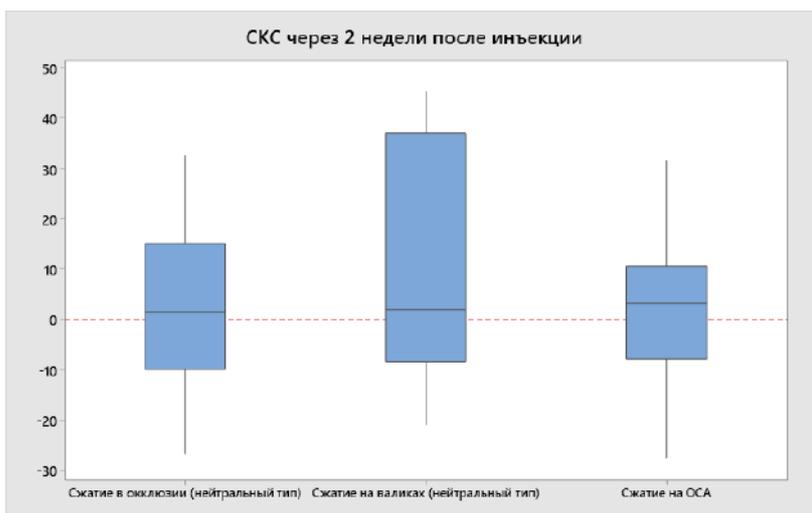


Рисунок 28. Диаграмма разброса значений индекса СКС

По результатам теста множественных сравнений (см. рисунок ниже) значимые различия в разбросе значений СКС через 2 недели после инъекции по пробе сжатие на валиках для пациентов с нейтральным типом прикуса и по пробе сжатие на ОСА обнаружены (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,020 < 0,05$ , интервалы сравнения стандартных отклонений для этих показателей не пересекаются). Стандартное отклонение СКС по пробе сжатие на валиках (21,87 п.п.) превышает стандартное отклонение по пробе сжатие на ОСА (15,55 п.п.) на 40,6%  $\left(\left(\frac{21,87}{15,55} - 1\right) \cdot 100\% = 40,6\%\right)$ . Разброс СКС по пробе сжатие в окклюзии значимо не отличается от разброса СКС по другим пробам. По результатам теста множественных сравнений разброс по пробе сжатие на ОСА значимо меньше, чем разброс по пробе сжатие на валиках.

**Сравнение разброса значений СКС пациентов с нейтральным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА через 4 недели после инъекции**

Таблица 22. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии 4 недели	30	20,27	(15,16; 29,44)
СКС Сжатие на валиках 4 недели	30	21,58	(16,42; 30,82)
СКС Сжатие на ОСА 4 недели	90	17,44	(13,46; 23,69)

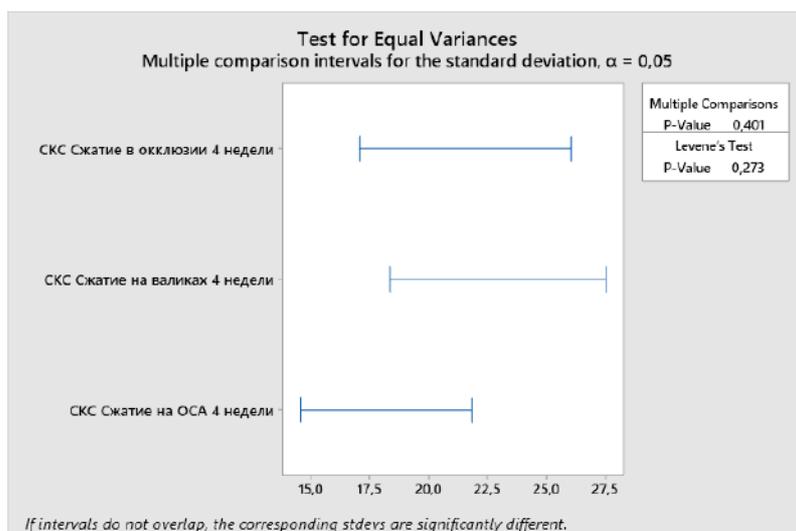


Рисунок 29. Тест множественных значений

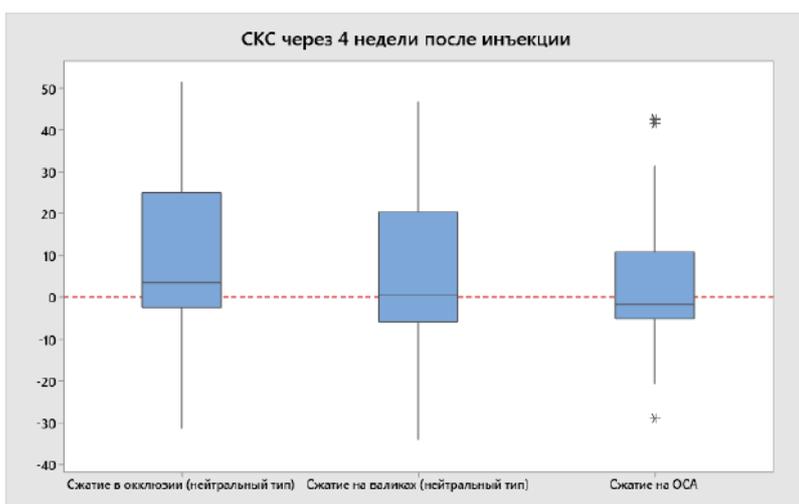


Рисунок 30. Диаграмма разброса значений индекса СКС

По результатам теста множественных сравнений значимых различий в разбросе значений СКС через 4 недели после инъекции по пробам сжатие в окклюзии и сжатие на валиках для пациентов с нейтральным типом прикуса и по пробе сжатие на ОСА не обнаружено (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,401 > 0,05$ ).

**Сравнение разброса значений СКС пациентов с мезиальным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА до инъекции**

Таблица 23. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии до инъекции	30	<b>7,20</b>	(6,08; 9,26)
СКС Сжатие на валиках до инъекции	30	10,62	(8,15; 15,03)
СКС Сжатие на ОСА до инъекции	90	<b>14,24</b>	(10,46; 20,34)

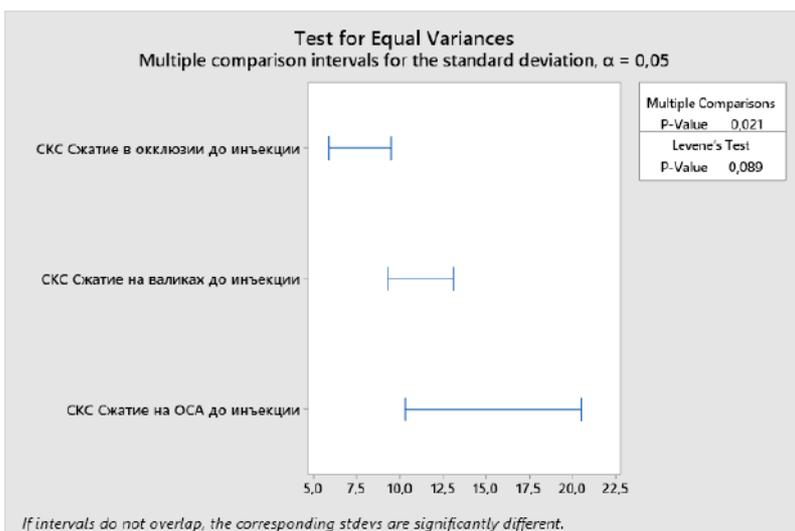


Рисунок 31. Тест множественных значений

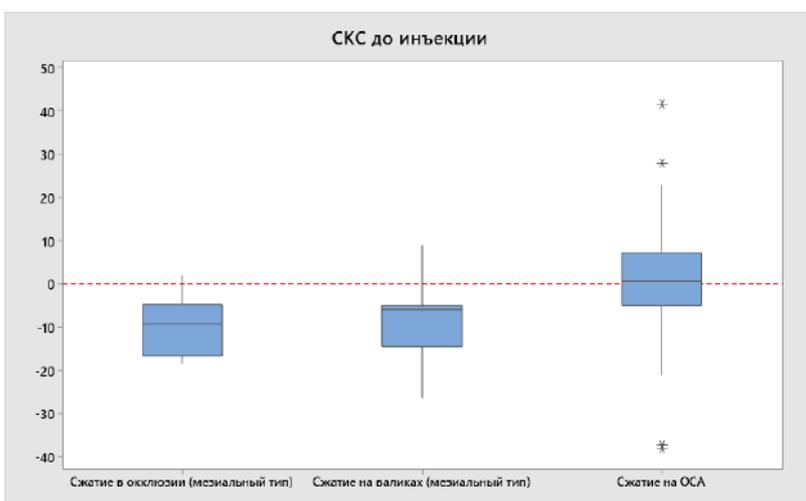


Рисунок 32. Диаграмма разброса значений индекса СКС

По результатам теста множественных сравнений разброс значений СКС до инъекции по пробе сжатие в окклюзии для пациентов с мезиальным типом прикуса значимо отличается от разброса значений по пробе сжатие в окклюзии и сжатие на ОСА (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,021 < 0,05$ , интервалы сравнения для стандартных отклонений этих показателей не пересекаются). Стандартное отклонение СКС по пробе сжатие в окклюзии (7,2 п.п.) ниже стандартного отклонения по пробе сжатие на ОСА (14,24 п.п.) на 49,4%  $\left( \left( 1 - \frac{7,2}{14,24} \right) \cdot 100\% = 49,4\% \right)$ . Разброс СКС по пробе сжатие на валиках значимо не отличается от разброса

СКС по другим пробам. Медианное значение по пробе «Сжатие на ОСА» расположено ближе к 0, чем медианные значения по остальным пробам.

**Сравнение разброса значений СКС пациентов с мезиальным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА через 2 недели после инъекции**

Таблица 24. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии 2 недели	30	14,13	(10,35; 20,97)
СКС Сжатие на валиках 2 недели	30	17,01	(12,06; 26,07)
СКС Сжатие на ОСА 2 недели	90	15,55	(12,93; 19,62)

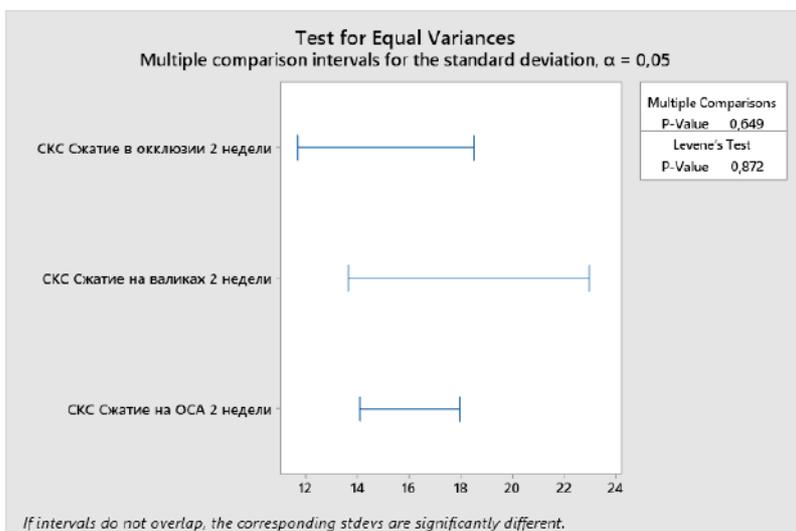


Рисунок 33. Тест множественных значений



Рисунок 34. Диаграмма разброса значений индекса СКС

По результатам теста множественных сравнений значимых различий в разбросе значений СКС через 2 недели после инъекции по прогам сжатие в окклюзии и сжатие на валиках для пациентов с мезиальным типом прикуса и по пробе сжатие на ОСА не обнаружено (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,649 > 0,05$ ). Медианное значение по пробе «Сжатие на ОСА» расположено ближе к 0, чем медианные значения по остальным пробам.

**Сравнение разброса значений СКС пациентов с мезиальным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА через 4 недели после инъекции**

Таблица 25. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии 4 недели	30	<b>14,33</b>	(12,17; 18,32)
СКС Сжатие на валиках 4 недели	30	<b>26,17</b>	(19,66; 37,85)
СКС Сжатие на ОСА 4 недели	90	17,44	(13,46; 23,69)

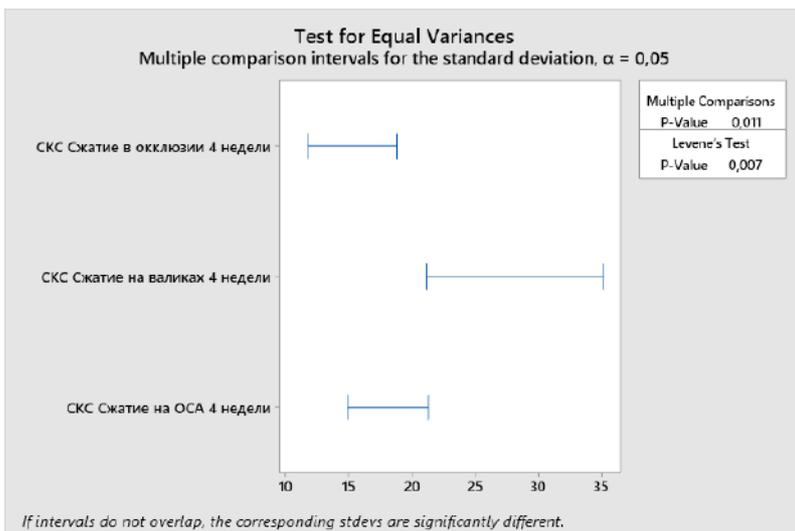


Рисунок 35. Тест множественных значений

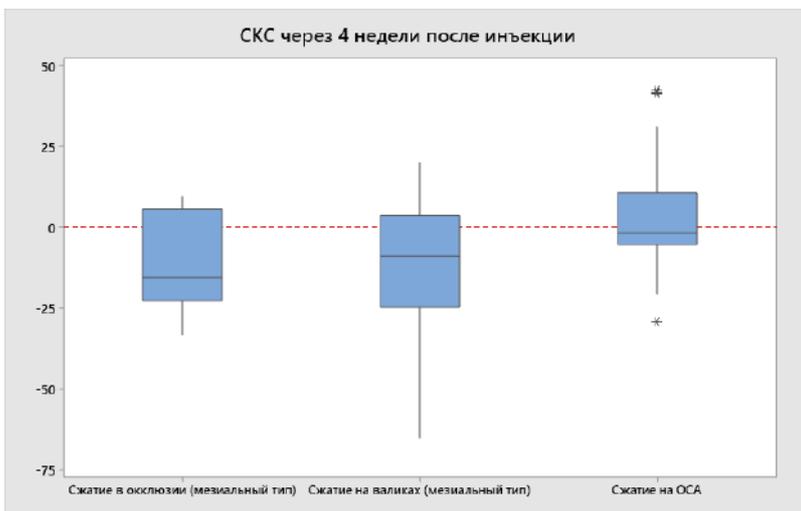


Рисунок 36. Диаграмма разброса значений индекса СКС

По результатам теста множественных сравнений значимые различия в разбросе значений СКС через 4 недели после инъекции по пробе сжатие в окклюзии для пациентов с мезиальным типом прикуса и по пробе сжатие на валиках обнаружены (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,011 < 0,05$ , интервалы сравнения стандартных отклонений не пересекаются). Стандартное отклонение СКС по пробе сжатие на валиках (26,17 п.п.) превышает стандартное отклонение по пробе сжатие в окклюзии (14,33 п.п.) на  $82,6\% \left( \left( \frac{26,17}{14,33} - 1 \right) \cdot 100\% = 82,6\% \right)$ . Разброс СКС по пробе сжатие на

ОСА значительно не отличается от разброса СКС по другим пробам. Медианное значение по пробе «Сжатие на ОСА» расположено ближе к 0, чем медианные значения по остальным пробам.

### Сравнение разброса значений СКС пациентов с дистальным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА до инъекции

Таблица 26. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии до инъекции	30	11,67	(9,39; 15,75)
СКС Сжатие на валиках до инъекции	30	18,14	(13,32; 26,86)
СКС Сжатие на ОСА до инъекции	90	14,24	(10,46; 20,34)

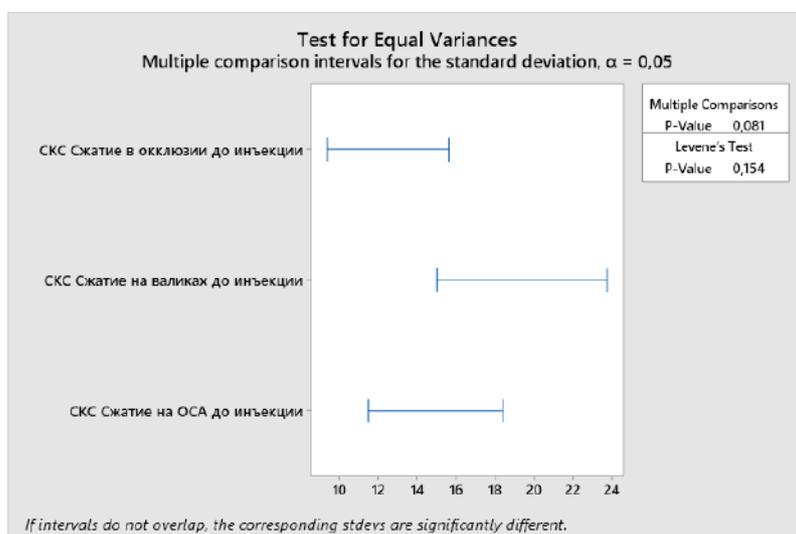


Рисунок 37. Тест множественных значений

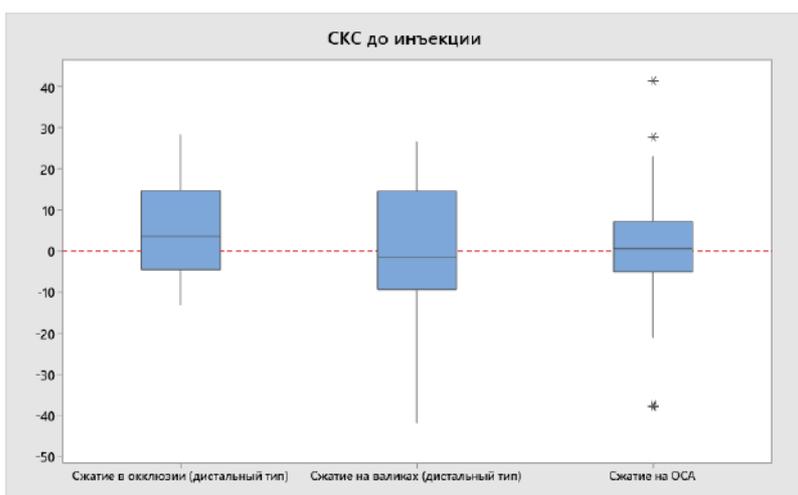


Рисунок 38. Диаграмма разброса значений индекса СКС

По результатам теста множественных сравнений значимых различий в разбросе значений СКС до инъекции по пробам сжатие в окклюзии и сжатие на валиках для пациентов с дистальным типом прикуса и по пробе сжатие на ОСА не обнаружено (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,081 > 0,05$ ). Медианное значение по пробе «Сжатие на ОСА» расположено ближе к 0, чем медианные значения по остальным пробам.

### Сравнение разброса значений СКС пациентов с дистальным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА через 2 недели после инъекции

Таблица 27. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии 2 недели	30	22,61	(16,58; 33,49)
СКС Сжатие на валиках 2 недели	30	<b>23,09</b>	(17,34; 33,42)
СКС Сжатие на ОСА 2 недели	90	<b>15,55</b>	(12,93; 19,62)

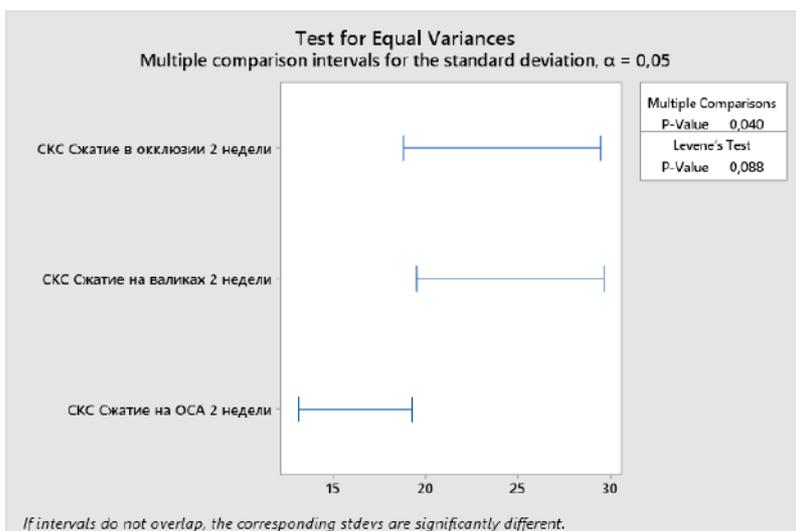


Рисунок 39. Тест множественных значений

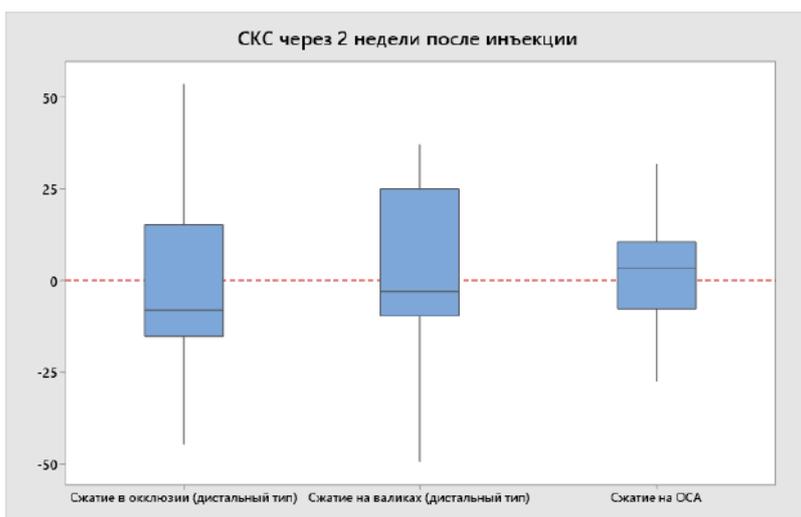


Рисунок 40. Диаграмма разброса значений индекса СКС

По результатам теста множественных сравнений значимые различия в разбросе значений СКС через 2 недели после инъекции по пробе сжатие на ОСА и по пробе сжатие на валиках для пациентов с дистальным типом прикуса обнаружены (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,040 < 0,05$ , интервалы сравнения стандартных отклонений этих показателей не пересекаются). Стандартное отклонение СКС по пробе сжатие на валиках

(23,09 п.п.) превышает стандартное отклонение по пробе сжатие на ОСА (15,55 п.п.) на 48,5%  $\left( \left( \frac{23,09}{15,55} - 1 \right) \cdot 100\% = 48,5\% \right)$ . Разброс СКС по пробе сжатие в окклюзии значимо не отличается от разброса СКС по другим пробам. Медианное значение по пробе «Сжатие на ОСА» расположено ближе к 0, чем медианные значения по остальным пробам.

### Сравнение разброса значений СКС пациентов с дистальным типом прикуса при сжатии в окклюзии и на валиках и пациентов с ОСА через 4 недели после инъекции

Таблица 28. Описательный анализ значений

Показатель	Число пациентов	Стандартное отклонение	95% доверительный интервал для стандартного отклонения
СКС Сжатие в окклюзии 4 недели	30	15,89	(11,77; 23,32)
СКС Сжатие на валиках 4 недели	30	19,80	(15,19; 28,05)
СКС Сжатие на ОСА 4 недели	90	17,44	(13,46; 23,69)

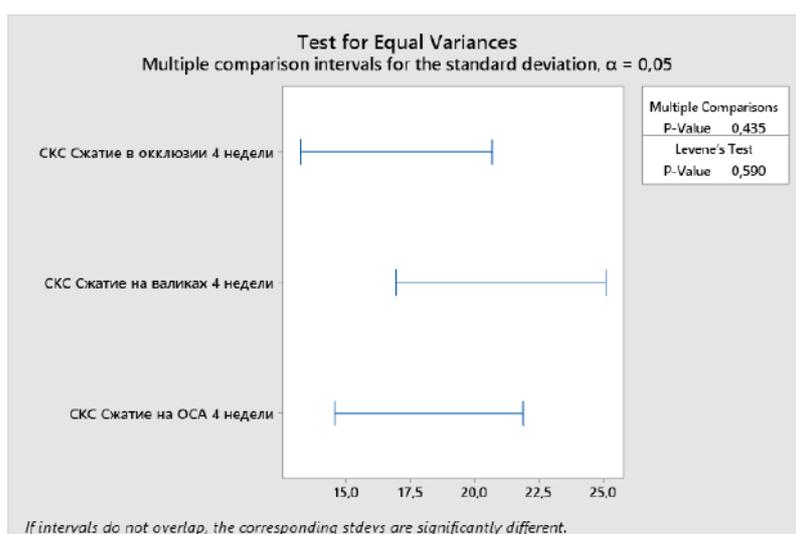


Рисунок 41. Тест множественных значений

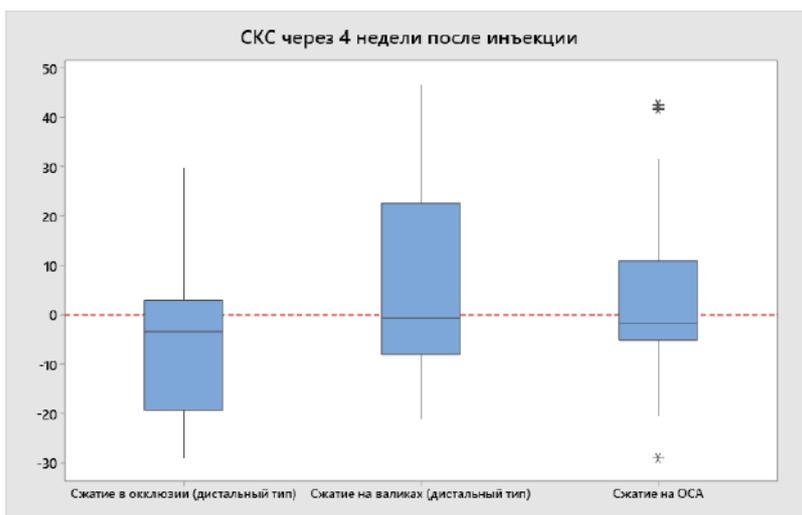


Рисунок 42. Диаграмма разброса значений индекса СКС

По результатам теста множественных сравнений значимых различий в разбросе значений СКС через 4 недели после инъекции по пробам сжатие в окклюзии и сжатие на валиках для пациентов с дистальным типом прикуса и по пробе сжатие на ОСА не обнаружено (Multiply Comparisons P-Value (значимость)  $0,435 > 0,05$ ).

## КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР



А

Б

Рисунок 43. Внешний вид пациентки: А – фас, Б – профиль.

Пациентка Ш, 47 лет, обратилась с жалобами на боль в области нижней челюсти слева, отдающую в висок, усиливающуюся при движении нижней челюсти, а также на ограничение открывания рта, чувство тяжести и скованности в жевательных мышцах.

Анамнез: в течение нескольких лет возникали щелчки при открывании рта слева. За два месяца до обращения в клинику, при широком открывании рта возникла резкая боль в области височно-нижнечелюстного сустава слева и ограничение открывания рта.

Клиническое обследование:

При внешнем осмотре: конфигурация лица изменена за счет снижения высоты нижней трети лица.

При осмотре полости рта: слизистая оболочка бледно-розового цвета, умеренно увлажнена. Отмечается частичное вторичное отсутствие зубов и наличие ортопедических конструкций.

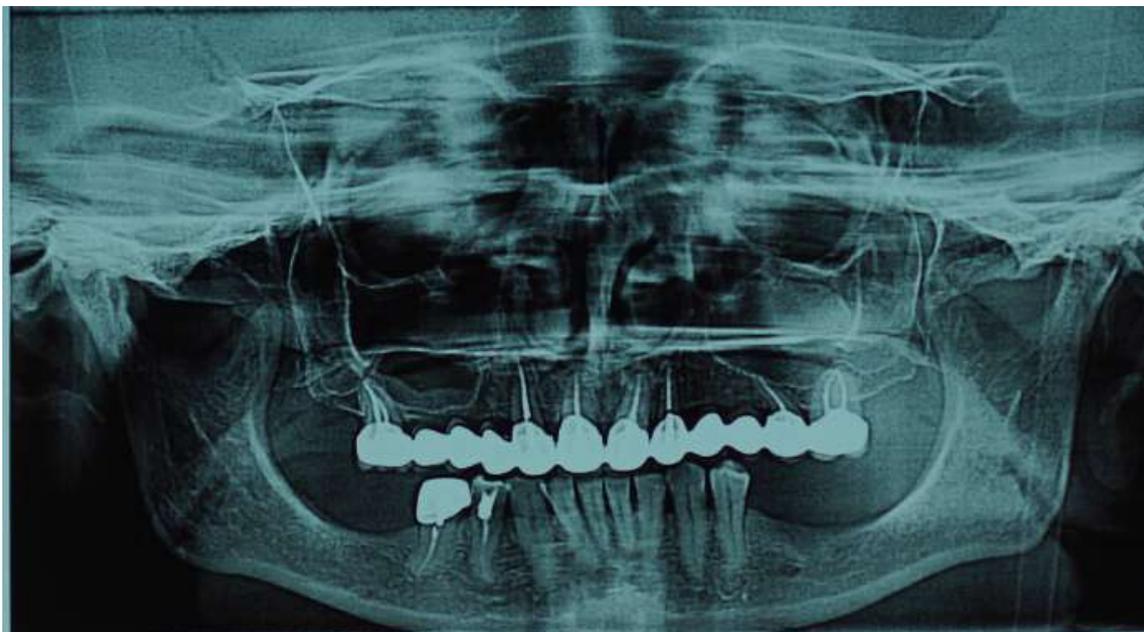


Рисунок 44. Ортопантомограмма пациентки до лечения.

При проведении пальпации жевательной мускулатуры отмечается умеренная болезненность в области жевательных и височных мышц и выраженная боль в точках проекции латеральных крыловидных мышц. Суставных шумов не определялось, открывание рта ограничено до 25 мм, отмечается дефлексия нижней челюсти влево.

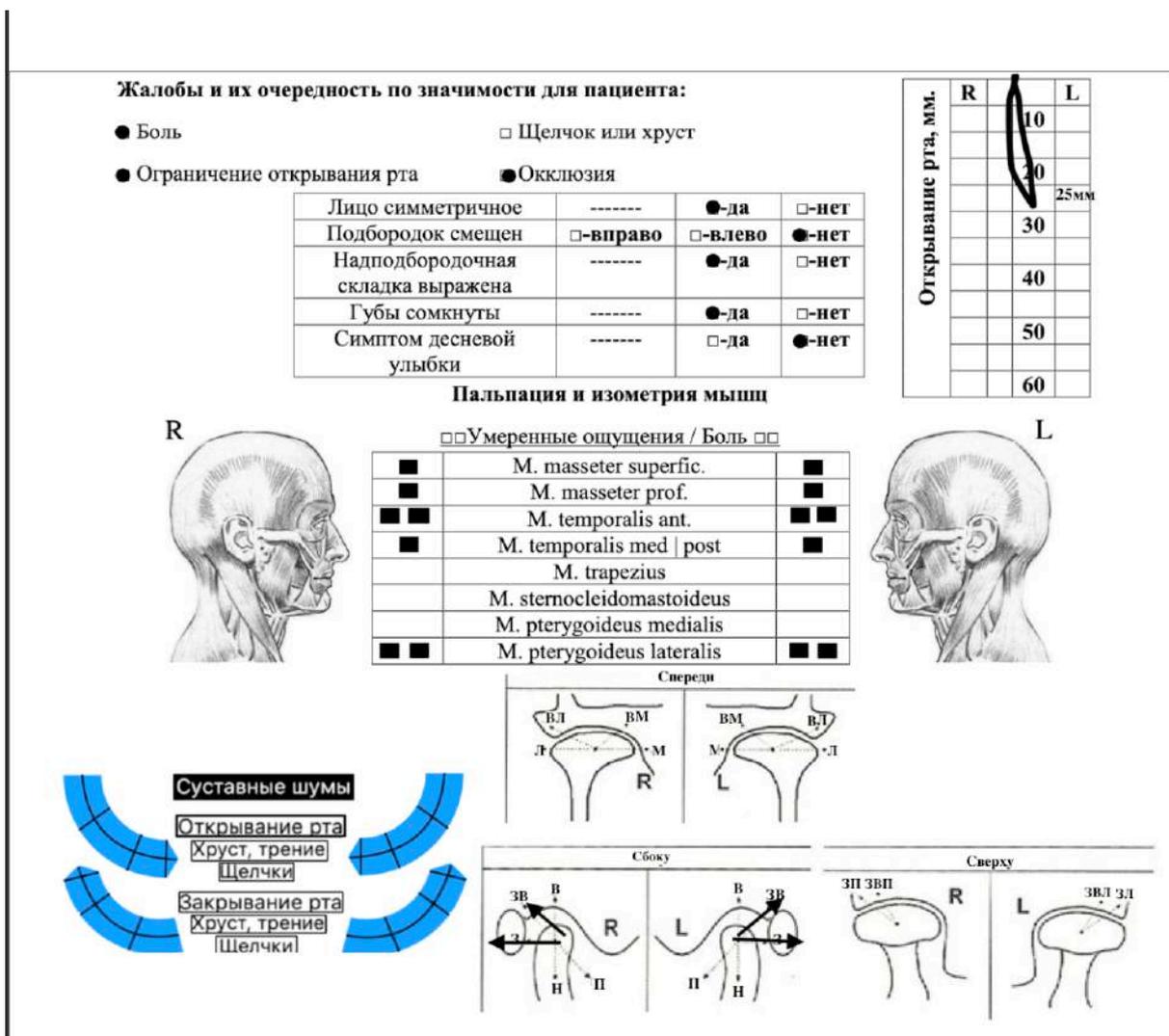


Рисунок 45. Карта функциональной диагностики зубочелюстной системы.

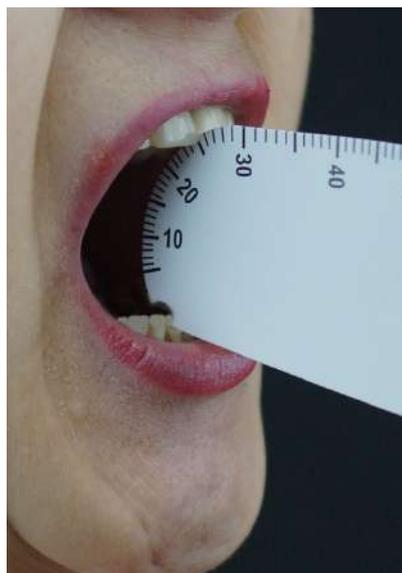


Рисунок 46. Величина открывания рта до лечения.

Также при проведении клинического обследования пациенту предлагалось оценить уровень боли по визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ), где 0 – это отсутствие боли, 10 – нестерпимая боль.

Patient Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**0-10 Numeric Pain Intensity Scale\***

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

No pain Moderate pain Worst possible pain

Рисунок 47. Визуальная аналоговая шкала боли.

#### *Дополнительные методы обследования*

Магнитно-резонансная томография: Артроз правого ВНЧС 1-2 степени. Частичная вентро-латеральная дислокация суставного диска с репозицией. Гипомобильность сустава малой степени выраженности. Фиброз биламинарной структуры.

Артроз левого ВНЧС 2 степени, синовииит. Полная вентральная дислокация суставного диска без репозиции. Гипомобильность сустава малой степени выраженности. Выраженные признаки функциональной перегрузки латеральных крыловидных мышц.

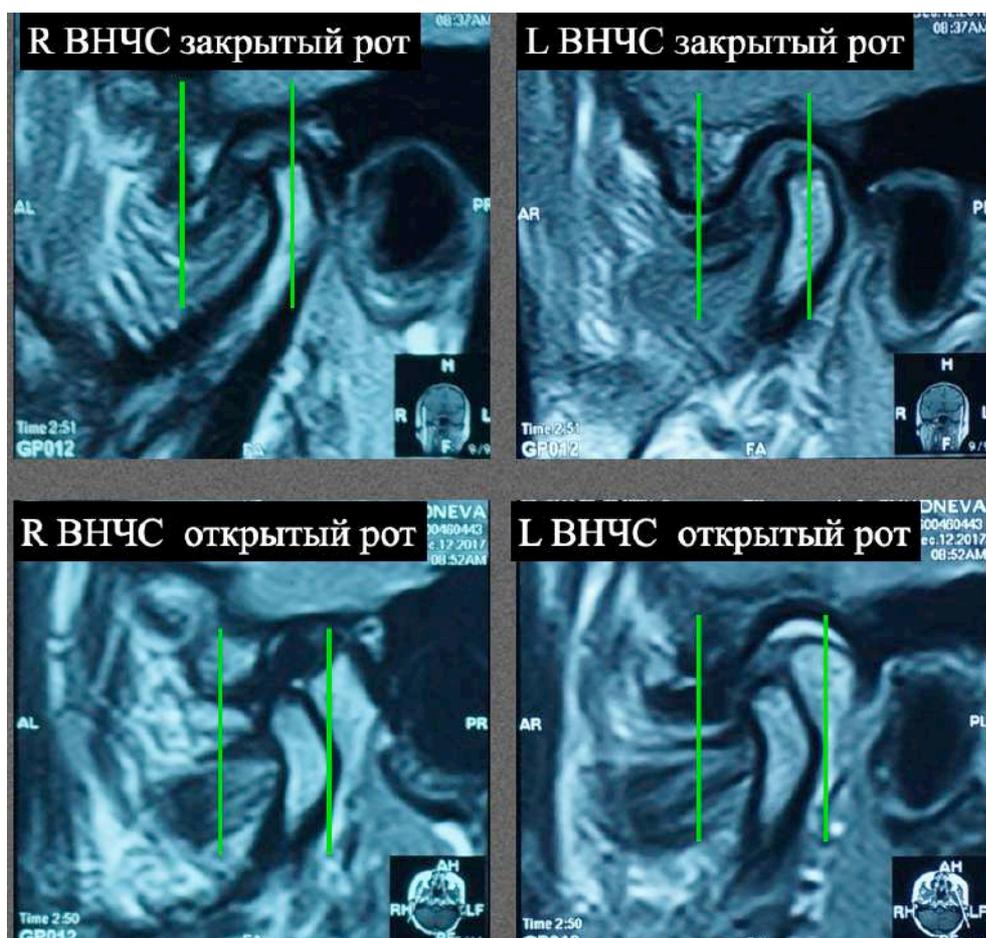
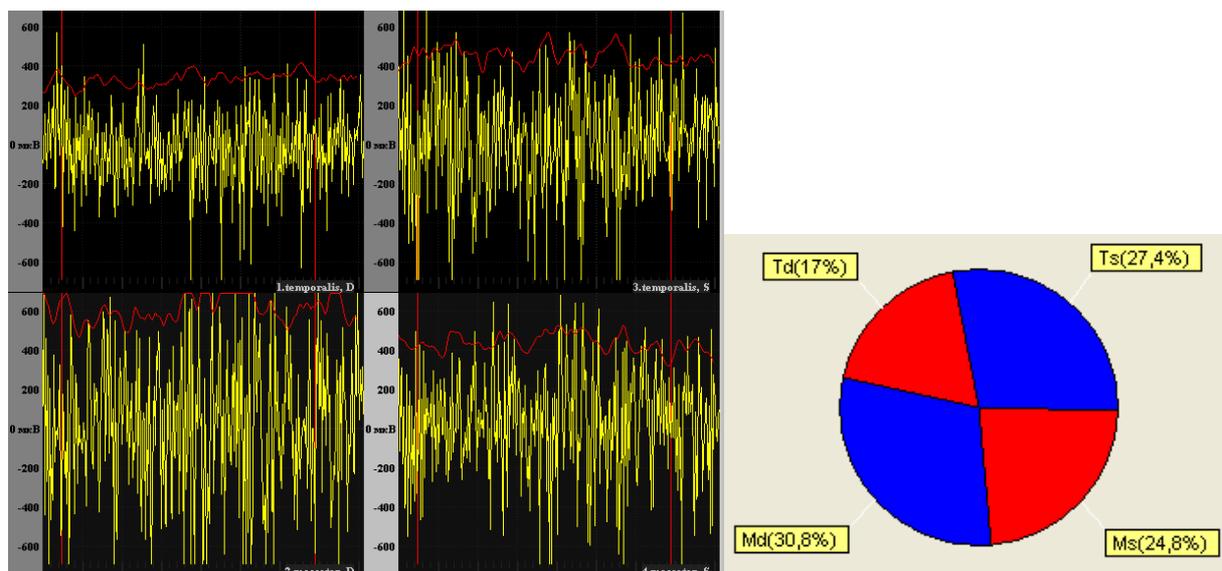


Рисунок 48. Магнитно-резонансная томография височно-нижнечелюстного сустава справа и слева.

Поверхностная электромиография до лечения: Выраженная асимметрия распределения биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами справа и слева. Выявлен гипертонус жевательной мускулатуры (ИМРАСТ=2834мкВ). Согласно критериям исследования, нормальные значения индекса ИМРАСТ не превышают 1500мкВ.



А

Б

Рисунок 49. Поверхностная электромиография жевательной мускулатуры до лечения при сжатии в окклюзии: А – биоэлектрическая активность жевательных и височных мышц при сжатии челюстей в окклюзии. Б – круговая диаграмма распределения тонуса жевательной мускулатуры при сжатии челюстей в окклюзии.

Диагноз: Деформирующий остеоартроз ВНЧС справа и слева. Внутренние нарушения ВНЧС справа и слева. Синовиит ВНЧС слева. Синдром гипертонуса жевательной мускулатуры. Мышечная дистония.

Составлен комплексный план лечения:

1. Изготовление окклюзионно-стабилизирующего аппарата в позиции центрального соотношения челюстей («Алгоритм диагностики и лечения заболеваний ВНЧС у пациентов с аномалиями прикуса» авторское свидетельство электронного ресурса № 19989 2014г.).
2. Проведение малоинвазивных хирургических методик лечения заболеваний ВНЧС с введением гиалуроновой кислоты и плазмы крови, обогащенной факторами роста («Способ малоинвазивного хирургического

лечения внутренних нарушений височно-нижнечелюстного сустава с использованием артроцентеза с артролаважем» Патент РФ № 2576787 2016г.).

3. Введение препарата нейротропина в жевательную мускулатуру согласно схеме ЭМГ.

4. Механотерапия открывания рта.

5. Стабилизация конструктивного прикуса в позиции центрального соотношения челюстей методом рационального протезирования.

6. Динамическое наблюдение.

Лечение:

Первым этапом изготовлен окклюзионно-стабилизирующий аппарат в позиции центрального соотношения челюстей согласно алгоритму лечения. Вторым этапом проведен артроцентез и лаваж ВНЧС с введением гиалуроновой кислоты и плазмы крови, обогащенной факторами роста с целью восстановления кинематики сустава [25].

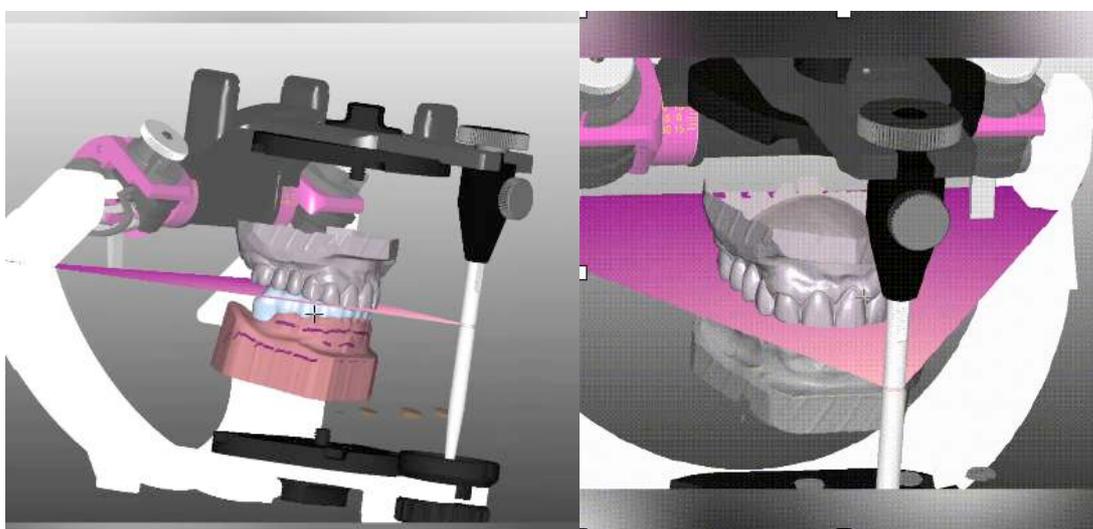


Рисунок 50. Моделирование окклюзионно-стабилизирующего аппарата по цифровому протоколу.



Рисунок 51. Оклюзионно-стабилизирующий аппарат в позиции центрального соотношения челюстей в полости рта.

На 30-е сутки после операции отмечена положительная динамика за счет увеличения амплитуды открывания рта на 40% относительно исходного показателя (до лечения – 25мм, после лечения – 35мм), нивелирование болевого синдрома на 50%. При пальпация жевательных, височных и латеральных крыловидных мышц отмечается болезненность, при открывании рта более 3см, открывание рта сопровождается дискомфортом и болевыми ощущениями преимущественно в жевательных и латеральных крыловидных мышцах. Механотерапия открывания рта затруднена по причине ограничения амплитуды растяжения жевательной мускулатуры и наличия дискомфортных ощущений.



Рисунок 52. Открывание рта на 30-е сутки после применения ОСА и хирургического лечения ВНЧС.

Проведена контрольная поверхностная электромиография жевательной мускулатуры. По результатам обследования: сохраняется незначительная асимметрия распределения биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами справа и слева. Суммарная биоэлектрическая активность жевательной мускулатуры через 30 суток после применения окклюзионно-стабилизирующего аппарата и восстановления кинематики сустава снизилась на 8% относительно данных, полученных до лечения (ИМРАСТ=2834мкВ). Гипертонус жевательной мускулатуры сохранен (ИМРАСТ=2610мкВ).

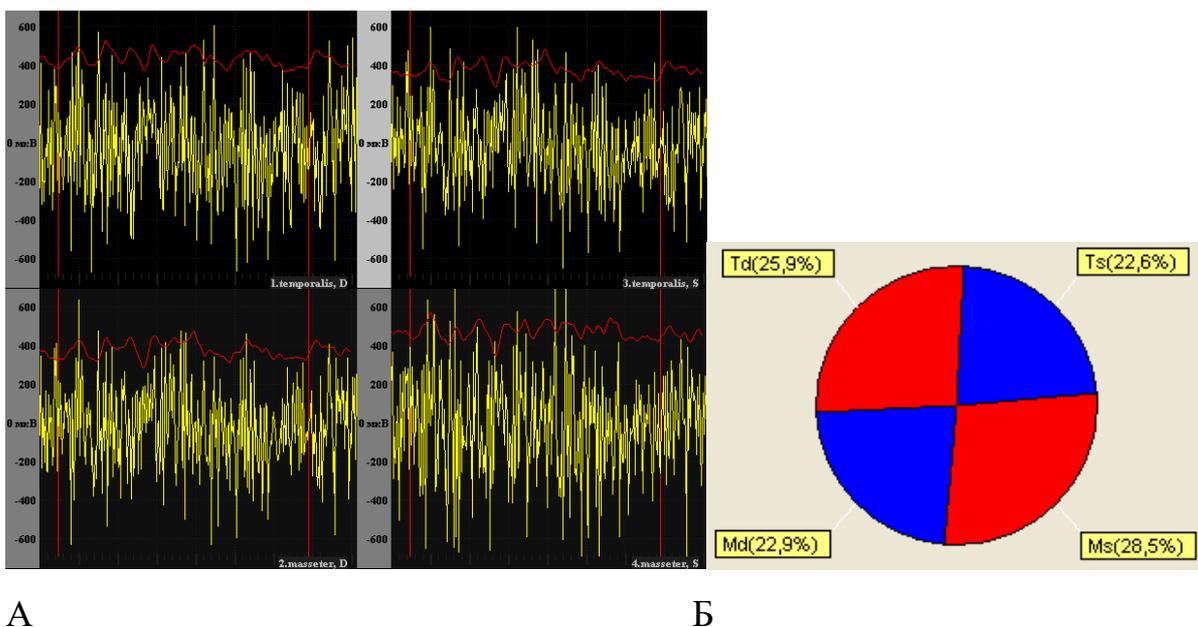


Рисунок 53. Поверхностная электромиография жевательной мускулатуры после этапа изготовления ОСА и хирургического лечения ВНЧС: А – биоэлектрическая активность жевательных и височных мышц при сжатии челюстей в окклюзии. Б – круговая диаграмма распределения тонуса жевательной мускулатуры при сжатии челюстей в окклюзии.

На основе анализа ЭМГ принято решение о введении ботулинического токсина типа А в объеме 50ЕД в передние и средние пучки височных мышц, поверхностную и глубокую части жевательных мышц, а также в латеральные крыловидные мышцы под контролем игольчатого электромиографа.

**Протокол процедуры инъекции препарата БТА**

Препарат Релатокс (объем растворителя 2 мл/ 50 ЕД) время растворения 2 мин.  
 Общая введенная доза: 50 ЕД препарата БТА

МЫШЦА	Правая	Левая	МЫШЦА	Правая	Левая
m. Temporalis	<b>10</b>	<b>10</b>	m.Masseter	<b>10</b>	<b>10</b>
m. Pterygoideus lat.	<b>5</b>	<b>5</b>	m. Pterygoideus med.	—	—
m.Digastricus	—	—	m. Sternocleidomastoideus	—	—

Электромиографический контроль инъекции:  ДА  НЕТ

Особые рекомендации после проведения процедуры: В течение недели ограничить прием антибиотиков, алкоголя, тепловые процедуры

Рисунок 54. Протокол процедуры инъекции препарата БТА



A

B

B



Г

Д

Е

Рисунок 55. Инъекция нейропротеина в жевательную мускулатуру: А-Б – в височные мышцы справа и слева пучок ; В-Г – в жевательные мышцы справа и слева; Д – в латеральную крыловидную мышцу под контролем игольчатого электромиографа; Е – Точки согласно схеме введения препарата в жевательную мускулатуру.

Электромиографический контроль после проведенной инъекции препарата нейропротеина проводился на 14 и 28 сутки согласно критериям исследования. Снижение суммарной биоэлектрической активности жевательной мускулатуры по индексу IMPACT на 14 сутки составило 70%, на 28 сутки – 74%.

На основе анализа данных поверхностной ЭМГ жевательной мускулатуры пациентов группы исследования на этапах лечения отмечено, что после применения БГА происходит нормализация распределения тонуса между височными и жевательным мышцами, отмечается более симметричное распределение активности мышц. Снижение амплитуды биоэлектрической активности жевательной мускулатуры.

По данным анализа контрольной МРТ ВНЧС визуализировано уменьшение площади поперечного сечения латеральных крыловидных мышц, что позволяет предположить снижение их биоэлектрической активности.

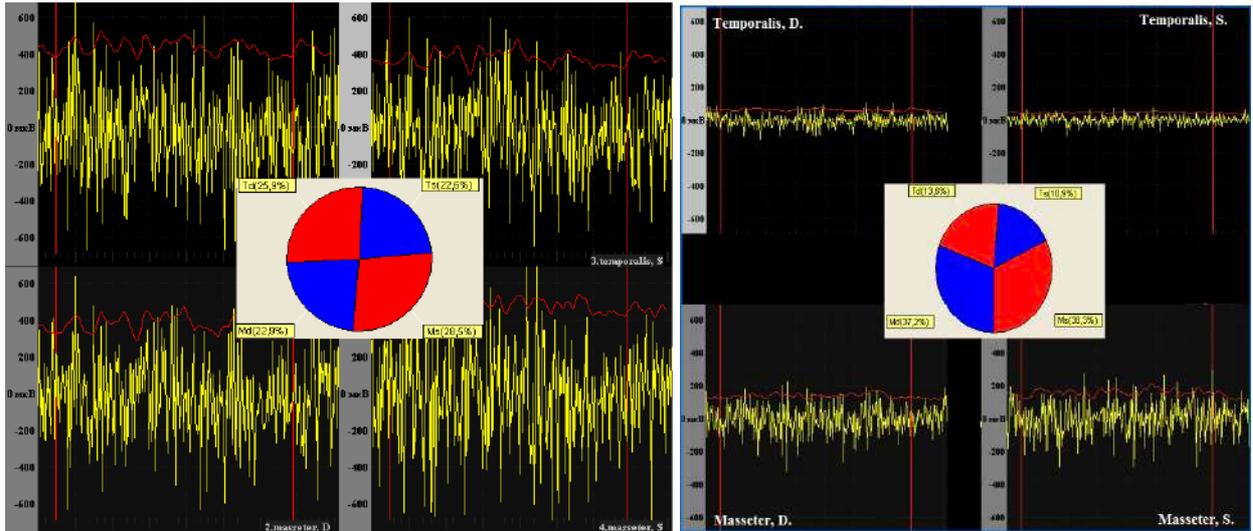
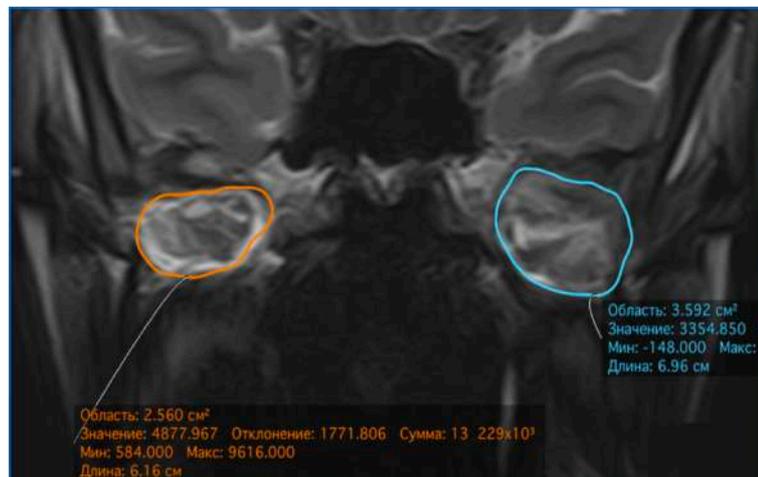
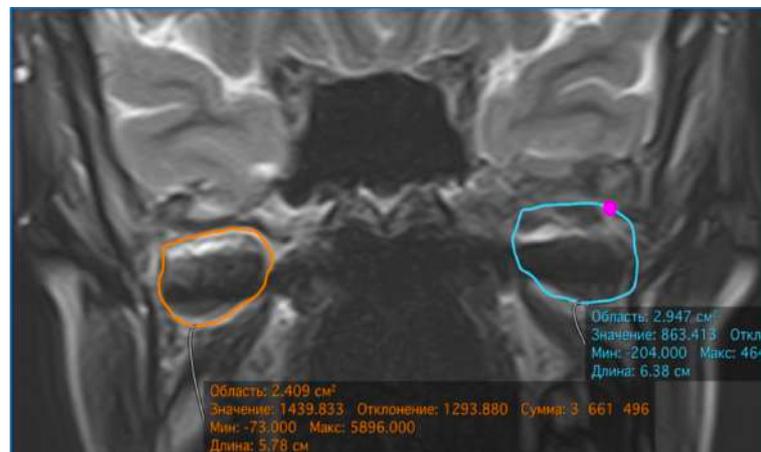


Рисунок 56. Результаты электромиографии жевательной мускулатуры до и после введения ботулинического токсина типа А в мышцы.



А



Б

Рисунок 57. Магнитнорезонансная томография ВНЧС и жевательной мускулатуры. А – МРТ ВНЧС до лечения: площадь поперечного сечения ЛКМ справа – 2,560см<sup>2</sup>, слева – 3,592см<sup>2</sup>; Б – МРТ ВНЧС после лечения: площадь поперечного сечения ЛКМ справа – 2,409см<sup>2</sup>, слева – 2,947см<sup>2</sup>

Таблица 29. Изменение клинических признаков в процессе лечения.

		ИМРАСТ	ВАШ	ЭМГ
До лечения		2834мкВ	8	
ОСА		2610мкВ	4	
БТА+ОСА	14 дней	842мкВ	3	
	28 дней	723мкВ	1	

Через 28 дней после введения нейропротеина в жевательную мускулатуру пациентка отмечала практически полное исчезновение боли, ощущения тяжести и скованности в мышцах, увеличение амплитуды открывания рта. Отмечено снижение суммарной амплитуды биоэлектрической активности жевательной мускулатуры на основании индекса ИМРАСТ при сжатии в окклюзии на 74%.



Рисунок 58. Амплитуда открывания рта после лечения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема дисфункциональных состояний жевательной мускулатуры остается открытой вследствие отсутствия общих взглядов на этиологию, механизмы развития и эффективные, прогнозируемые методы диагностики и лечения пациентов данной группы.

Для более детальной оценки состояния зубочелюстной системы, в целом, и состояния жевательной мускулатуры, в частности, была предложена модифицированная карта функциональной диагностики зубочелюстной системы (см. приложение). В карту вносились данные жалоб и анамнеза пациента, результаты клинического обследования жевательной мускулатуры, ВНЧС и окклюзии. Акцент клинического обследования в нашей работе был смещен в сторону обследования жевательной мускулатуры по протоколу, предложенному в ходе исследования. Для постановки клинического диагноза и определения показаний к проведению дополнительных методов обследования, важным является выявление триггерных болевых точек при пальпации жевательных и височных мышц, а также пальпации в проекции латеральных крыловидных мышц.

Сочетание аномалий прикуса, признаков патологии ВНЧС, гипертонуса и дистонии жевательной мускулатуры – достаточно частое явление. Кроме того, не редким является несовпадение клинической картины и данных дополнительных методов обследования (КТ, МРТ ВНЧС), субъективность оценки степени выраженности болевого синдрома, а также ограниченность возможности выделения основного компонента болевого синдрома (артрогенный либо миогенный и др.), требует применения дополнительных методов обследования пациентов при планировании хирургического, ортопедического и терапевтического лечения, позволяющих дать точную оценку состоянию жевательной мускулатуры. Таким методом является поверхностная электромиография ЖМ.

В настоящее время заболевания ВНЧС принято рассматривать как полиэтиологичный феномен, в возникновении которого участвуют несколько потенцирующих друг друга факторов, причем наиболее значимым в формировании болевого синдрома (основной причиной обращения пациентов данной группы) *рассматривается «мышечный фактор».* Однако, *дифференциальная диагностика болевого синдрома и его этиологии у пациентов с заболеваниями ВНЧС крайне затруднительна в виду того, что артрогенный характер боли и боли возникающие при сокращении жевательной мускулатуры консолидируются с течением времени в единый болевой синдром.*

Зачастую, даже после восстановления кинематики ВНЧС посредством применения малоинвазивных хирургических методик, сохраняется болевой синдром неуточненной этиологии.

*Таким образом, предполагая наличие мышечного гипертонуса и дистонии, опираясь на данные клинического обследования, при выявлении триггерных болевых точек при пальпации, необходимо объективное количественное подтверждение диагноза «гипертонус мышечный» (G24.8.0 МКБ-10) с его верификацией по разработанной методике, посредством неинвазивного, быстрого, диагностически и прогностически точного метода диагностики – поверхностной ЭМГ.*

Характеристики метода позволили избрать его в качестве основного. Для анализа результатов ЭМГ был разработан алгоритм проведения исследования (Патент № RU 2723613 C1), а также диагностические индексы оценки состояния ЖМ. Патент направлен на стандартизацию методики исследования ЖМ и получение количественного результата для постановки диагноза.

Главной проблемой низкой диагностической ценности метода поверхностной ЭМГ является отсутствие стандартизированного протокола исследования, схемы анализа полученных результатов, а также, отсутствие показателей относительной физиологической нормы. Одной из задач нашего

исследования явилась разработка и формирование алгоритма диагностики и выявление параметров физиологической нормы биоэлектрической активности ЖМ при выполнении специализированных диагностических проб.

Контроль за состоянием жевательной мускулатуры проводился на всех этапах лечения пациентов, а поскольку при проведении поверхностной электромиографии, регистрируемый биоэлектрический потенциал является суммарным потенциалом, зафиксированным с поверхности кожи в области установленного электрода, важно стандартизировать протокол наложения электродов для достижения максимальной воспроизводимости метода. С этой целью применялась лицевая дуга с фиксированным на ней ватерпасом. Положение головы пациента позиционировалось строго горизонтально в трех плоскостях. А наложение электродов проводилось под контролем фокусирующей сетки экрана фотоаппарата.

В контрольной группе, согласно предложенному алгоритму диагностики, проводился анализ симметрии распределения биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами и были выявлены параметры относительной нормы.

В ходе исследования были разработаны индексы оценки состояния жевательной мускулатуры и методика их анализа (патент РФ № RU 2723613 С1).

**Индекс КСВМ** (коэффициент симметрии височных мышц) – параметр распределения биоэлектрической активности между височными мышцами справа и слева. Согласно полученным данным на основе анализа ЭМГ в контрольной группе параметр  $КСВМ = \pm 15,23\%$  - данное значение принято за параметр нормы;

**Индекс КСЖМ** (коэффициент симметрии жевательных мышц) – параметр распределения биоэлектрической активности между жевательными мышцами справа и слева. Согласно полученным данным на основе анализа ЭМГ в

контрольной группе параметр  $KСЖМ = \pm 14,98\%$  - данное значение принято за параметр нормы;

**Индекс КВЖС** (коэффициент височно-жевательного соотношения) – параметр распределения биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами. Согласно полученным данным на основе анализа ЭМГ в контрольной группе параметр  $КВЖС = \pm 18,94\%$  - данное значение принято за параметр нормы;

**Индекс СКС** (суммарный коэффициент симметрии) – параметр распределения биоэлектрической активности между височной и жевательной мышцами с одной стороны и височной и жевательной мышцами с другой. Согласно полученным данным на основе анализа ЭМГ в контрольной группе параметр  $СКС = \pm 15,01$  - данное значение принято за параметр нормы.

Первичная оценка тонуса жевательной мускулатуры проводилась по индексу **ИМРАСТ** (сумма средних амплитуд биоэлектрической активности височных и жевательных мышц). В контрольной группе (К) при сжатии в окклюзии ИМРАСТ составил  $1271,47 \pm 211,25$  мкВ, в состоянии физиологического покоя –  $82,35 \pm 11,27$  – данные значения были приняты за параметры нормы.

**Относительно параметров нормы проводилось исследование пациентов основной группы.**

Данный метод позволил стандартизировать процедуру обследования, фиксировать его результаты, обрабатывать и анализировать статистическими методами. Проанализировав полученные результаты, мы не нашли подтверждения данным, представленным некоторыми авторами, о зависимости состояния жевательной мускулатуры от времени суток. В контрольной группе исследования пациентам проводилась поверхностная ЭМГ утром и вечером первого дня и на утро следующего дня, разница в показаниях параметра ИМРАСТ составила  $4,7\%$  ( $p=0,05$ ). Анализ круговых диаграмм распределения биоэлектрической активности между височными и

жевательными мышцами в первый и второй дни показал незначительные расхождения, но суммарный потенциал оставался примерно одинаковым.

При выявлении клинических признаков патологии ВНЧС, также необходим объективный метод диагностики состояния структур сочленения, где золотым стандартом, по данным литературы, является магнитно-резонансная томография ВНЧС. Метод МР-диагностики структур сустава позволяет визуализировать внутрисуставной диск, мышцы и их структуру, наличие или отсутствие выпота в капсуле сустава, а также получить данные за наличие и отсутствие новообразований в челюстно-лицевой области.

Для анализа результатов МРТ пациентов группы исследования применялся стандартизованный протокол. Анализируя полученные данные выявлено, что в группе с нейтральным типом прикуса (I-N) признаки перегрузки ЛКМ по результатам МРТ выявлена в 43% случаев, в группе с дистальным типом прикуса (II-D) – в 93% случаев, в группе с мезиальным типом прикуса (III-M) – в 87% случаев. Суммарно, в группе из 90 пациентов, признаки перегрузки ЛКМ по данным МРТ выявлены в 74% случаев. У всех пациентов данной группы был подтвержден диагноз «гипертонус мышечный» по результатам ЭМГ. Можно предположить высокую диагностическую ценность метода ЭМГ как на этапе с уже имеющимися органическими изменениями ЖМ, так и при начальных признаках перегрузки мышц, которые не могут быть верифицированы при помощи МРТ и других дополнительных методов обследований.

Согласно критериям включения, у всех пациентов группы исследования выявлен гипертонус ЖМ по косвенным признакам (данные клинического обследования, карта функциональной диагностики зубочелюстной системы) и подтвержденный на основании метода ЭМГ (значение индекса ИМРАСТ>1500мкв). Всего было отобрано 90 пациентов.

На этапе оценки выраженности болевых ощущений при максимальном открывании рта по ВАШ. Наиболее высокий уровень боли был выявлен у

пациентов подгруппы II-D (8,12 балла), у пациентов I-N подгруппы - 6,09 балла и наименее выраженный уровень боли у пациентов III-M подгруппы (5,92 балла).

Наличие боли при пальпации ЖМ отмечали 93% пациентов с нейтральным типом прикуса (I-N) и 97% пациентов с мезиальным типом прикуса (III-M). Все пациенты подгруппы с дистальным типом прикуса (II-D) отмечали наличие боли при пальпации жевательной мускулатуры.

На основании полученных данных и, принимая во внимание, что в исследуемой группе пациентов с гипертонусом жевательной мускулатуры по результатам ЭМГ, в 95,5% случаев были выявлены внутренние нарушения ВНЧС и в 74% случаев признаки перегрузки ЛКМ, можно сделать вывод о смешанном генезе болевого синдрома (артрогенном и миогенном). Можно предположить высокую корреляционную зависимость между тонусом ЖМ и позицией внутрисуставного диска ВНЧС, а также важную роль составляющей «мышечного» компонента в развитии и степени выраженности болевого синдрома у пациентов группы исследования. Единственным методом, позволяющим диагностически точно охарактеризовать состояние биоэлектрической активности ЖМ у данной группы пациентов, является метод поверхностной ЭМГ.

При сравнении полученных данных, на основании метода ЭМГ, в исследуемых подгруппах до лечения относительно контрольной группы, была выявлена значительная асимметрия распределения биоэлектрической активности в 75% случаев между височными и жевательными мышцами, и, как следствие, значительное отклонение индексов от принятых норм. Аномалии прикуса и окклюзионных соотношений в трех подгруппах выявили общий фактор, приводящий к асимметрии биоэлектрической активности – изменение окклюзионной плоскости относительно плоскости, проведенной через лицевую дугу. Без сомнения, параметры окклюзионной плоскости влияют на

биоэлектрическую активность мышц, нельзя отрицать высокую роль окклюзионного фактора в развитии парафункциональных состояний ЖМ.

Тесная анатомическая и функциональная связь между зубными рядами, суставами и жевательной мускулатурой позволяет предположить высокий риск развития патологических состояний жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий. Эти данные подтвердились в результате анализа зависимости биоэлектрической активности жевательных мышц от типа прикуса в исследуемых группах по индексу IMPACT. При статистическом исследовании, наименьшее значение индекса IMPACT оказалось в подгруппе I-N (нейтральный тип прикуса) – выше на 11% относительно нормы, в подгруппе II-D (дистальный тип прикуса) значение индекса выше на 25% относительно нормы, в подгруппе III-M (мезиальный тип прикуса) – выше на 34% относительно нормы. При этом у пациентов с II-скелетным классом превалирует тонус височных мышц (коэффициент височно-жевательного соотношения КВЖС > 18,94% у 83,4% пациентов данной подгруппы). Можно предположить, что такое распределение биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами происходит вследствие анатомического строения челюстных костей (дистальное положение нижней челюсти относительно верхней), снижения высоты прикуса, укорочения жевательных мышц и распределения направления вектора силы при максимальном волевом сжатии зубных рядов.

При проведении ЭМГ в состоянии физиологического покоя в норме, в контрольной группе исследования регистрировалась изоэлектрическая линия.

Однако, в исследуемых подгруппах при проведении поверхностной электромиографии в состоянии покоя у некоторых пациентов был обнаружен феномен фасцикуляций жевательной мускулатуры, а также регистрировалась произвольная биоэлектрическая активность мышц в виде хаотически возникающей интерференционной ЭМГ или регулярной залповидной

активности (гиперкинезы). По нашему мнению, такие тонические спазмы возникают на фоне нарушений нейромышечного комплекса, что обуславливается различными причинами. По данным ряда авторов [14, 15, 25] наиболее существенными из них считают психические расстройства и механическую перегрузку мышц, которая может быть связана с окклюзионной дисгармонией, патологией периодонта и пародонта, длительным односторонним типом жевания, парафункциями жевательных мышц.

Систематизировав полученные данные, нами был разработан алгоритм лечения пациентов с синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры и скелетными формами зубочелюстных аномалий с применением ботулинического токсина типа А.

По данным современной литературы [7, 12, 25] нарушенные окклюзионные контакты зубных рядов верхней и нижней челюсти, как следствие аномалий прикуса, в частности, являются основным этиологическим фактором смещения НЧ в суставных ямках. В подобных случаях парафункциональные состояния жевательной мускулатуры носят стереотипный характер и выступают в роли адаптации к окклюзионной картине.

Всем пациентам группы исследования был проведен этап изготовления и припасовки окклюзионно-стабилизирующего аппарата в позиции центрального соотношения челюстей.

Задачей лечения является исключение вынужденного положения нижней челюсти за счет изменения окклюзионных взаимоотношений и, следовательно, изменение стереотипа функционирования жевательных мышц.

Однако, сформировавшаяся стереотипная программа ЖМ, обусловленная ЗЧА, значительно усложняет регистрацию центрального соотношения челюстей. Нарушение координации ЖМ у данной группы пациентов не может быть устранено одномоментно, что делает сложным позиционирование нижней челюсти в позиции центрального соотношения. Несмотря на это, лечебно-диагностический этап применения окклюзионно-стабилизирующего

аппарата имеет важное значение в комплексном алгоритме лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры, так как предрасполагающей к развитию парафункций жевательной мускулатуры основой считаются заболевания ВНЧС и окклюзионные нарушения (дефекты зубных рядов, аномалии окклюзии, некорректное ортопедическое лечение, снижение высоты смыкания зубных рядов).

По нашему мнению, главной целью лечебно-диагностической сплент-терапии является выявление центрального соотношения челюстей. Важно стабилизировать смыкание зубных рядов в конструктивном типе прикуса в как можно более короткие сроки посредством терапевтического, ортопедического, ортодонтического и хирургического лечения. Возможно, что применение окклюзионного аппарата в сроки более чем полгода может провоцировать развитие парафункции жевательной мускулатуры и возвращение болевого синдрома, вследствие отсутствия постоянного стабильного положения нижней челюсти и смыкания зубных рядов.

Кроме того, мы пришли к выводу, что во время приема пищи не рекомендуется использование ОСА с целью тщательного формирования пищевого комка при жевании и, как следствие, для профилактики нарушений работы желудочно-кишечного тракта. Оценивая состояние жевательной мускулатуры у пациентов, в течение двух недель и более проходящих сплент-терапию посредством капп на мягкой основе, в том числе силиконовых, был выявлен значительный гипертонус жевательной мускулатуры и выраженная асимметрия распределения биоэлектрической активности жевательных и височных мышц. Анализируя полученные данные, можно предположить, что силиконовые окклюзионные аппараты выступают в роли «эспандера» и способствуют развитию парафункции и гипертонуса жевательной мускулатуры.

Всем пациентам группы исследования после этапа изготовления и припасовки окклюзионно-стабилизирующего аппарата проведено введение ботулинического токсина типа А в жевательную мускулатуру согласно схеме ЭМГ.

Основная точка приложения БТА – пресинаптические терминалы холинэргических синапсов. В зоне инъекции токсин блокирует высвобождение ацетилхолина из пресинаптических терминалов аксона путем расщепления синаптосомальных транспортных белков (SNAP-25) и вызывает локальную мышечную релаксацию.

В ходе исследования мы пришли к выводу, что объем введения БТА зависит от степени гипертонуса жевательной мускулатуры. Если параметр ИМРАСТ < 3500 мкВ, то первично, оптимальным является введение 50 ЕД препарата нейротропина в жевательную мускулатуру с контролем ЭМГ через месяц с целью решения вопроса о необходимости повторного введения БТА. Если параметр ИМРАСТ > 3500 мкВ, то рекомендовано введение до 100 ЕД препарата. По нашему мнению, одномоментное введение более 100 ЕД препарата нейротоксина нецелесообразно в ЧЛЮ, так как жевательная мускулатура имеет относительно небольшой объем.

*Важно: в одноименные мышцы с двух сторон необходимо вводить идентичное количество нейротропина.* Это необходимо для равномерного и контролируемого снижения тонуса жевательной мускулатуры справа и слева и для профилактики постинъекционной компенсаторной асимметрии распределения биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами с двух сторон. Не рекомендуется вводить более 10 ЕД препарата в латеральные крыловидные мышцы по причине возможности блокирования движений нижней челюсти за счет инактивации основных функций ЛКМ - выдвигание вперед нижней челюсти и латеротрузионные смещения ВНЧС. Необходимо обучить пациента, после процедуры инъекции БТА в жевательную мускулатуру, механотерапии открывания рта, для

сохранения длины мышечного волокна и, как следствие, амплитуды величины открывания рта.

По нашему мнению, введение ботулинического токсина типа А целесообразно на этапе до изготовления окклюзионно-стабилизирующего аппарата или сразу во время наложения его с целью нормализации и адаптации стереотипа функционирования жевательной мускулатуры под ортопедически стабильное положение нижней челюсти в позиции центрального соотношения челюстей.

На основании проведенных исследований, минимальный срок активации БТА составил 4-7 суток с момента введения препарата, пик активности препарата наступал примерно через 14 дней, что коррелирует с данными производителя.

При проведении анализа эффективности окклюзионно-стабилизирующего аппарата в позиции центрального соотношения челюстей по показателю суммарного коэффициента симметрии во всех подгруппах наблюдалось более равномерное распределение биоэлектрической активности жевательной мускулатуры на окклюзионно-стабилизирующем аппарате на этапах до инъекции, через 2 и 4 недели.

Контроль состояния жевательной мускулатуры проводился посредством поверхностной ЭМГ через 2 и 4 недели. Это связано со сроками выхода препарата на пиковую активность.

При проведении ЭМГ на 28 сутки после введения препарата нейротропина отмечалось более равномерное распределение биоэлектрической активности между височными и жевательными мышцами.

Пациенты группы исследования отмечали улучшение общего состояния на четырнадцатые сутки после инъекции препарата БТА, снижение уровня боли по ВАШ (на 61%) в жевательных мышцах, нормализацию открывания рта.

На двадцать восьмые сутки, помимо отсутствия болевого синдрома (снижение уровня боли до 2% в исследуемой группе, пальпация триггерных

точек отрицательная), пациенты отмечали конфигурация лица составляющей в области нижней трети лица, в частности уменьшение объема собственно жевательных мышц.

Эффективность препарата составила 100%, то есть, у всех пациентов группы исследования было отмечено снижение тонуса жевательной мускулатуры на основании индекса IMPACT. Среднее значение снижения суммарной биоэлектрической активности жевательной мускулатуры по индексу IMPACT в исследуемой группе через 14 дней после введения БТА составило – 68%, через 28 дней – 72% относительно исходного значения индекса IMPACT.

Для отслеживания изменений, происходящих в жевательной мускулатуре после инъекции БТА, нами был применен метод МРТ с измерением площади поперечного сечения ЛКМ. Выбор мышцы связан с несколькими факторами, а именно: ЛКМ является небольшой мышцей; в поперечном сечении практически круглой формы; инъекция БТА проводилась у всех пациентов группы исследования в одинаковой дозировке – 5ЕД.

При проведении контрольной МРТ ВНЧС на 30 сутки после введения ботулинического нейротоксина, отмечалось уменьшение площади поперечного сечения латеральных крыловидных мышц у 98,7% пациентов группы исследования, в среднем, на 14,5%. Учитывая полученные данные, выявлена высокая корреляционная зависимость между величиной биоэлектрической активности и площадью поперечного сечения ЛКМ ( $p < 0,05$ ). На основании этого можно предположить наличие корреляции между тонусом жевательных и височных мышц и площадью их поперечного сечения.

Осложнения, которые возможно получить в результате применения ботулинического токсина типа А – местные и обратимые (например, чрезмерное расслабление мягкого неба – ринофония и т.д.).

Несмотря на наличие традиционных методов лечения мышечного гипертонуса, таких как системная фармакотерапия (миорелаксанты),

хирургические методы (нейромодуляция, денервация), стоит обратить внимание на метод патогенетического, дозированного, длительного, безопасного воздействия на мышечные волокна и мышечные веретена, каким является локальное введение ботулинического токсина типа А в мышцы с повышенным тонусом. Длительность действия БТА в мышцах колеблется от 3-4 месяцев до полугода. Данный интервал времени, так называемое «терапевтическое окно», позволяет проводить стоматологические хирургические, ортопедические и терапевтические манипуляции у пациента без риска осложнений со стороны височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц.

Применение БТА является одним из звеньев этиопатогенетической концепции лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры вследствие селективного действия на холинергические нервные окончания, ингибируя выделение ацетилхолина. Конечным эффектом является расслабление инъецированной мышцы и снижение уровня болевого синдрома.

Помимо этого, применение методики инъекции препаратов ботулинического нейротропина может служить альтернативой миотомии латеральной крыловидной мышцы при проведении артроскопической операции на ВНЧС с целью восстановления подвижности внутрисуставного диска, так как в ряде случаев гипертонус ЛКМ способствует вентральной дислокации внутрисуставного диска.

На сегодняшний день методика применения БТА в практике челюстно-лицевого хирурга и стоматолога обладает большим потенциалом, в том числе, в алгоритме комплексного лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры, а также в лечении заболеваний височно-нижнечелюстного сустава.

## ВЫВОДЫ

1. Предложенный метод клинического обследования пациентов позволяет определить наличие гипертрофии жевательных мышц и триггерных болевых точек и их локализацию. По данным дополнительных методов обследования (КТ, МРТ), определяется гипертрофия жевательной мускулатуры на основе сравнения площади поперечного сечения мышц правой и левой стороны. На основании метода поверхностной электромиографии по индексу IMPACT (в норме  $\leq 1500$ мкВ) определяется гипертонус жевательной мускулатуры. Выявлена корреляция между гипертонусом и гипертрофией жевательных мышц в 100% случаев.

2. Наиболее ценным и точным диагностическим методом определения суммарного тонуса и степени дискоординации биоэлектрической активности жевательной мускулатуры является поверхностная электромиография.

3. Корреляционную зависимость между тонусом жевательной мускулатуры и аномалиями окклюзии удалось выявить на основании анализа данных поверхностной электромиографии с применением индекса IMPACT (сумма амплитуд биоэлектрической активности жевательных и височных мышц; в норме  $\leq 1500$ мкВ). Наименьшее значение индекса IMPACT относительно нормы выявлено у пациентов с нейтральным типом прикуса (I-N) (выше относительно нормы на 6%), в подгруппе с дистальным типом прикуса (II-D) тонус мышц выше на 33%, в подгруппе с мезиальным типом прикуса (III-M) – выше на 27%.

4. Разработан алгоритм диагностики синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий, включающий в себя клиническое обследование с заполнением модифицированной карты функциональной диагностики зубочелюстной системы, проведение дополнительных методов обследования, а именно: КТ - для определения скелетного класса и костной асимметрии, диагностики

костно-деструктивных изменений, патологии зубных рядов и челюстных костей, наличия хронической инфекции; метода МРТ с целью визуализации ВНЧС и жевательной мускулатуры для подтверждения и уточнения клинически предполагаемых нарушений структуры и функции сустава и мышц. Для количественного подтверждения предполагаемых нарушений функции жевательной мускулатуры применяется метод поверхностной электромиографии. Получен патент РФ № RU 2723613 С1

5. Разработана методика лечения пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры. Методика применения ботулинического токсина типа А показала высокую эффективность (степень снижения суммарного биоэлектрического потенциала жевательных и височных мышц на основании индекса IMPACT). На основе анализа поверхностных электромиографий в подгруппе с нейтральным типом прикуса (I-N) через 2 недели после инъекции ботулинического токсина типа А эффективность нейропротеина составила 52%, через 4 недели – 62%. В подгруппе с дистальным типом прикуса (II-D) эффективность через 2 недели после инъекции ботулинического токсина типа А составила 68%, через 4 недели – 71%. В подгруппе с мезиальным типом прикуса (III-M) эффективность через 2 недели составила 67%, через 4 недели – 64%. Данная методика, в составе комплексного алгоритма лечения, создает «терапевтическое окно», позволяющее минимизировать риски возникновения осложнений со стороны жевательной мускулатуры при проведении окклюзионной сплент-терапии, малоинвазивных хирургических методик лечения заболеваний ВНЧС, при проведении ортогнатической хирургии, а также на этапе стабилизации конструктивного прикуса методом ортодонтической коррекции и рационального протезирования.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Первичное клиническое обследование пациентов должно проводиться с заполнением предложенной нами модифицированной карты функциональной диагностики заболеваний челюстно-лицевой области.

2. Метод магнитно-резонансной томографии ВНЧС необходимо применять для диагностики внутренних нарушений и деформирующих изменений в суставе, наличия выпота в камерах сустава, выявления признаков перегрузки ЛКМ, а также наличия новообразований в ЧЛО.

3. Применение метода ЭМГ на всех этапах хирургического, ортопедического и терапевтического лечения является необходимым для контроля за состоянием жевательной мускулатуры. Для позиционирования головы пациента необходимо применение лицевой дуги с фиксированным на ней ватерпасом, а фиксацию электродов на мышцы важно проводить под контролем фокусирующей сетки экрана фотоаппарата для достижения максимальной воспроизводимости метода исследования ЖМ. Интерпретацию пЭМГ рекомендовано проводить по предложенной схеме с использованием индексов КСВМ, КСЖМ, КВЖС, СКС, ІМРАСТ.

4. У пациентов с аномалиями окклюзии и синдромом гипертонуса жевательной мускулатуры лечение целесообразно начинать с применения лечебно-диагностического окклюзионного аппарата и введения ботулинического токсина типа А в жевательную мускулатуру согласно схеме ЭМГ.

5. Восстановление препарата ботулинического токсина типа А физиологическим раствором рекомендуется в объеме 2-4 мл, но не более 6 мл, так как большой объем раствора может способствовать диффузии препарата в подлежащие ткани и размытию локального эффекта действия нейропротеина.

6. Если параметр ІМРАСТ $<$ 3500мкВ, то целесообразно введение 50 ЕД препарата нейропротеина в жевательную мускулатуру. Если параметр ІМРАСТ $>$ 3500мкВ, то рекомендовано введение до 100ЕД препарата. Не

желательно одномоментное введение более 100ЕД препарата нейротоксина в ЧЛО. Не рекомендовано введение более 10ЕД БТА в ЛКМ вследствие возможного блокирования движений нижней челюсти за счет инактивации основных функций ЛКМ.

7. Инъекция нейропротеина в ЛКМ должна проводиться под контролем игольчатого электромиографа для точной доставки препарата в мышцу. Нами были использованы электромиограф МИСТ в режиме «усилитель» 1,5мВ, инсулиновые шприцы для более точного дозирования препарата и одноразовые игольчатые электроды длиной 75мм и диаметром 0,64мм.

8. В одноименные мышцы с двух сторон необходимо вводить идентичное количество нейропротеина для контролируемого и равномерного снижения тонуса жевательной мускулатуры.

9. Для равномерной диффузии БТА в мышцах целесообразно применение ЧЭНС с частотой импульса 5Гц и силой тока 25мА в течение 5 минут, при этом электроды позиционируются в проекции узлов тройничного нерва справа и слева и заземляющий электрод в области задней поверхности шеи.

10. После инъекции БТА в течение 7 дней нежелательным является проведение тепловых процедур, прием алкоголя и антибактериальных препаратов группы сульфаниламидов, вследствие ингибирующего действия на нейропротейн.

11. Необходимо обучить пациента проведению активной механотерапии в течение 14 дней с момента инъекции БТА для сохранения кинематики ВНЧС и амплитуды открывания рта.

12. Контроль за состоянием ЖМ посредством ЭМГ необходимо проводить на этапе первичной диагностики синдрома гипертонуса жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными формами зубочелюстных аномалий; после наложения окклюзионно-стабилизирующего аппарата в позиции центрального соотношения челюстей; через 14 и 28 суток после инъекции БТА.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безъязычная Н.В. Жевательное давление на этапах ортопедического лечения съемными протезами: способы и результаты клинического изучения // Медицина № 2(13), 2007. С.27-30.
2. Валькова Т.И., Лотоцкий А.Ю. Значение психологических факторов в формировании миофасциального болевого синдрома. Конференция «Психиатрия консультирования и взаимодействия»: Материалы. Ст-Петербург 2004; 1: 4-6.
3. Гиоева Ю.А., Топольницкий О.З., Царик В.С. Морфометрический анализ изменений лицевого отдела черепа при комплексном лечении пациентов с мезиальной окклюзией // Ортодонтия. - 2007. - № 1 (37). - С. 50-57.
4. Глушко А.В. «Оценка морфометрических изменений верхних дыхательных путей у больных при проведении ортогнатических операций» дис. ... канд. мед. наук. /ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова». – 2013. –24 с.
5. Дибиров Т.М. «Особенности диагностики и планирования хирургического лечения взрослых пациентов с асимметричными деформациями челюстей» дис. ... кандидата медицинских наук. /ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова». – 2013. – 170 с.
6. Дробышев А.Ю., Анастасов Г. Основы ортогнатической хирургии. М.: Печатный город, 2007. 55 с.
7. Иорданишвили А., Рыжак Г., Солдатова Л. Диагностика и лечение заболеваний височно-нижнечелюстного сустава у людей пожилого и старческого возраста. – Litres, 2017.
8. Кастаньо Е. Б., Климова Т. В., Куракин К. А. Анализ результатов функциональной диагностики взрослых пациентов с гнатической формой

дистальной окклюзии зубных рядов //Бюллетень медицинских интернет-конференций. – Общество с ограниченной ответственностью Наука и инновации, 2013. – Т. 3. – №. 3. – С. 586-586.

9. Клипа И.А. «Клиника, диагностика и комбинированное лечение взрослых пациентов с аномалиями и деформациями челюстно-лицевой области, сопровождающимся сужением верхней челюсти» дис. ... канд. мед. наук. /ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова». – 2012. –32 с.

10. Костина И. Н. Комплексное лечение остеоартроза височно-нижнечелюстного сустава, основанное на доказательной медицине //Уральский медицинский журнал. – 2008. – №. 10. – С. 40-46.

11. Кубрушко Т.В., Коробкин В.А., Милова Е.В., Лунёв М.А., Хайн С.С. Синдромно-сходные заболевания органов полости рта и челюстно-лицевой области. Стр. 24, 2013г

12. Лепилин А. В. и др. Клинические проявления патологии височно-нижнечелюстных суставов и жевательных мышц у пациентов с нарушениями окклюзии зубов и зубных рядов //Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. – Т. 6. – №. 2.

13. Мингазова Л. Р., Орлова О. Р. Миофасциальный болевой синдром лица: клиника, диагностика и лечение с применением ботулинического токсина типа А (Лантокс®) //Эффективная фармакотерапия. – 2010. – №. 15. – С. 36-43.

14. Мингазова Л. Р., Орлова О. Р. Мышечный фактор и эстетическая коррекция нижней половины лица //Вестник эстетической медицины. – 2009. – Т. 8. – №. 4. – С. 74-78.

15. Орлова О.Р, Сойхер М.И., Сойхер М.Г., Мингазова Л.Р. Гипертонус жевательных мышц и ботулинический токсин типа А (ЛАНТОКС) в стоматологической практике. ВРАЧ Издательство: Издательский дом "Русский врач" (Москва) ISSN: 0236-3054 eISSN: 2587-7305. С. 13-17 , 2009

16. Персин Л.С. Ортодонтия. Современные методы диагностики зубочелюстно-лицевых аномалий: Руководство для врачей. - М.: Информкнига, 2007. - 248С.
17. Персин, Л. С. Ортодонтия. Национальное руководство. В 2 т. Т. 1. Диагностика зубочелюстных аномалий / под ред. Л. С. Персина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 304 с. (Серия "Национальные руководства") - ISBN 978-5-9704-5408-4.
18. Савченков Ю. И., Пац Ю.С. Физиология для стоматолога: Учебное пособие / под ред. Ю.И. Савченкова. – Красноярск, КрасГМА 199. - 90 С. (Дополнение к учебнику физиологии для студентов стоматологического факультета) ISBN 5-225-00279-X, 2000.
19. Свиридов Е.Г. «Особенности диагностики и лечения пациентов с асимметричными деформациями челюстей, обусловленными гипо- и гиперплазией мышечкового отростка нижней челюсти» дис. ... канд. мед. наук. /ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова». – 2014. – 35 с.
20. Силантьева Е. Н. Возрастные особенности синдрома болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава //Казанский медицинский журнал. – 2010. – Т. 91. – №. 5.
21. Снурницына З.А., Тармаева С.В. Местное обезболивание при лечении стоматологических заболеваний. Стр. 35 – 2016.
22. Тимербаева С.Л. «Азбука ботулинотерапии»; научно-практическое издание / [Кол. авт.] под ред. С.Л. Тимербаевой. – М.: Практическая медицина, 2014. – 416 с.
23. Трезубов В.Н., Быстрова Ю.А., Булычева Е.А. и др. Парафункции жевательных мышц (клиническая картина, диагностика, лечение): Учеб. пособие для студентов стоматол. фак. Ст-Петербург 2003; 35.
24. Хватова В.А. Клиническая гнатология / под ред. В.А. Хватовой. – М.: Медицина, 2005. - 22 с.

25. Шипика Д.В. «Совершенствование диагностики и лечения заболеваний височно-нижнечелюстных суставов у пациентов с аномалиями прикуса» дис. ... канд. мед. наук. /ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова». – 2012. –45 с.
26. Янишен И. В. Клиническое изучение жевательного давления на этапах ортопедического лечения съёмными протезами. Наука и здравоохранение, 3, 2015. УДК 616.314-76- И. В. Янишен.085.46:612.311
27. A. van der Bilt, L. Engelen, L.J. Pereira, H.W. van der Glas, J.H. Abbink Oral physiology and mastication Department of Oral–Maxillofacial Surgery, Prosthodontics and Special Dental Care, Oral Physiology Group, University Medical Center, Utrecht, The Netherlands Received 7 November 2005; received in revised form 12 January 2006; accepted 23 January 2006
28. Abrahamsson C. Masticatory function and temporomandibular disorders in patients with dentofacial deformities. Swed Dent J Suppl. 2013;(231):9-85.
29. Ahuja RB, Chatterjee P. Contemporary solutions for the treatment of facial nerve paralysis. Plast Reconstr Surg 2016; 137: 482e-3e.
30. Akita, K., Sakaguchi-Kuma, T., Fukino, K., & Ono, T. (2018). Masticatory muscles and Branches of Mandibular nerve: Positional Relationships between various Muscle Bundles and Their Innervating Branches. The Anatomical Record. doi:10.1002/ar.23943
31. Aoki KR. Review of a proposed mechanism for the antinociceptive action of botulinum toxin type A. Neurotoxicology 2005;26(5):785–93.
32. Ariji Y, Kimura Y, Gotoh M, Sakuma S, Zhao YP, Ariji E. Blood flow in and around the masseter muscle: Normal and pathologic features demonstrated by color Doppler sonography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001a;91:472–482
33. Arnold LM, Lu Y, Crofford LJ, et al. A double-blind, multicenter trial comparing duloxetine with placebo in the treatment of fibromyalgia patients

with or without major depressive disorder. *Arthritis Rheum* 2004;50(9):2974–84.

34. Barneir E, Teich S, Gutmcher Z. MRI of the temporomandibular joint—the gold standard Refuat Hapeh Vehashinayim. 2014 Apr;31(2):19-27, 86.

35. Bazzotti L. Electromyography tension and frequency spectrum analysis at rest of some masticatory muscles, before and after TENS. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 1997;37:365–78.

36. Bendtsen L, Jensen R. Amitriptyline reduces myofascial tenderness in patients with chronic tension-type headache. *Cephalalgia* 2000;20(6):603–10.

37. Bertram S, Brandlmaier I, Rudisch A, Bodner G, Emshoff R. Crosssectional characteristics of the masseter muscle: An ultrasonographic study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003a;32:64–68.

38. Bertram S, Rudisch A, Bodner G, Emshoff R. The short-term effect of stabilization-type splints on the local asymmetry of masseter muscle sites. *J Oral Rehabil* 2001;28:1139–1143.

39. Blanksma N.G., T.M. Van Eijden (1995) Electromyographic heterogeneity in the human temporalis and masseter muscles during static biting, open/close excursions, and chewing. *J Dent Res* 74: 1318–1327.

40. Blanksma N.G., T.M. Van Eijden, W.A. Weijs (1992) Electromyographic heterogeneity in the human masseter muscle. *J Dent Res* 71: 47–52.

41. Bong Kuen Cha; Chun-Hi Kim; Seung-Hak Baek. Skeletal Sagittal and Vertical Facial Types and Electromyographic Activity of the Masticatory Muscle. *Angle Orthodontist*, Vol 77, No 3, 2007

42. Borg-Stein J, Simons DG. Focused review: myofascial pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(3 Suppl 1):S40–7, S48–9.

43. Broesike G (1899) *Lehrbuch der normalen Anatomie des menschlichen Körpers*. Fischer's Medicin Buchhandlung, Berlin, pp 85-86

44. Buchmuller-Cordier A, Navez N, et al. Première enquête nationale sur les techniques non médicamenteuses utilisées en Centres d'Evaluation et de

Traitement de la Douleur (CETD) pour la prise en charge de la douleur chronique de l'adulte. *Douleurs* 2008 ; 9: 315-19.

45. Carlier, R., & Quijano-Roy, S. (2014). Muscle Magnetic Resonance Imaging: A New Diagnostic Tool with Promising Avenues in Therapeutic Trials. *Neuropediatrics*, 45(05), 273–274.

46. Casale R, Tugnoli V. Botulinum toxin for pain. *Drugs R D* 2008;9(1):11–27.

47. Castelnuovo E, Cross P, Mt-Isa S, et al. Cost-effectiveness of advising the use of topical or oral ibuprofen for knee pain; the TOIB study [ISRCTN: 79353052]. *Rheumatology (Oxford)* 2008;47(7):1077 -81.

48. Castroflorio T, Farina D, Bottin A et al: Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. *J Oral Rehabil*, 2005; 32: 411–17

49. Castroflorio T, Icardi K, Becchino B et al: Reproducibility of surface EMG variables in isometric sub-maximal contractions of jaw elevator muscles. *J Electromyogr Kinesiol*, 2006; 16(5): 498–505

50. Castroflorio T, Icardi K, Torsello F et al: Reproducibility of surface EMG in the human masseter and anterior temporalis muscle areas. *Cranio*, 2005; 23(2): 130–37

51. Cattaneo R, Monaco A. Elettromiografia e chinesiografia per la clinica odontoiatrica. *Principi di odontoiatria neuro miofasciale*. San Benedetto del Tronto: Futura Publishing Society; 2007.

52. Chan C.A. Applying the neuromuscular principles in TMD and Orthodontics. *J of the American Orthodontic Society*, 2004.

53. Chen, H., Whittle, T., Gal, J. A., Murray, G. M., & Klineberg, I. J. (2017). The medial pterygoid muscle: a stabiliser of horizontal jaw movement. *Journal of Oral Rehabilitation*, 44(10), 779–790. doi:10.1111/joor.12542

54. Chia-Shu Lin, Ching-Yi Wu, Shih-Yun Wu, Kai-Hsiang Chuang, Hsiao-Han Lin, Dong-Hui Cheng, Wen-Liang Lo. (2017) Age- and sex-related differences in masseter size and its role in oral functions. *JADA*
55. Close PJ, Stokes MJ, L'Estrange PR, Rowell J. Ultrasonography of masseter muscle size in normal young adults. *J Oral Rehabil* 1995; 22:129–134.
56. Cooper BC, Kleinberg I. Establishment of a temporomandibular physiological state with neuromuscular orthosis treatment affects reduction of TMD symptoms in 313 patients. *J Craniomandib Pract.* 2008;26(2):104–17.
57. Costantinides, F., Parisi, S., Tonni, I., Bodin, C., Vettori, E., Perinetti, G., & Di Lenarda, R. (2018). Reliability of kinesiography vs magnetic resonance in internal derangement of TMJ diagnosis: A systematic review of the literature. *CRANIO®*, 1–8.
58. Costen J.B. Neuroglia and ear symptoms associated with distributed function of temporomandibular joint. *Am Med Assoc J* 1934; 107: 252-255.
59. Dao T.T., Lund J.P., Lavigne G.J. Comparison of pain and quality of life in bruxers and patients with myofascial pain of the masticatory muscles. *J Orofac Pain* 1994; 8: 4: 350-356.
60. Davies J. Selective depression of synaptic transmission of spinal neurones in the cat by a new centrally acting muscle relaxant, 5-chloro-4-(2-imidazolin-2-yl-amino)-2, 1, 3-benzothiazole (DS103-282). *Br J Pharmacol* 1982;76(3):473–81.
61. de Maio M. Therapeutic uses of botulinum toxin: From facial palsy to autonomic disorders. *Expert Opin Biol Ther* 2008; 8: 791-8.
62. Di Paolo C., Liberatore G.M., Rampello A., Panti F. Analisi longitudinale della patologia disfunzionale dell'ATM: valutazione di un campione di pazienti sottoposti a terapia non chirurgica. *Minerva Stomatol* 1995; 44: 4: 159-169.

63. Didier H, Marchetti C, Borromeo G, Tullo V, D'Amico D, Bussone G, et al. Chronic daily headache: suggestion for the neuromuscular oral therapy. *Neurol Sci.* 2011;32(1):S161–4.
64. E.L. Finanger, B. Russman, S.C. Forbes, W.D. Rooney, G.A. Walter, K. Vandeborne, Use of skeletal muscle MRI in diagnosis and monitoring disease progression in Duchenne muscular dystrophy, *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 23 (1) (2012) 1–10.
65. Edwards RH. Hypotheses of peripheral and central mechanisms underlying occupational muscle pain and injury. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1988; 57(3):275–81.
66. Eggensperger N, Smolka K, Luder J, Iizuka T: Short- and long-term skeletal relapse after mandibular advancement surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 35:36-42, 2006.
67. Eisler P (1912) Die muskeln des stammes. In: Von Bardeleben K (ed) *Handbuch der anatomie des menschen*, vol 2. Gustav Fischer, Jena, pp 197–234
68. El Haddioui A, Bravetti P, Gaudy JP. Anatomical study of the arrangement and attachments of the human medial pterygoid muscle. *Surg Radiol Anat.* 2007;29:115–124.
69. Ellies M, Laskawi R, Tormahlen G, Gotz W. The effect of local injection of botulinum toxin a on the parotid gland of the rat: An immunohistochemical and morphometric study. *J Oral Maxillofac Surg* 2000; 58: 1251-6.
70. Emshoff R, Bertram S. The short-term effect of stabilization-type splints on local cross-sectional dimensions of muscles of the head and neck. *J Prosthet Dent* 1998;80:457–461.
71. Fishbain DA, Cutler RB, Rosomoff HL, et al. Clonazepam open clinical treatment trial for myofascial syndrome associated chronic pain. *Pain Med* 2000;1(4):332–9.

72. Fossaluzza V, De Vita S. Combined therapy with cyclobenzaprine and ibuprofen in primary fibromyalgia syndrome. *Int J Clin Pharmacol Res* 1992; 12(2):99–102.

73. Foucart, J. M., Girin, J. P., & Carpentier, P. (1998). Innervation of the human lateral pterygoid muscle. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 20(3), 185–189.

74. Freund B, Schwartz M. Temporal relationship of muscle weakness and pain reduction in subjects treated with botulinum toxin a. *J Pain* 2003; 4: 159-65.

75. Frontera W, DeLisa J, Gans B, et al. *Delisa's physical medicine and rehabilitation principles and practice*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.

76. Gianluigi Frongia, Guglielmo Ramieri, Corrado De Biase, Pietro Bracco and Maria Grazia Piancino. Changes in electric activity of masseter and anterior temporalis muscles before and after orthognathic surgery in skeletal class III patients. *ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY* Vol. 116 No. 4 October 2013

77. Gobel H, Heinze A, Heinze-Kuhn K, et al. Botulinum toxin A for the treatment of headache disorders and pericranial pain syndromes. *Nervenarzt* 2001;72(4): 261–74.

78. Griffin CJ, Sharpe CJ (1960) Distribution of elastic tissue especially in respects to “comparison” areas. *Aust Dent J* 7:72–78. doi:10.1111/j.1834-7819.1962.tb05713.x

79. Harkins S, Linford J, Cohen J, et al. Administration of clonazepam in the treatment of TMD and associated myofascial pain: a double-blind pilot study. *J Craniomandib Disord* 1991;5(3):179–86.

80. Harzer, W Maricic N, Gedrange T, Lewis M P, Hunt N P: *Molecular Diagnosis in Orthodontics and Orthognathic Surgery: Implications for Treatment Prograss and Relapse*. *Semin Orthod* 16:118-127, 2010.

81. Henle J (1879) *Anatomie des Menschen*. Vieweg & Sohn, Braunschweig, pp 424-432
82. Hiraoka K. Changes in masseter muscle activity associated with swallowing. *J Oral Rehabil*. 2004;31(10):963-967.
83. Hirata K, Koyama N, Minami T. The effects of clonidine and tizanidine on responses of nociceptive neurons in nucleus ventralis posterolateralis of the cat thalamus. *Anesth Analg* 1995;81(2):259–64.
84. Hone'e GL (1972) The anatomy of the lateral pterygoid muscle. *Acta Morphol Neerl Scand* 10:331–340
85. Hoque A, McAndrew M. Use of botulinum toxin in dentistry. *NY State Dent J* 2009; 75: 52-5.
86. Hoyle JA, Marras WS, Sheedy JE, et al. Effects of postural and visual stressors on myofascial trigger point development and motor unit rotation during computer work. *J Electromyogr Kinesiol* 2011;21(1):41–8.
87. Hsieh LF, Hong CZ, Chern SH, et al. Efficacy and side effects of diclofenac patch in treatment of patients with myofascial pain syndrome of the upper trapezius. *J Pain Symptom Manage* 2010;39(1):116–25.
88. Hunt N, Shah R, Sinanan A, Lewis M: Northcroft Memorial Lecture 2005: muscling in on malocclusions: current concepts on the role of muscles in the aetiology and treatment of malocclusion. *J Orthod* 33:187-197, 2006.
89. Hunt NP, Cunningham SJ: The influence of orthognathic surgery on occlusal force in patients with vertical facial deformities. *Int J Oral Maxillofac Surg* 26:87-91, 1997.
90. Iguchi H, Magara J, Nakamura Y, et al. Changes in jaw muscle activity and the physical properties of foods with different textures during chewing behaviors. *Physiol Behav*. 2015;152(Pt A):217-224.
91. Ihde SK, Konstantinovic VS. The therapeutic use of botulinum toxin in cervical and maxillofacial conditions: An evidence-based review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104: e1-11.

92. J.-F. Gaudy, A. Zouaoui, P. Bri, J.-L. Charrier and F. Laison. Functional anatomy of the human temporal muscle *Surgical and Radiologic Anatomy* April 2002, Volume 23, Issue 6, pp 389–398
93. Jankelson B. Electronic control of muscle contraction—a new clinical era in occlusion and prosthodontics. *Sci Educ Bull.* 1969;2(1):29–31.
94. Jankelson, R.R.: *Neuromuscular Dental Diagnosis and Treatment*, Ishiyaku euroamerica, Inc. Publishers, 1990.
95. Jaspers GW, Pijpe J, Jansma J. The use of botulinum toxin type a in cosmetic facial procedures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011; 40: 127-33.
96. Kajee, Y., Pelteret, J.-P. V., & Reddy, B. D. (2013). The biomechanics of the human tongue. *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*, 29(4), 492–514. doi:10.1002/cnm.2531
97. Kamiyama, T.: An electromyographic study of the function of the external pterygoid muscle. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 8:118, 1961 (Abstr).
98. Kamyszek G, Ketcham R, Garcia R, Radke J. Electromyographic evidence of reduced muscle activity when ULF-TENS is applied to the Vth and VIIth cranial nerves. *J Craniomandib Pract.* 2001;19(3):162–8.
99. Kapusevska B., Dereban N., Popovska M. Role of electrodynamic measurements and parodontal disease in fabrication of dental bridges // *Journal of advances in biology*, 2014. Vol. 5. № 1. P. 568-574.
100. Kayukawa H. Malocclusion and masticatory muscle activity: a comparison of four types of malocclusion. *J Clin Pediatr Dent.* 1992;16:162–177.
101. Kiliaridis S, Kälebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J Dent Res* 1991;70:1262–1265.
102. Kim HS, Yun PY, Kim YK. A clinical evaluation of botulinum toxin-a injections in the temporomandibular disorder treatment. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2016; 38: 5.

103. Kim, D.-H., Hong, H.-S., Won, S.-Y., Kim, H.-J., Hu, K.-S., Choi, J.-H., & Kim, H.-J. (2010). Intramuscular Nerve Distribution of the Masseter Muscle as a Basis for Botulinum Toxin Injection. *Journal of Craniofacial Surgery*, 21(2), 588–591.
104. Korfage JA, Koolstra JH, Langenbach GE, van Eijden TM. (2005) Fiber-type composition of the human jaw muscles – (part 1) origin and functional significance of fiber-type diversity. *J Dent Res* 84(9), 774–783.
105. Kubo K, Kawata T, Ogawa T, Watanabe M, Sasaki K. Outer shape changes of human masseter with contraction by ultrasound morphometry. *Arch Oral Biol* 2006;51:146–153
106. Kubota M, Nakano H, Sanjo I, Satoh K, Sanjo T, Kamegai T, Ishikawa F. Maxillofacial morphology and masseter muscle thickness in adults. *Eur J Orthod* 1998;20:535–542.
107. Kubota, T., Yagi, T., Tomonari, H., Ikemori, T., & Miyawaki, S. (2015). Influence of surgical orthodontic treatment on masticatory function in skeletal Class III patients. *Journal of Oral Rehabilitation*, 42(10), 733–741. doi:10.1111/joor.12307
108. Kwak, H.-H., Hu, K.-S., Hur, M.-S., Won, S.-Y., Kim, G.-C., Park, B.-S., & Kim, H.-J. (2008). Clinical Implications of the Topography of the Arteries Supplying the Medial Pterygoid Muscle. *Journal of Craniofacial Surgery*, 19(3), 795–799. doi:10.1097/scs.0b013e31816aab4b
109. Larry M. Wolford, Daniel B. Rodrigues and Evelin Limoeiro. Orthognathic and TMJ Surgery: Postsurgical Patient Management. *J Oral Maxillofac Surg* 69:2893-2903, 2011.
110. Lee CJ, Kim SG, Kim YJ, Han JY, Choi SH, Lee SI. Electrophysiologic change and facial contour following botulinum toxin a injection in square faces. *Plast Reconstr Surg* 2007; 120: 769-78.
111. Legent F, Laccourreye H (1991) La fosse infra-temporale. Arnette, Paris, pp 12

112. Lehr, R. P., and Owens, Jr., S. E.: An electromyographic study of the human lateral pterygoid muscles. *Anat Ret* 196:441, 1980.
113. Liebman F.M. An evaluation of electromyography in the study of the etiology of malocclusion. *J Prosthet Dent.* 1960; 10:1065–1077.
114. Lipke, D. P., Gay, T., Gross, B. D., and Yaeger, J. A.: An electromyographic study of the human lateral pterygoid muscle. *J Dent Res* 56 (Special issue B):230, 1977 (Abstr No. 713)
115. Lobbezoo-Scholte A.M., Steenks M.H., Faber J.A., Bosnian F. Diagnostic value of orthopedic tests in patients with temporomandibular disorders. *J Dent Res* 1993; 72: 10: 1443-1453.
116. Lowe AA, Takada K. Associations between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children. *Am J Orthod.* 1984;86: 319–330.
117. Lu DW, Lippitz J. Complications of botulinum neurotoxin. *Dis Mon* 2009; 55: 198-211.
118. Luschka H (1867) *Die Anatomie des menschlichen Kopfes.* Laupp'schen Buchhandlung, Tübingen, pp 520-528
119. M.C. Dalakas, Inflammatory muscle diseases, *N. Engl. J. Med.* 373 (4) (2015) 393–394
120. MacDonald JW, Hannam AG. Relationship between occlusal contacts and jaw-closing muscle activity during tooth clenching: part I. *J Prosthet Dent.* 1984;52:718–728.
121. Madeleine P. On functional motor adaptations: from the quantification of motor strategies to the prevention of musculoskeletal disorders in the neck-shoulder region. *Acta Physiol (Oxf)* 2010;199(Suppl 679):1–46.
122. Mahan, P. E., Wilkinson, T. M., Gibbs, C. H., Mauderli, A., & Brannon, L. S. (1983). Superior and inferior bellies of the lateral pterygoid muscle EMG activity at basic jaw positions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(5), 710–718. doi:10.1016/0022-3913(83)90214-7

123. Malou Navez, Bernard Laurent. Neurostimulation électrique transcutanée et lombalgies. In « Les douleurs lombaires » chapitre 8.1. Ed : Institut Ursa de la Douleur 2015.
124. Manfredini D, Landi N, Tognini F, et al. Muscle relaxants in the treatment of myofascial face pain. A literature review. *Minerva Stomatol* 2004;53(6):305–13.
125. Mapelli A, Zanandrea Machado BC, Giglio LD, Sforza C, De Felicio CM. Reorganization of muscle activity in patients with chronic temporomandibular disorders. *Arch Oral Biol.* 2016;72:164-171.
126. Marbach J.J. The "Temporomandibular pain dysfunction" syndrome personality: fact or fiction? *J Oral Rehabil* 1992; 19: 6: 545-560.
127. Marewski M, Petto C, Schneider M, Harzer W, Genetic Response in Masseter Muscle after Orthognathic Surgery in Comparison with healthy Controls – A Microarray Study, *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* (2017), doi: 10.1016/j.jcems.2017.01.019.
128. Maria Grazia Piancino, Stephanos Kyrkanides. (2016) Understanding Masticatory Function in Unilateral Crossbites *стр 2*
129. Martin AO. Can ultrasound cause genetic damage? *J Clin Ultrasound* 1984;12:11–20.
130. McComas AJ. Oro-facial muscles: internal structure, function and ageing. *Gerodontology.* 1998;15(1):3-14.
131. McKellar G, Lorentz I. The use of botulinum-toxin in the treatment of oromandibular dystonias and fractures of the mandibular condyle. *Aust NZJ Med* 1992; 22: 428.
132. McMillan A.S. (1993) Task-related behaviour of motor units in the human temporalis muscle. *Exp Brain Res* 94: 336–342.
133. McMillan A.S., A.G. Hannam (1989) Location of needle electrode recording sites in the human masseter muscle by magnetic resonance imaging. *J Neurosci Methods* 30: 85–89.

134. McMillan A.S., A.G. Hannam (1992) Task-related behavior of motor units in different regions of the human masseter muscle. *Arch Oral Biol* 37: 849–857.
135. McNamara, Jr., J. A.: The independent functions of the two heads of the lateral pterygoid muscles. *Am J Anat* 138~197, 1973.
136. Miller AJ. Craniomandibular muscles: Their role in function and form. Boca Raton (FL): CRC Press; 1991.
137. Miralles R, Hevia R, Contreras L, Carvajal R, Bull R, Manns A. Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod.* 1991;61:277– 284.
138. Mladenović I, Jović N, Čutović T, Mladenović G, Kozomara R. Temporomandibular disorders after orthognathic surgery in patients with mandibular prognathism with depression as a risk factor. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2013; 71: 57–64
139. Møller E. The chewing apparatus: an electromyographic study of the action of the muscles of mastication and its correlation to facial morphology. *Acta Physiol Scand.* 1966;69 (Suppl. 280):1–229.
140. Monaco A, Sgolastra F, Ciarrocchi I, Cattaneo R. Effect of transcutaneous electrical nervous stimulation on electromyographic and kinesiographic activity of patients with temporomandibular disorders: a placebo-controlled study. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22(3):463–8.
141. Murray GM, Bhutada MK, Peck CC, Phanachet I, Sae-Lee D, Whittle T. The human lateral pterygoid muscle. *Arch Oral Biol.* 2007;52:377–380.
142. Murray GM, Orfanos T, Chan JY, Wanigaratne K, Klineberg IJ (1999) Electromyographic activity of the human lateral pterygoid muscle during contralateral and protrusive jaw movements. *Arch Oral Biol* 44:269–285
143. Murray GM. The lateral pterygoid muscle: function and dysfunction. *Sem Orthodont.* 2012;18:44–50.

144. Neff A, Kolk A, Meschke F, et al. Kleinfragmentschrauben vs. Plattenosteosynthese bei Gelenkwalzenfrakturen [Small fragment screws vs. plate osteosynthesis in condylar head fractures]. *Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie MKG*. 2005;9:80–88. German.
145. Nicolae Chipaila, Fabrizio Sgolastra, Alessandro Spadaro, Davide Pietropaoli, Chiara Masci, Ruggero Cattaneo, Annalisa Monaco. The effects of ULF-TENS stimulation on gnathology: the state of the art. *CRANIO: The Journal of Craniomandibular & Sleep Practice* 2014 VOL. 32 NO. 2; 118-130
146. Offenbaecher M, Ackenheil M. Current trends in neuropathic pain treatments with special reference to fibromyalgia. *CNS Spectr* 2005;10(4): 285–97.
147. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion. 7th ed. Amsterdam: Elsevier Health Sciences; 2014. p.483.
148. Ono H, Mishima A, Ono S, et al. Inhibitory effects of clonidine and tizanidine on release of substance P from slices of rat spinal cord and antagonism by alpha-adrenergic receptor antagonists. *Neuropharmacology* 1991;30(6): 585–9.
149. Paturet G (1954) *Traité d'anatomie humaine*. Masson, Paris, pp 662-679
150. PAULO A. S. KADRI, OSSAMA AL-MEFTY. The anatomical basis for surgical preservation of temporal muscle Department of Neurosurgery, University of Arkansas for Medical Sciences, Little Rock, Arkansas. *J Neurosurg* 100:517–522, 2004
151. Perez, D. E., & Liddell, A. (2017). Controversies in Orthognathic Surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 29(4), 425–440.
152. Peter B. C. Matthews Where Anatomy led, Physiology followed: a survey of our developing understanding of the muscle spindle, what it does and how it works. *J. Anat.* (2015) 227, pp104--114

153. Plesh O, Curtis D, Levine J, et al. Amitriptyline treatment of chronic pain in patients with temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 2000;27(10):834–41.
154. Poirier P, Charpy A (1901) *Traité d'anatomie humaine*. L. Battaille, Paris, pp 224-226
155. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA: Stability after surgical-orthodontic corrective of skeletal Class III malocclusion. 3. Combined maxillary and mandibular procedures. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 6:211-25, 1991.
156. Raadsheer MC, Kiliaridis S, Van Eijden TM, Van Ginkel FC, Prah Andersen B. Masseter muscle thickness in growing individuals and its relation to facial morphology. *Arch Oral Biol* 1996;41:323–332
157. Raadsheer MC, van Eijden TM, van Ginkel FC, Prah Andersen B. Contribution of jaw muscle size and craniofacial morphology to human bite force magnitude. *J Dent Res*. 1999;78(1):31-42.
158. Raadsheer MC, Van Eijden TM, Van Spronsen PH, Van Ginkel FC, Kiliaridis S, Prah Andersen B. A comparison of human masseter muscle thickness measured by ultrasonography and magnetic resonance imaging. *Arch Oral Biol* 1994;39:1079–1084
159. Rasheed SA, Prabhu NT, Munshi AK. Electromyographic and ultrasonographic observations of masseter and anterior temporal muscles in children. *J Clin Pediatr Dent* 1996;20:127–132.
160. Rauber A (1903) *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Georg Thieme, Leipzig, pp 526- 531
161. Reyneke J, Ferretti C. Intraoperative diagnosis of condylar sag after bilateral sagittal split ramus osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2002;40: 285–92.

162. Reyneke, J. P., & Ferretti, C. (2016). The Bilateral Sagittal Split Mandibular Ramus Osteotomy. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 24(1), 27–36. doi:10.1016/j.cxom.2015.10.005
163. Rota E, Evangelista A, Ciccone G, et al. Effectiveness of an educational and physical program in reducing accompanying symptoms in subjects with head and neck pain: a workplace controlled trial. *J Headache Pain* 2011;12(3): 339–45.
164. Rouvière H, Delmas A (1985) *Anatomie humaine*. Masson, Paris, pp 265-268
165. Russell IJ, Fletcher EM, Michalek JE, et al. Treatment of primary fibrositis/fibromyalgia syndrome with ibuprofen and alprazolam. A double-blind, placebocontrolled study. *Arthritis Rheum* 1991;34(5):552–60.
166. S. TERADA, T. SATO. Nerve Supply of the Medial and Lateral Pterygoid Muscles and its Morphological Significance. *Okajimas Folia Anat. Jpn.*, 59(4) : 251-264, October 1982
167. Sakamoto, Y., & Akita, K. (2004). Spatial relationships between masticatory muscles and their innervating nerves in man with special reference to the medial pterygoid muscle and its accessory muscle bundle. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 26(2), 122–127. doi:10.1007/s00276-003-0177-z
168. Sano K, Ninomiya H, Sekine J, Pe MB, Inokuchi T. J Application of magnetic resonance imaging and ultrasonography to preoperative evaluation of masseteric hypertrophy. *Craniofac Surg* 1991; 19:223–226.
169. Sasaki K, Hannam AG, Wood WW. Relationships between the size, position, and angulation of human jaw muscles and unilateral first molar bite force. *J Dent Res*. 1989;68(3):499-503.
170. Sayar K, Aksu G, Ak I, et al. Venlafaxine treatment of fibromyalgia. *Ann Pharmacother* 003;37(11):1561–5.

171. Schiffman E.X., Fricton J.R., Haley D. The relationship of occlusion, parafunctional habits and recent life events to mandibular dysfunction in a non-patient population. *J Oral Rehabil* 1992; 19: 3: 201-223.
172. Schindler H.J., J.C. Türp, R. Blaser, J. Lenz (2005) Differential activity patterns in the masseter muscle under simulated clenching and grinding forces. *J Oral Rehabil* 32: 552–563.
173. Schindler HJ, Rues S, Turp JC, Lenz J. Heterogeneous activation of the medial pterygoid muscle during simulated clenching. *Arch Oral Biol.* 2006;51:498–504.
174. Schindler HJ, Rues S, Turp JC, Schweizerhof K, Lenz J. Activity patterns of the masticatory muscles during feedback-controlled simulated clenching activities. *Eur J Oral Sci.* 2005;113:469–478.
175. Schumacher GH, Lau H, Freund E, Schultz M, Himstedt HW, Menning A (1976) Zur topographie der musklaeren nervenausbreitungen.
176. Schumacher GH. Funktionelle morphologie der kaumuskulatur. Jena: Veb Gustav Fischer Verlag; 1961.
177. Seden Akan, Ilken Kocadereli, and Gokhan Tuncbilek. Long-term stability of surgical-orthodontic treatment for skeletal Class III malocclusion with mild asymmetry. *Journal of Oral Science*, Vol. 59, No. 1, 161-164, 2017
178. Serra, M. D., Duarte Gavião, M. B., & dos Santos Uchôa, M. N. (2008). The Use of Ultrasound in the Investigation of the Muscles of Mastication. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 34(12), 1875–1884.
179. Shimokawa T, Akita K, Soma K, et al: Innervation analysis of the small muscle bundles attached to the temporalis: truly new muscles or merely derivatives of the temporalis? *Surg Radiol Anat* 20:329–334, 1998
180. Sinclair CF, Gurey LE, Blitzer A. Oromandibular dystonia: Long-term management with botulinum toxin. *Laryngoscope* 2013; 123: 3078-83.
181. Singer E, Dionne R. A controlled evaluation of ibuprofen and diazepam for chronic orofacial muscle pain. *J Orofac Pain* 1997;11(2):139–46.

182. Srikanth Gunturu, Sushmitha R. Tauro. Electromyographic Activity of Masticatory Muscles in Different Skeletal Profiles International Journal of Recent Trends in Science And Technology, ISSN 2277-2812 E-ISSN 2249-8109, Volume 8, Issue 3, 2013 pp 187-194
183. Standring S. Gray's anatomy. 39th ed. Edinburgh, NY: Elsevier Churchill Livingstone Press, 2005:521
184. Stewart HF, Moore RM. Development of the health risk evaluation data for diagnostic ultrasound. J Clin Ultrasound 1984;12:493–500.
185. Svensson P, Graven-Nielsen T. Craniofacial muscle pain: review of mechanisms and clinical manifestations. J Orofac Pain. 2001;15:117–145.
186. Takemoto H. Morphological analyses of the human tongue musculature for three-dimensional modeling. Journal of Speech, Language, and Hearing Research 2001; 44:65–107.
187. Testut L, Latarjet A (1948) Traitē d'anatomie humaine. Doin, Paris, pp 779-789
188. Theusner J, Plesh O, Curtis DA, et al. Axiographic tracings of temporomandibular joint movements. J Prosthet Dent. 1993;69:209–215.
189. Tonndorf M.L., D.G. Connell, A.G. Hannam (1994) Stereotactic location of EMG needle electrode scans relative to tendons in the human masseter muscle. J Neurosci Methods 51: 77–82.
190. Treaster D, Marras WS, Burr D, et al. Myofascial trigger point development from visual and postural stressors during computer work. J Electromyogr Kinesiol 2006;16(2):115–24.
191. Tsolka P, Preiskel HW. Kinesiographic and electromyographic assessment of the effects of occlusal adjustment therapy on craniomandibular disorders by a double-blind method. J Prosthet Dent. 1993;69:85–92.
192. Ueda HM, Ishizuka Y, Miyamoto K, Morimoto N, Tanne K. Relationship between masticatory muscle activity and vertical craniofacial morphology. Angle Orthod. 1998;68:233– 238.

193. Van Ermengem E. A new anaerobic bacillus and its relation to botulism. *Rev Infect Dis* 1979; 1: 701-19.
194. Vitti M, Basmajian JV. Integrated actions of masticatory muscles: simultaneous EMG from eight intramuscular electrodes. *Anat Rec.* 1977;187:173–189.
195. Williams P, Warwick R, Dyson M, Bannister LH (1989) *Gray's anatomy*. Churchill Livingstone, pp 102-107
196. Wilson IR, Crocker EF. An introduction to ultrasonography in oral surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;59:236–241.
197. Witkowska A: An outline of the history of electromyography. The significance of surface electromyography in neurophysiological diagnosis. *Nowiny Lekarskie*, 2008; 77(3): 227–30
198. Won, S.-Y., Choi, D.-Y., Kwak, H.-H., Kim, S.-T., Kim, H.-J., & Hu, K.-S. (2011). Topography of the arteries supplying the masseter muscle: Using dissection and Sihler's method. *Clinical Anatomy*, 25(3), 308–313.
199. Woodburne RT, Burkel WE. *Essentials of human anatomy*. 9th ed. New York, NY: Oxford University Press, 1994:268Y269
200. Woźniak K, Lipski M, Lichota D, Buczkowska-Radlińska J: Surface electromyography in dentistry: EMG 8 – Bluetooth. *Implantoprotetyka*, 2008; 3(32): 52–55