

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

УДК 616.31+617.52-089

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОСТЕОСИНТЕЗА НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)*

**А. А. Воробьев, Е. В. Фомичев, Д. В. Михальченко,
К. А. Саргсян, Д. Ю. Дьяченко, С. В. Гаврикова**

*Волгоградский государственный медицинский университет, кафедра оперативной хирургии
и топографической анатомии, кафедра пропедевтики стоматологических заболеваний,
кафедра хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии,
Волгоградский научный медицинский центр*

С целью сравнительного анализа современных методов остеосинтеза нижней челюсти систематизированы данные 146 источников отечественной и зарубежной литературы. Установлено, что необходима разработка и внедрение экзоскелета нижней челюсти для лечения, реабилитации пациентов с переломами нижней челюсти.

Ключевые слова: нижняя челюсть, перелом, остеосинтез, экзоскелет.

DOI 10.19163/1994-9480-2017-2(62)-8-14

UP-TO-DATE METHODS OF MANDIBULAR OSTEOSYNTHESIS (ANALYTICAL REVIEW)

**A. A. Vorobev, E. V. Fomichyev, D. V. Mikhalychenko,
K. A. Sargsyan, D. Y. Dyachenko, S. V. Gavrikova**

*Volgograd State Medical University,
Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Department of Propaedeutics of Dental Diseases,
Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery,
Volgograd Scientific Medical Center*

To make a comparative analysis of the up-to-date methods of mandibular osteosynthesis home and foreign publications have been reviewed. We have concluded that development and introduction of the mandibular exoskeleton into the treatment are required to ensure the rehabilitation of patients with mandibular fractures.

Key words: mandible, fracture, osteosynthesis, the exoskeleton.

Статистика

По данным Всемирной организации здравоохранения, травмы являются причинами смерти в среднем около 5,1 миллиона человек ежегодно (что составляет 9,2 % от общего числа смертей) [33] и являются причиной стойкой потери трудоспособности и инвалидизации более чем 7 миллионов человек [15]. В последнее время отмечается тенденция к увеличению доли повреждений челюстно-лицевой области (от 3 до 8 %) [5, 17], и переломы нижней челюсти (НЧ), по одним данным, составляют 67—92 % (в РФ и странах СНГ), по другим — 12,2—70,2 % (в зарубежных странах) случаев. В нашей стране переломы НЧ чаще возникают вследствие насилия (13—63,03 %), дорожно-транспортных происшествий (ДТП) (2,72—56 %), несчастных случаев (24 %), бытовой

травмы (26,21 %), при этом большинство пострадавших находились в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. В странах ближнего и дальнего зарубежья картина несколько иная: на первом месте ДТП (11,4—97,1 %), далее, межличностное насилие (5,6—39 %), падения (4,2—32,5 %), спортивная травма (2,8—12 %). Данная патология чаще встречается у мужчин (59,4—90,5 %) трудоспособного возраста (16—59 лет) [17, 27], что позволяет судить об экономической, социальной и медицинской значимости решения проблемы комплексного лечения переломов НЧ.

Хирургические методы лечения переломов нижней челюсти

Зарубежные и отечественные авторы отмечают очевидные преимущества оперативных методов (остеосинтеза) репозиции и иммобилизации НЧ [17, 27].

*Работа проводится в рамках гранта федеральной программы «Умник» (договор № 8888ГУ/2015).

Костный шов. В некоторых странах до сегодняшнего дня распространенным методом остеосинтеза НЧ остается использование костного шва. Основные преимущества метода: его дешевизна, доступность, простота и универсальность. Однако недостатком, вынуждающим отказываться от этого метода, остается невозможность жесткой и стабильной фиксации отломков в правильном анатомическом положении на время консолидации. Применение костного шва противопоказано при мелкооскольчатых и косых переломах НЧ, а также переломах с дефектом костной ткани [5, 21], что приводит к сближению отломков и уменьшению размеров НЧ с нарушением прикуса, деформацией челюсти и нарушению конфигурации лица больного. Разработан новый способ фиксации отломков НЧ при косых переломах при помощи костного шва, заключающийся в том, что на большом отломке формируется площадка с уступом, позволяющая устранить горизонтальное смещение отломков и вертикальное смещение большого отломка вниз с возникновением ложного дефекта треугольной формы [5].

Накостный остеосинтез. Более прогрессивным методом лечения переломов НЧ принято считать накостный остеосинтез металлическими пластинами [17, 27]. Основным принцип метода заключается в открытой репозиции и жесткой фиксации отломков НЧ пластиной с винтами, когда механическая нагрузка на челюсть частично или полностью воспринимается пластиной.

В 1958 г. M. Muller, M. Allgower, R. Schneider, H. Willenegger организуют международную ассоциацию по изучению внутренней фиксации (AO/ASIF — Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation — рабочее объединение по изучению вопросов остеосинтеза/ассоциация по изучению внутренней фиксации) [14, 34]. Методика остеосинтеза по AO/ASIF базируется на следующих постулатах: 1) любые используемые конструкции должны быть изготовлены из биоинертных сплавов металлов; 2) отломки костей должны быть анатомически точно сопоставлены и фиксированы; 3) использование щадящей оперативной техники обеспечивает сохранение кровоснабжения костных фрагментов и окружающих мягких тканей; 4) стабильная фиксация отломков обеспечивается межфрагментарной компрессией; 5) раннее применение функциональной нагрузки; 6) восстановление сократительной активности мышц и движения в суставе [34]. Сотрудниками организации были разработаны и внедрены системы металлических пластин для остеосинтеза НЧ: динамические компрессирующие пластины (Dynamic compression plates), (блокирующие) реконструктивные пластины ((Locking) reconstruction plates), блокирующие (стопорные) пластины (Locking plates 2.0 mm), универсальные пластины (Universal fracture plates), нижнечелюстные пластины (Mandible plates 2.0 mm) [14, 34].

Для создания компрессии между отломками для первичного их сращения были разработаны динамичес-

кие компрессирующие пластины (DCP). В конструкции пластин предусмотрены особые овальные отверстия со скошенными стенками, позволяющие при затягивании винтов сближать отломки. Преимуществами их является уменьшение случаев замедленной консолидации отломков, стабильная внутренняя фиксация и отсутствие необходимости в дополнительной иммобилизации. Между тем, использование системы DCP все-таки не исключает риск развития микротрещин в области линии перелома, замедляющих процесс остеогенеза, а также развитие очагов остеопороза кости в месте контакта с пластиной [14, 34].

С целью предупреждения возникновения некроза костной ткани под пластиной была предложена принципиально новая конструкция пластин — система блокирующих (стопорных) пластин и винтов (the locking plate/screw system) [34]. Особенностью таких пластин является наличие резьбовой нарезки в области отверстия пластин и головки фиксирующих винтов. При установке головки винта в резьбовое отверстие блокирующих пластин обеспечивается жесткая фиксация отломков кости с помощью пластины, и пластины и винтов между собой, предупреждая раскручивание винтов, а также любое возможное смещение отломков за счет прокрутки винтов в отверстиях пластины во время их закручивания и в последующем послеоперационном периоде. При этом пластина располагается на некотором расстоянии от поверхности кости, тем самым не вызывая его лизиса [30, 34]. В некоторых источниках зарубежной литературы в результате сравнительного анализа остеосинтеза блокирующими пластинами с винтами и неблокирующими пластинами существенных различий в их эффективности и возможном развитии послеоперационных осложнений не было выявлено [25].

Система блокируемых компрессирующих пластин с угловой стабильностью — LCP, также разработанная AO/ASIF, представляет собой многоячеистые пластины с многочисленными отверстиями, состоящими из двух частей, резьбовой для фиксации головки блокируемого винта, отверстия для создания динамической компрессии путем эксцентричного введения стандартных кортикальных или губчатых винтов. Для припасовки данной пластины по форме и рельефу наружной поверхности кости нижней челюсти разработаны специальные инструменты и четкая технология установки. При четкой припасовке и фиксации пластин LCP в соответствии с требованиями создаются оптимальные условия для консолидации отломков даже при остеосинтезе множественного оскольчатого перелома НЧ различной локализации [29], перелома беззубых челюстей [26], при нагноении костной раны или травматическом остеомиелите, а также перелома НЧ с образованием дефекта костной ткани [23]. Комбинированное использование принципа блокирующего остеосинтеза и компрессионного остеосинтеза позволило пластинам LCP ограничить контакт с костью, тем самым предупредить развитие некроза подлежащей под пластиной кости.

Пластины данной конструкции характеризуется устойчивостью к деформации на уровне блокирующих отверстий и меньшей резистентностью к нагрузкам в области свободных отверстий. По этой причине может возникнуть риск деформации и разрушения пластины в области свободного отверстия в случае его расположения в проекции линии перелома [14].

Но большинство ученых едины во мнении, что даже использование таких пластин часто сопровождается замедлением консолидации отломков. «Но, к сожалению, кость под пластиной в условиях компрессии «задыхается» и, по-прежнему, часто не срастается», — так в одной из своих лекций высказывается профессор РУДН Сергеев С. В. [14].

Других взглядов на принципы остеосинтеза НЧ и процессы регенерации костной ткани придерживаются последователи другой фундаментальной школы — основанной в Страсбурге в 1988 году профессором Champy, профессором Pape и Leen de Zeeuw организации Strasbourg Osteosynthesis Research Group (S.O.R.G.) [16]. Данная группа ученых рассматривают проблему остеосинтеза с точки зрения биомеханики НЧ в норме и при ее переломах, базируясь на множестве фундаментальных экспериментальных исследований [64, 65, 100], итогами которых стала разработка «идеальной линии остеосинтеза» (Champy's ideal line of osteosynthesis) относительно которой фиксируют тонкие, монокортикальные, не создающих компрессии минипластины, что оказывается достаточной для четкой репозиции и устойчивой фиксации отломков. При этом часть нагрузки воспринимается пластиной, а часть воспринимается костной тканью, что активирует процессы заживления костной ткани. Методика является универсальной и получила широкое распространение при оперативном лечении переломов НЧ различной локализации [22, 35].

Основными преимуществами остеосинтеза по Champy перед системами по AO/ASIF является: 1) возможность не только внеротового, но и интратротонового доступа к линии перелома, при этом длина самого разреза значительно меньше; 2) риск травмы нижнелуночкового нерва и краевой ветви лицевого нерва меньше; 3) риск травмы корня зуба меньше; 4) простота эксплуатации и припасовки и фиксации пластины к кости.

Встречаются разноречивые данные об эффективности применения пластин, ориентированных по нижнему или верхнему краю челюсти [36], двух параллельно, либо перпендикулярно, ориентированных минипластин [33, 37], 3D минипластин (3-Dimensional plates) [19]. По мнению некоторых авторов, все перечисленное не оказывается эффективнее использования одной минипластины, установленной относительно «идеальной линии остеосинтеза» [32].

Тем не менее, применение методики остеосинтеза минипластинами с монокортикальной фиксацией по «идеальной линии остеосинтеза» оказывается крайне малоэффективной при лечении множественных осколь-

чатых переломов [29], переломов беззубой НЧ со значительной атрофией костной ткани [26], переломах с образованием дефекта костной ткани, а также при травматических остеомиелитах НЧ [23]. Установка такого рода пластин требует тщательной и точной припасовки к поверхности кости со сложным рельефом, в противном случае после фиксации пластины может возникнуть расхождение отломков с противоположной от пластины стороны. Во время функциональной нагрузки на НЧ возникает микроподвижность отломков, что приводит к постепенной потере фиксации минипластин за счет раскручивания винтов [34].

Остеосинтез НЧ минипластинами, как частный случай имплантации, сталкивается с проблемой биосовместимости материала пластин и винтов. На данный момент такими свойствами обладает титан и сплавы на его основе, что позволяет широко использовать его в качестве материала для имплантатов [9, 14, 34]. Однако этот металл не лишен недостатков: низкий уровень предела текучести и прочности, сопротивления усталостному разрушению и износостойкости [9].

Решить эти проблемы возможно стало благодаря разработке наноструктурного титана, который обладает высокими прочностными характеристиками, устойчив к статической и динамической нагрузке. А покрытие минипластин из наноструктурного титана слоем наногидроксиапатита повышает адгезионные характеристики и osteoconductive свойства последних. Опыты на экспериментальных животных (кроликах) показали, что морфологическое формирование зоны репарации костной ткани НЧ при применении вышеупомянутых пластин происходит на 6, а по некоторым критериям и на 7—8, суток раньше по сравнению со случаями использования минипластин из других материалов [9].

Новые горизонты в оперативном лечении переломов НЧ открыли минипластины из биорезорбируемых материалов на основе полимолочной, полигликолевой кислот, триметилена карбоната и их кополимеров. Большинство ученых указывают на преимущества конструкций из данных материалов [12, 20, 28], в особенности в детской травматологии в условиях интенсивного роста костей, когда использование металлических пластин требует операции по их удалению после консолидации отломков, так как в противном случае последние могут сдерживать рост и развитие нижнечелюстной кости в длину, приводя к развитию ее деформации и нарушению прикуса [20]. Несмотря на это, встречаются и осложнения: поломка конструкции, смещение или расфиксация конструкции, травма зубного зачатка, травма магистральных сосудов и нервов во время оперативного доступа, воспалительные осложнения, а также отторжение конструкции как инородного тела [20, 28]. С целью усилить прочностные характеристики минипластин с винтами синтезирован материал ЭПУ-ГАП-ЛЕВ, в состав которого входит эпоксиполиуретан (ЭПУ), гидроксипатит (ГАП), обладающий osteoinductive свойствами, а также левамизол (ЛЕВ), которые

оптимизируют процесс консолидации отломков костей, предупреждая тем самым развитие осложнений в послеоперационном периоде [12].

Внутрикостный остеосинтез при помощи винтов. Другими приспособлениями для скрепления отломков НЧ могут служить внутрикостные винты. Было установлено, что применение винтов позволяет не только фиксировать отломки нижней челюсти, но также создавать постоянную компрессию в области перелома для первичного заживления кости. Использование винтов часто сопровождается деструкцией костной ткани вокруг головки винта, которое возможно уменьшить путем прокладывания двояковогнутой гайки между головкой винта и костной тканью [31].

Резюмируя, отметим, что основными недостатками методов открытого остеосинтеза остаются: травматичность оперативного вмешательства, что усугубляет нарушение локальной микроциркуляции; образование рубцов на коже лица; высокий риск травмы магистральных сосудов и нервов; в ряде случаев необходимость повторного оперативного вмешательства с целью удаления скрепляющей конструкции. Независимо от метода открытого внутриочагового остеосинтеза, в послеоперационном периоде возникает необходимость использования межчелюстной тяги с целью иммобилизации нижней челюсти в течении как минимум 7—14 дней, что в значительной степени пагубно сказывается на состоянии жевательной мускулатуры [8], поврежденной вследствие травмы и оперативного вмешательства. Восстановление полноценного функционирования жевательных мышц при этом происходит медленно и приходит в норму к концу 8 недели после оперативного вмешательства [30].

Закрытый остеосинтез

Внутрикостный остеосинтез при помощи спиц. Внутрикостный остеосинтез металлическими спицами является достаточно популярным [37, 38, 39, 114, 129]. На современном этапе стало возможным применение различных остеофиксаторов (спиц) с нанесением на их поверхность различных биологически активных веществ (карбид титана с гидроксиапатитом ($\text{TiC}_0,65 + 25\% \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_2\text{OH}_2$, антибиотики), положительно сказывающихся на процессах остеогенеза в области линии перелома. Преимуществами данного метода остеосинтеза является простота и малая травматичность, возможность сохранения функции жевательной мускулатуры, что способствует более быстрой консолидации отломков [18]. Как и другие методы чрескостного (закрытого) остеосинтеза, данный имеет один общий недостаток — невозможность визуального контроля четкости репозиции и фиксации отломков НЧ. В некоторых случаях требуется дополнительная операция для удаления спицы. К тому же спицы с круглым сечением не в состоянии исключить вращения отломков вокруг оси спицы и их смещения.

Аппараты внешней фиксации. Особое место в методах хирургического лечения переломов костей

занимает чрескостный остеосинтез при помощи аппаратов внешней фиксации различной конструкции [6, 13, 22]. К основным преимуществам этого метода можно отнести возможность точной репозиции и постоянной и надежной фиксации отломков, минимальная травматичность операции с сохранением источников кровоснабжения и регенерации костной ткани, возможность ранней нагрузки на челюсть, способствующей сращению перелома и предупреждающей развитие контрактур [6]. Некоторыми из этих аппаратов возможно осуществить компрессионно-дистракционный остеосинтез, и поэтому они стали широко использоваться не только для лечения переломов НЧ и их осложнений, но и устранения врожденных и приобретенных дефектов костей лицевого скелета [13, 24]. К недостаткам аппаратов внешней фиксации относится их громоздкость и сложность в эксплуатации, а уникальность конструктивных элементов локализует их широкое применение.

Современные представления об остеогенезе основываются на утверждении, что механическая стимуляция является ключевым моментом в активации регенеративных возможностей тканей [11]. А это невозможно без нормального функционирования мышц, которые также поражаются при переломах НЧ. Применение устройств внешней фиксации в таком случае оказывает наиболее щадящим по отношению к мышечной ткани в связи с малоинвазивным оперативным вмешательством с сохранением двигательной активности жевательной мускулатуры. Изучая особенности конструкций таких аппаратов, мы сделали вывод, что они не позволяют компенсировать возникающую после травмы нагрузку на жевательную мускулатуру, когда в норме адекватная нагрузка в условиях перелома нижней челюсти становится чрезмерной, что снижает темпы регенерации мышечной ткани и вызывает дезадаптацию пациента, снижает качество жизни в течение периода восстановления. Для реабилитации в данный момент используются медикаментозные средства и физиотерапевтические методы [11].

Экзоскелет?

Информации об экзоскелете НЧ, применяемом для лечения ее переломов, нами на обнаружено. Вместе с тем у нас есть возможность экстраполировать данные по абилитации и реабилитации инвалидов с синдромом верхнего вялого паралича при помощи экзоскелета верхней конечности «ЭКЗАР» [1, 2]. Важным достоинством его является возможность увеличения амплитуды движения верхней конечности в плечевом и локтевом суставах за счет восстановления функциональной активности и увеличения силы мышц верхней конечности при помощи системы рычагов, узлов и упругих элементов. Аппарат по типу экзоскелета, использующийся в челюстно-лицевой хирургии, в литературе описан только один, — это искусственный экзосустав, который на время может заменять функцию сустава и не давать срастаться суставным поверхностям. Экзосустав состоит из элементов крепления к ветви нижней челюсти

и плоским костям черепа (чешуе височной кости), штанги и узла, имитирующего сустав [10].

Таким образом, возникает необходимость разработки экзоскелета НЧ, возможной благодаря соответствующим клинико-анатомическим особенностям строения НЧ [3, 7]. Экзоскелет НЧ должен соответствовать следующим требованиям:

- осуществлять надежную репозицию и фиксацию фрагментов НЧ;
- обладать объемом движений, приближенным к показателям здорового человека;
- фрагменты конструкции должны повторять строение НЧ человека;
- иметь легкую и прочную конструкцию, адаптируемую к анатомическим параметрам НЧ;
- быть изготовлен из биологически инертных материалов, с возможностью замены элементов конструкции в случае их поломки;
- быть безопасным и простым в эксплуатации;
- снижать нагрузку на височно-нижнечелюстной сустав и не оказывать на него отрицательных воздействий;
- быть доступным по цене для массового потребителя;
- быть мобильным и независимым от источников питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Методы открытого внутриочагового остеосинтеза НЧ позволяют выполнить качественную, анатомически четкую репозицию и надежную, устойчивую фиксацию отломков на все время консолидации, однако травматичность операции, усугубляющая состояние гипоксии костной ткани, и нарушения двигательной функции жевательной мускулатуры приводят к замедлению консолидации перелома и развитию послеоперационных осложнений. Этим недостатком лишены аппараты внешней фиксации, которые активируют остеогенез, что позволяет рассматривать аппараты компрессионно-дистракционный остеосинтеза как возможный конструкционный элемент экзоскелета НЧ.

2. Большинство аппаратов внеочагового остеосинтеза НЧ не позволяют компенсировать чрезмерные нагрузки на жевательную мускулатуру, что может привести к увеличению сроков реабилитации пациентов, снижению качества жизни и социальной дезадаптации.

3. Необходима научная разработка и внедрение аппарата экзоскелета НЧ для лечения ее переломов и дальнейшей реабилитации и абилитации пациентов в послеоперационном периоде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А. А., Андрющенко Ф. А., Пономарева О. А., Соловьева И. О. Разработка и клиническая апробация пассивного экзоскелета верхней конечности «ЭКЗАР» // Современные технологии в медицине. — 2016. — Т. 8, № 2. — С. 90—97.
2. Воробьев А. А., Петрухин А. В., Засыпкина О. А., Кривоножкина П. С., Поздняков А. М. Экзоскелет как новое средство в абилитации и реабилитации инвалидов (обзор) // Современные технологии в медицине. — 2015. — Т. 7, № 2. — С. 185—197.
3. Воробьев А. А., Саргсян К. А., Андрющенко Ф. А., Дьяченко Д. Ю., Гаврикова С. В. Клинико-анатомические особенности нижней челюсти для применения ее экзоскелета // Российский медико-биологический вестник им. акад. И. П. Павлова. — 2016. — № S2. — С. 37—38.
4. Долгова И. В. Профилактика травматического остеомиелита нижней челюсти: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Волгоград, 2013. — 21 с.
5. Ефимов Ю. В., Стоматов Д. В., Ефимова Е. Ю., Тельянова Ю. В., Долгова И. В., Стоматов А. В. Анализ результатов использования костного шва у пострадавших с косыми переломами нижней челюсти // Вестник ВолгГМУ. — 2015. — № 4. — С. 60—62.
6. Зедгенидзе И. В., Тишков Н. В. Сравнительная характеристика систем аппаратов внешней фиксации, используемых при лечении диафизарных и внутрисуставных переломов длинных костей // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). — 2015. — Т. 135, № 4. — С. 130—136.
7. Зубочелюстные сегменты в структуре краниофациального комплекса / Дмитриенко С. В., Воробьев А. А., Ефимова Е. Ю. — М.: Медицинская книга, 2010. — 136 с.
8. Инкарбеков Ж. Б. Восстановление функций движения нижней челюсти при ее переломе после двух различных способов фиксации отломков // Институт стоматологии. — 2008. — Т. 1, № 38. — С. 48—49.
9. Коротких Н. Г., Бузримов Д. Ю., Ларина О. Е., Степанов И. В., Станислав И. Н. Применение титановых конструкций с наноструктурным биопокрытием в комплексном лечении переломов нижней челюсти // Российский стоматологический журнал. — 2012. — № 3. — С. 16—18.

REFERENCES

1. Vorob'ev A. A., Andrushhenko F. A., Ponomareva O. A., Solov'eva I. O. Razrabotka i klinicheskaja aprobacija passivnogo jekzoskeleta verhnjej konechnosti «JEKZAR» // Sovremennye tehnologii v medicine. — 2016. — T. 8, № 2. — S. 90—97.
2. Vorob'ev A. A., Petruhin A. V., Zasypkina O. A., Krivonozhkina P. S., Pozdnjakov A. M. Jekzoskelet kak novoe sredstvo v abilitacii i reabilitacii invalidov (obzor) // Sovremennye tehnologii v medicine. — 2015. — T. 7, № 2. — S. 185—197.
3. Vorob'ev A. A., Sargsjan K. A., Andrushhenko F. A., D'jachenko D. Ju., Gavrikova S. V. Kliniko-anatomicheskie osobennosti nizhnjej cheljusti dlja primeneniya ee jekzoskeleta // Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik im. akademika I. P. Pavlova. — 2016. — № S2. — S. 37—38.
4. Dolgova I. V. Profilaktika travmaticheskogo osteomielita nizhnjej cheljusti: avto-ref. dis. ... kand. med. nauk. — Volgograd, 2013. — 21 s.
5. Efimov Ju. V., Stomatov D. V., Efimova E. Ju., Tel'janova Ju. V., Dolgova I. V., Stomatov A. V. Analiz rezul'tatov ispol'zovaniya kostnogo shva u postradavshih s kosy-mi perelomami nizhnjej cheljusti // Vestnik VolgGMU. — 2015. — № 4. — S. 60—62.
6. Zedgenidze I. V., Tishkov N. V. Sravnitel'naja harakteristika sistem apparatov vneshnej fiksacii, ispol'zuemyh pri lechenii diafizarnyh i vnutrisustavnyh pe-relomov dlennyh kostej // Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk). — 2015. — T. 135, № 4. — S. 130—136.
7. Zubocheljustnye segmenty v strukture kraniofacial'nogo kompleksa / Dmitrienko S. V., Vorob'ev A. A., Efimova E. Ju. — M.: Medicinskaja kniga, 2010. — 136 s.
8. Inkarbekov Zh. B. Vosstanovlenie funkcij dvizheniya nizhnjej cheljusti pri ee pere-lome posle dvuh razlichnyh sposobov fiksacii otlomkov // Institut stomatologii. — 2008. — T. 1, № 38. — S. 48—49.
9. Korotkih N. G., Bugrimov D. Ju., Larina O. E., Stepanov I. V., Stanislav I. N. Pri-menenie titanovyh konstrukcij s nanostrukturnym biopokrytiem v kompleksnom lechenii perelomov nizhnjej cheljusti // Rossijskij stomatologicheskij zhurnal. — 2012. — № 3. — S. 16—18.

10. Кравченко Д. В. Артрогнатология. Лечение ВНЧС (височно-нижнечелюстного сустава). — Режим доступа: <http://www.karayan.ru/ru/vnchs-01.html>.
11. Ли Ганг. Новые достижения и секреты, раскрытые при изучении дистракционного остеогенеза // Гений Ортопедии. — 2007. — № 1. — С. 130—136.
12. Маланчук В. А., Астапенко Е. А. О целесообразности применения биорезорбируемых фиксаторов для остеосинтеза при переломах нижней челюсти // Вестник проблем биологии и медицины. — 2013. — Т. 2, № 2. — С. 168—171.
13. Мекония Т. Т. Лечение и профилактика патологических переломов у пациентов с бисфосфонатными остеонекрозами нижней челюсти: дис. ... канд. мед. наук. — Ставрополь, 2015. — 137 с..
14. Омарбаев Т. Ж., Кожаметов О. А., Мысаев А. О. История развития пластин для на костного остеосинтеза // Наука и здравоохранение. — 2012. — № 2. — Режим доступа: <http://journal.ssmu.kz/index.php?statja=996&lang=ru>.
15. Официальный сайт ВОЗ. — Режим доступа: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.CODWORLD?lang=en>. Last updated: 2016-01-29. Дата обращения 22.11.16.
16. Официальный сайт S.O.R.G. — Режим доступа: <http://www.sorg-group.de/about-us/history/>.
17. Самохвалов Д. П., Журавлёв В. П., Петренко В. А., Николаева А. А. Состояние оказания помощи пострадавшим с повреждениями черепно-лицевой области в городе Екатеринбурге в 2000—2009 годах // Уральский медицинский журнал. — 2013. — № 1 (106). — С. 126—130.
18. Сафаров С. А., Шербова А. Е., Петров Ю. В., Байриков И. М. Клинико-функциональное обоснование использования внутрикостных фиксаторов, покрытых композиционными материалами, для остеосинтеза переломов нижней челюсти // Казанский медицинский журнал. — 2014. — Т. 95, № 2. — С. 219—223.
19. Al-Moraissi E. A., El-Sharkawy T. M., El-Ghareeb T. I., Chrcanovic B. R. Three-dimensional versus standard miniplate fixation in the management of mandibular angle fractures: a systematic review and meta-analysis // Int J Oral Maxillofac Surg. 2014 Jun. — Vol. 43 (6): — P. 708—16.
20. An J., Jia P., Zhang Y., Gong X., Han X., He Y. Application of biodegradable plates for treating pediatric mandibular fractures // J Craniomaxillofac Surg. — 2015 May; — Vol. 43 (4): — P. 515—20.
21. Anyanechi C. E., Osunde O. D., Saheeb B. D. Complications of the use of trans-osseous wire osteosynthesis in the management of compound, unfavorable and non-comminuted mandibular angle fractures // Ghana Med J. — 2016 Sep; Vol. 50 (3): — P. 172—179.
22. Belli E., Liberatore G., Mici E., Dell'Aversana Orabona G., Piombino P., Maglito F., Catalfamo L., De Riu G. Surgical evolution in the treatment of mandibular condyle fractures // BMC Surg. — 2015 Mar 8; — Vol. 15: — P. 16.
23. Biglioli F., Pedrazzoli M. Extra-platysma fixation of bisphosphonate-related mandibular fractures: a suggested technical solution // Int J Oral Maxillofac Surg. 2013 May; — Vol. 42 (5): — P. 611—614.
24. Cascone P., Papoff P., Arangio P., Vellone V., Calafati V., Silvestri A. Fast and early mandibular osteodistraction (FEMOD) in severe Pierre Robin Sequence // J Craniomaxillofac Surg. — 2014 Oct; — Vol. 42 (7): — P. 1364—70.
25. Chrcanovic B. R. Locking versus non-locking plate fixation in the management of mandibular fractures: a meta-analysis // Int J Oral Maxillofac Surg. — 2014 Oct; — Vol. 43 (10): — P. 1243—1250.
26. Flores-Hidalgo A., Altay M. A., Atencio I. C., Manlove A. E., Schneider K. M., Baur D. A., Queresby F. A. Management of fractures of the atrophic mandible: a case series // Oral Surg Oral Med Oral Radiol. — 2015 Jun. — Vol. 119 (6): — P. 619—27.
27. Gali R., Devireddy S. K., Kishore Kumar R. V., Kanubaddy S. R., Nemaly C., Akheel M. Faciomaxillary fractures in a Semi-urban South Indian Teaching Hospital: A retrospective analysis of 638 cases // Contemp Clin Dent. — 2015 Oct-Dec. — Vol. 6 (4). — P. 539—543.
28. Jeon H. B., Kang D. H., Gu J. H., Oh S. A. Delayed foreign body reaction caused by bioabsorbable plates used for maxillofacial fractures // Arch Plast Surg. — 2016, Jan. — Vol. 43 (1). — P. 40—45.
10. Kravchenko D. V. Artrognatologija. Lechenie VNChS (visochno-nizhnecheljustnogo susta-va). — Rezhim dostupa: <http://www.karayan.ru/ru/vnchs-01.html>.
11. Li Gang. Novye dostizhenija i sekrety, raskrytye pri izuchenii distrakcionnogo osteogeneza // Genij Ortopedii. — 2007. — № 1. — S. 130—136.
12. Malanchuk V. A., Astapenko E. A. O celesoobraznosti primenenija biorezorbiruemyh fiksatorov dlja osteosinteza pri perelomah nizhnej cheljusti // Vestnik problem biologii i mediciny. — 2013. — Т. 2, № 2. — S. 168—171.
13. Mebonija T. T. Lechenie i profilaktika patologicheskikh perelomov u pacientov s bisfosfonatnymi osteonekrozami nizhnej cheljusti: dis. ... kand. med. nauk. — Stav-ropol', 2015. — 137 s..
14. Omarbaev T. Zh., Kozhahmetov O. A., Mysaev A. O. Istorija razvitiya plastin dlja nakostnogo osteosinteza // Nauka i zdavooхранenie. — 2012. — № 2. — Rezhim dostupa: <http://journal.ssmu.kz/index.php?statja=996&lang=ru>.
15. Oficial'nyj sajт VOZ. — Rezhim dostupa: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.CODWORLD?lang=en>. Last updated: 2016-01-29. Data obrashhenija 22.11.16.
16. Oficial'nyj sajт S.O.R.G. — Rezhim dostupa: <http://www.sorg-group.de/about-us/history/>.
17. Samohvalov D. P., Zhuravljov V. P., Petrenko V. A., Nikolae-va A. A. Sostojanie okaza-nija pomoshhi postradavshim s povrezhdenijami cherepno-cheljjustno-licevoj oblasti v gorode Ekaterinburge v 2000—2009 godah // Ural'skij medicinskij zhurnal. — 2013. — № 1 (106). — S. 126—130.
18. Safarov S. A., Shherbovskih A. E., Petrov Ju. V., Bajrikov I. M. Kliniko-funkcional'noe obosnovanie ispol'zovanija vnutrikostnyh fiksatorov, pokrytyh kompozicionnymi materialami, dlja osteosinteza perelomov nizhnej cheljusti // Ka-zanskij medicinskij zhurnal. — 2014. — Т. 95, № 2. — S. 219—223.
19. Al-Moraissi E. A., El-Sharkawy T. M., El-Ghareeb T. I., Chrcanovic B. R. Three-dimensional versus standard miniplate fixation in the management of mandibular angle frac-tures: a systematic review and meta-analysis // Int J Oral Maxillofac Surg. 2014 Jun; 43 (6): 708-16.
20. An J., Jia P., Zhang Y., Gong X., Han X., He Y. Application of biodegradable plates for treating pediatric mandibular fractures // J Craniomaxillofac Surg. 2015 May; 43 (4): 515-20.
21. Anyanechi C. E., Osunde O. D., Saheeb B. D. Complications of the use of trans-osseous wire osteosynthesis in the management of compound, unfavorable and non-comminuted mandibular angle fractures // Ghana Med J. 2016 Sep; 50 (3): 172-179.
22. Belli E., Liberatore G., Mici E., Dell'Aversana Orabona G., Piombino P., Maglito F., Catalfamo L., De Riu G. Surgical evolution in the treatment of mandibular condyle fractures // BMC Surg. 2015 Mar 8; 15: 16.
23. Biglioli F., Pedrazzoli M. Extra-platysma fixation of bisphosphonate-related mandibular fractures: a suggested technical solution // Int J Oral Maxillofac Surg. 2013 May; 42 (5): 611-4.
24. Cascone P., Papoff P., Arangio P., Vellone V., Calafati V., Silvestri A. Fast and early man-dibular osteodistraction (FEMOD) in severe Pierre Robin Sequence // J Craniomaxillofac Surg. 2014 Oct; 42 (7): 1364-70.
25. Chrcanovic B. R. Locking versus non-locking plate fixation in the management of mandibularfractures: a meta-analysis // Int J Oral Maxillofac Surg. 2014 Oct; 43 (10): 1243-50.
26. Flores-Hidalgo A., Altay M. A., Atencio I. C., Manlove A. E., Schneider K. M., Baur D. A., Queresby F. A. Management of fractures of the atrophic mandible: a case series // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015 Jun; 119 (6): 619-27.
27. Gali R., Devireddy S. K., Kishore Kumar R. V., Kanubaddy S. R., Nemaly C., Akheel M. Faciomaxillary fractures in a Semi-urban South Indian Teaching Hospital: A retrospective analysis of 638 cases // Contemp Clin Dent. 2015 Oct-Dec; 6 (4): 539-43.
28. Jeon H. B., Kang D. H., Gu J. H., Oh S. A. Delayed foreign body reaction caused by bioabsorbable plates used for maxillofacial fractures // Arch Plast Surg. 2016 Jan; 43 (1): 40-5.

29. Kanno T., Sukegawa S., Nariai Y., Tatsumi H., Ishibashi H., Furuki Y., Sekine J. Surgical treatment of comminuted mandibular fractures using a low-profile locking mandibular reconstruction plate system // *Ann Maxillofac Surg.* 2014 Jul-Dec; — Vol. 4 (2): — P. 144-9.

30. Kumar S., Gattumeedhi S. R., Sankhla B., Garg A., Ingle E., Dagli N. Comparative evaluation of bite forces in patients after treatment of mandibular fractures with miniplate osteosynthesis and internal locking miniplate osteosynthesis // *J Int Soc Prev Community Dent.* Vol. — 2014 Nov; Vol. 4 (Suppl 1): — S. 26-31.

31. Kumar V., Mehrotra D., Mohammad S., Singh R. K., Singh V., Singh G., Gambhir S. Anchor lag screw vs conventional lag screw in mandibular fractures: A series of 30 cases // *J Oral Biol Craniofac Res.* 2013 Jan-Apr; — Vol. 3 (1): — P. 15-9.

32. Negreiros Lyrio M. C., Monnazzi M. S., De Moraes M., Hochuli-Vieira E., Nunes Reis J. M., Pereira-Filho V. A. Comparison of compressive strength between three different plates for mandibular angle fractures fixation // *J Craniomaxillofac Surg.* — 2014 Jul; — Vol. 42(5): — P. 277-80.

33. Rahpeyma A., Khajehahmadi S., Barkhori Mehni S. Treatment of mandibular fractures by two perpendicular mini-plates // *Iran J Otorhinolaryngol.* — 2014 Jan; — 26 (74): — P. 31-6.

34. Ruedi T. P., Buckley R., Moran C. G. (2007) *AO Principles of Fracture Management.* 2nd ed. Vol. 1. Stuttgart New York: Thieme-Verlag.

35. Singh S., Fry R. R., Joshi A., Sharma G., Singh S. Fractures of angle of mandible — A retrospective study // *J Oral Biol Craniofac Res.* 2012 Sep-Dec; 2 (3): 154-8.

36. Singh V., Khatana S., Bhagol A. Superior border versus inferior border fixation in displaced mandibular angle fractures: prospective randomized comparative study // *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Jul; 43 (7): 834-40.

37. Yazdani J., Taheri Talesh K., Kalantar Motamedi M. H., Khorshidi R., Fekri S., Hajmohammadi S. Mandibular angle fractures: comparison of one miniplate vs. two miniplates // *Trauma Mon.* 2013; Vol. 18 (1): P. 17-20.

29. Kanno T., Sukegawa S., Nariai Y., Tatsumi H., Ishibashi H., Furuki Y., Sekine J. Surgical treatment of comminuted mandibular fractures using a low-profile locking mandibular reconstruction plate system // *Ann Maxillofac Surg.* 2014 Jul-Dec; 4 (2): 144-9.

30. Kumar S., Gattumeedhi S. R., Sankhla B., Garg A., Ingle E., Dagli N. Comparative evaluation of bite forces in patients after treatment of mandibular fractures with miniplate osteosynthesis and internal locking miniplate osteosynthesis // *J Int Soc Prev Community Dent.* 2014 Nov; 4 (Suppl 1): S26-31.

31. Kumar V., Mehrotra D., Mohammad S., Singh R. K., Singh V., Singh G., Gambhir S. Anchor lag screw vs conventional lag screw in mandibular fractures: A series of 30 cases // *J Oral Biol Craniofac Res.* 2013 Jan-Apr; 3 (1): 15-9.

32. Negreiros Lyrio M. C., Monnazzi M. S., De Moraes M., Hochuli-Vieira E., Nunes Reis J. M., Pereira-Filho V. A. Comparison of compressive strength between three different plates for mandibular angle fractures fixation // *J Craniomaxillofac Surg.* 2014 Jul; 42(5): e277-80.

33. Rahpeyma A., Khajehahmadi S., Barkhori Mehni S. Treatment of mandibular fractures by two perpendicular mini-plates // *Iran J Otorhinolaryngol.* 2014 Jan; 26 (74): 31-6.

34. Ruedi T. P., Buckley R., Moran C. G. (2007) *AO Principles of Fracture Management.* 2nd ed. Vol. 1. Stuttgart New York: Thieme-Verlag.

35. Singh S., Fry R. R., Joshi A., Sharma G., Singh S. Fractures of angle of mandible — A retrospective study // *J Oral Biol Craniofac Res.* 2012 Sep-Dec; 2 (3): 154-8.

36. Singh V., Khatana S., Bhagol A. Superior border versus inferior border fixation in displaced mandibular angle fractures: prospective randomized comparative study // *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Jul; 43 (7): 834-40.

37. Yazdani J., Taheri Talesh K., Kalantar Motamedi M. H., Khorshidi R., Fekri S., Hajmohammadi S. Mandibular angle fractures: comparison of one miniplate vs. two miniplates // *Trauma Mon.* 2013;18 (1): 17-20.

Контактная информация

Воробьев Александр Александрович — д. м. н., профессор, зав. кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, Волгоградский государственный медицинский университет, e-mail: cos@volgmed.ru