

EDN: JPLQCZ

УДК 617.5

DOI: 10.56618/2071-2693_2024_16_2_174



ХИРУРГИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ЛЕЧЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ КИФОТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ СУБАКСИАЛЬНОГО ОТДЕЛА ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР)

Давид Вячеславович Бирагов^{1,2}

✉davidbsbir@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-8272-7091

Дмитрий Александрович Гуляев²

gulyaevd@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5509-5612, SPIN-код: 1612-8261

Денис Сергеевич Годанюк²

dsg77@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2154-2493, SPIN-код: 7449-1824

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Академика Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 195427)

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Аккурадова, д. 2, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 197341)

Резюме

Кифотическая деформация шейного отдела позвоночника на уровне субаксиальных сегментов является социально значимой проблемой, приводящей к снижению качества жизни, вплоть до полной инвалидизации. В данной статье освещены современные методы хирургического лечения данной патологии, их преимущества и недостатки.

Цель исследования – сравнение хирургических стратегий, используемых при вторичных субаксиальных кифотических деформациях шейного отдела позвоночника (ШОП) на основе литературных данных.

Проанализировано 117 источников литературы с 2004 по 2023 г. из баз данных PubMed и Google Scholar с использованием запросов по медицинской тематике для терминов «cervical spine deformity», «cervical kyphosis surgery», «cervical spine sagittal balance», «кифотическая деформация шейного отдела позвоночника», «сагиттальный баланс шейного отдела позвоночника», из которых отобрано 27 источников, наиболее удовлетворяющих критериям поиска, опубликованных на английском и русском языках. Ограничения по уровню доказательности не устанавливались. Освещены основные вопросы патогенеза, клинической картины, методов оценки сагиттального профиля шейного отдела позвоночника, а также различные методы хирургического лечения и их осложнения.

На основе проведенного исследования сделан вывод о том, что выбор оптимальной тактики лечения может быть сложным и часто противоречивым ввиду большого количества осложнений, как анестезиологических, так и хирургических. В связи с этим дизайн оперативного вмешательства должен учитывать выраженность деформации, ее тип, клиническую картину, а также индивидуальные особенности пациента.

Ключевые слова: шейный кифоз, шейный лордоз, деформация шейного отдела позвоночника, сагиттальный баланс

Для цитирования: Бирагов Д. В., Гуляев Д. А., Годанюк Д. С. Хирургические стратегии лечения вторичных кифотических деформаций субаксиального отдела шейного отдела позвоночника (обзор) // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 2. С. 174–183. DOI: 10.56618/2071-2693_2024_16_2_174.

SURGICAL STRATEGIES FOR TREATMENT OF SECONDARY CERVICAL SUBAXIAL SPINE KYPHOTIC DEFORMITIES (REVIEW)

David V. Biragov^{1,2}

✉davidbsbir@yandex.ru, orcid.org/0000-0001-8272-7091

Dmitriy A. Gulyayev²

gulyaevd@mail.ru, orcid.org/0000-0002-5509-5612, SPIN-code: 1612-8261

Denis S. Godanyuk²

dsg77@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2154-2493, SPIN-code: 7449-1824

¹ National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden (8 Academician Baykova street, St. Petersburg, Russian Federation, 195427)

² V. A. Almazov National Medical Research Center (2 Akkuratova street, St. Petersburg, Russian Federation, 197341)

Abstract

Cervical subaxial kyphotic deformity is a socially significant problem, leading to a decrease in the quality of life, up to complete disability. This article highlights modern methods of subaxial deformity surgery, their advantages and disadvantages.

Aim is analysis of treatment option using in cervical spine deformity surgery, based on the literature data.

117 literature sources were analyzed from 2004 to 2023 PubMed and Google Scholar databases were used as resources using queries on medical topics for the terms “cervical spine deformity”, “cervical kyphosis surgery”, “cervical spine sagittal balance”. We used 27 articles that are most suitable for search criteria published in English and Russian. There were no evidence level restrictions. The issues of pathogenesis, clinical picture, methods of assessing the sagittal profile of the cervical spine, as well as various methods of surgical treatment and their complications are highlighted.

Choosing the optimal treatment tactics can be difficult and often contradictory due to the large number of complications, both anesthetic and surgical. Therefore, the design of the surgical option should be based on deformity severity, its type, clinical presentation, as well as the individual characteristics of the patient.

Keywords: cervical kyphosis, cervical lordosis, cervical spine deformity, sagittal balance

For citation: *Biragov D. V., Gulyayev D. A., Godanyuk D. S. Surgical strategies for treatment of secondary cervical subaxial spine kyphotic deformities (review). Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2024;XVI(2):174–183. DOI: 10.56618/2071–2693_2024_16_2_174.*

Введение

Вторичные деформации шейного отдела позвоночника (ШОП) развиваются в результате естественного клинического течения различных нозологических форм. К последним можно отнести посттравматические, дегенеративно-дистрофические изменения, опухоли, неспецифический спондилит, ревматоидное поражение ШОП, в том числе при болезни Бехтерева. Также кифотическая деформация может явиться следствием хирургического вмешательства при повреждении опорных комплексов позвоночника. По данным S. Ao et al., частота встречаемости кифотической деформации шейного отдела позвоночника у асимптомных исследуемых составляет 38,3 % [1]. Деформации ШОП служат пусковым механизмом в формировании неврологического дефицита, а также различных форм болевого синдрома (корешковой, вертеброгенной, смешанной форм). Клиническая картина, возникающая при поражении ШОП, зачастую приводит к ухудшению качества жизни пациента, вплоть до полной инвалидизации, что и делает данную патологию социально значимой проблемой. Отсутствие на сегодняшний день четкого алгоритма хирургического лечения и определяет актуальность проблемы.

Цель исследования – сравнение хирургических стратегий, используемых при вторичных

субаксиальных кифотических деформациях шейного отдела позвоночника на основе литературных данных.

Методика написания обзора

Поиск литературных данных производился по электронным базам данных PubMed и Google Scholar с использованием запросов по медицинской тематике для терминов «cervical spine deformity», «cervical kyphosis surgery», «cervical spine sagittal balance», «кифотическая деформация шейного отдела позвоночника», «сагиттальный баланс шейного отдела позвоночника». По результатам поиска проанализировано 117 статей с 2004 г. по 2023 г. В исследование были включены статьи, описывающие биомеханику ШОП, параметры сагиттального баланса и их связь с качеством жизни, а также статьи, посвященные хирургической коррекции деформаций субаксиального отдела ШОП. Из исследования были исключены описания клинических случаев, статьи, посвященные деформациям супрааксиального отдела ШОП, а также деформациям, возникающим при воспалительных заболеваниях позвоночника, болезни Бехтерева. С использованием вышеуказанных критериев отобрано 27 источников, опубликованных на английском и русском языках. Ограничения по уровню доказательности не устанавливались.

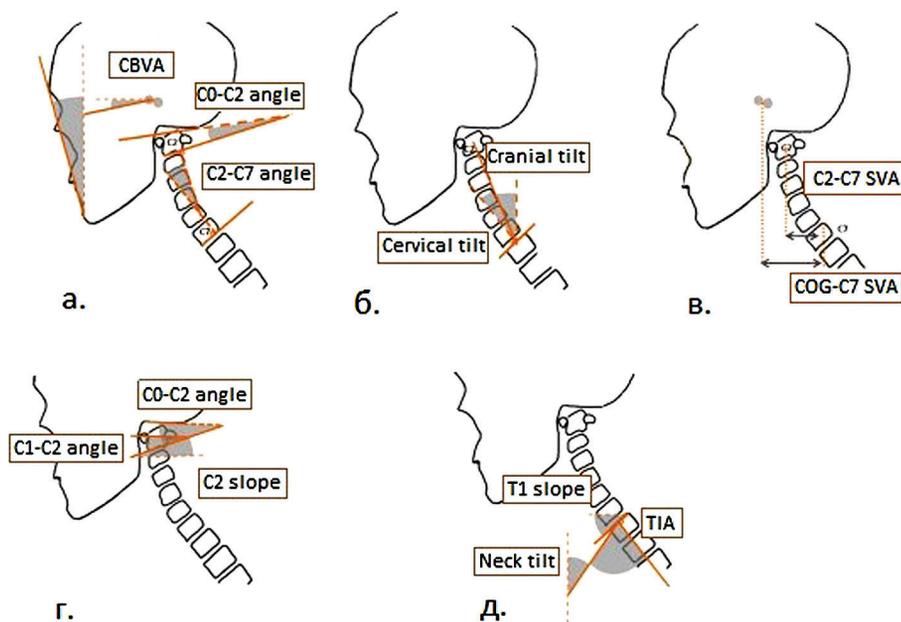
Биомеханика ШОП

Позвоночный столб на уровне ШОП условно разделен на три опорные колонны – одну переднюю и две задние. Передняя колонна представлена телами позвонков и дисками, две задние опорные колонны состоят из фасеточных суставов. Эта модель существенно отличается от классификации стабильности F. Denis относительно грудного и поясничного отделов позвоночного столба, состоящих из передней, средней и задней колонн. В классификации Дэниса передняя колонна представлена передней продольной связкой, передней частью фиброзных колец и передней половиной тел позвонков; средняя колонна включает в себя заднюю продольную связку; заднюю часть фиброзных колец и заднюю половину тел позвонков. Задняя колонна представлена дужками, фасеточными суставами и связочным комплексом [2–4]. В шейном отделе позвоночника масса головы переносится через мышелки затылочной кости на боковые массы С1-позвонка, а затем в С1–С2-суставы. В дальнейшем, посредством позвонка С2, эта нагрузка распределяется на переднюю колонну, включающую в себя диск С2–С3 и задние колонны, представленные фа-

сеточными суставами позвонков С2 и С3. Основную опорную функцию несут задние столбы (64 % от всей нагрузки), передние – 36 % [5]. Эти цифры существенно отличаются в сравнении с поясничным отделом, где передняя колонна несет 67–82 % всей нагрузки, а задняя – 18–33 % [4]. Естественная кривизна шейного отдела позвоночника представлена лордозом, так как шейные позвонки имеют клиновидную форму, и является необходимой для компенсации грудного кифоза – последний позволяет увеличить объем легких и, как показали исследования, повышается с возрастом. Каудально в области шейно-грудного перехода шейный лордоз объединяется с ригидной, кифотически установленной апертурой грудной клетки. Различные изменения шейного лордоза, такие как потеря лордоза либо развитие кифоза, ассоциируются с болевым синдромом и снижением трудоспособности [6].

Основные методы оценки сагиттального профиля ШОП

Оценка выраженности шейного лордоза либо кифоза осуществляется тремя основными способами – это методы Кобба, Харрисо-



Параметры сагиттального профиля, используемые при коррекции кифотических деформаций шейного отдела позвоночника: а – CBVA, угол C0–C2, угол C2–C7; б – cranial tilt, cervical tilt; в – C2–C7 SVA, COG–C7 SVA; г – угол C0–C2, угол C1–C2, угол наклона C2; д – угол наклона T1, TIA, neck tilt [14]

Sagittal profile parameters used in the correction of kyphotic deformities of the cervical spine: а – CBVA, angle C0–C2, angle C2–C7; б – cranial tilt, cervical tilt; в – C2–C7 SVA, COG–C7 SVA; г – angle C0–C2, angle C1–C2, tilt angle C2; д – tilt angle T1, TIA, neck tilt) [14]

на и Джексона [7]. Ввиду простоты использования метод Кобба является наиболее распространенным и может использоваться при оценке оси в разных сегментах (C0–C2, C1–C2, C0–C7 и т. д.) [6]. Наиболее современным способом оценки сагиттального профиля является критерий sagittal vertical axis (SVA), позволяющий оценить выраженность деформации на различных уровнях позвоночного столба. Для оценки оси ШОП наиболее часто применяется параметр C2–C7 SVA, являющийся расстоянием между перпендикулярами к горизонтали из центра C2- и заднего верхнего края тела C7-позвонка (рисунок, в).

У асимптомных исследуемых средние показатели C2–C7 SVA колеблются от 15 до $(17 \pm 11,2)$ мм [8]. Также в литературе предложено измерять SVA центра массы головы (center of gravity, COG) относительно C7- и S1-позвонков (рисунок, в) [8]. На боковых рентгенограммах центр массы черепа можно определить, ориентируясь на переднюю часть наружного слухового прохода, которую используют как начальную точку для перпендикуляра к горизонтали [9].

Также в литературе можно встретить использование данного показателя на различных уровнях ШОП. Например, C1–C2 SVA, C1–C7 SVA, C0–C2 SVA и т. д. Однако наиболее клинически значимым является C2–C7 SVA, так как его положение непосредственно коррелирует с результатами анкетирования HRQOL. Увеличение расстояния C2–C7 SVA прямо пропорционально снижению качества жизни. Угол chin-brow (CBVA) образован вертикалью и прямой, проходящей касательно *gnation* и *glabella* (рисунок, а). Данный показатель предназначен для оценки линии зрения, положение которой необходимо учитывать для определения необходимого объема коррекции деформаций ШОП, так как изменение линии зрения, в свою очередь, снижает активность пациента и качество его жизни. Определенных критериев для данного показателя не установлено, но, по мнению ряда авторов, значения от -10 до $+10$ в послеоперационном периоде коррелировали с положительными результатами [10]. CBVA измеряется стоя в нейтральном положении пациента и широко применяется в клинической практике, так как коррекции, выполняемые с его

учетом, имели положительные послеоперационные результаты [11]. S. Lee et al. (2003) описали такой параметр, как «thoracic inlet angle» (TIA) – угол апертуры грудной клетки, который является углом, исходящим из центра верхней замыкательной пластинки Th1, образован прямой, идущей к верхнему краю грудины и перпендикуляром к плоскости верхней замыкательной пластинки Th1 (рисунок, д) [12]. TS (угол наклона T1-позвонка) – еще один значимый параметр в определении необходимого объема коррекции ШОП (рисунок, д). В современной литературе множество авторов при расчете объема коррекции опираются на следующую пропорцию: $TS - CL = 15$. В разных источниках эта цифра варьирует от 15 до 17. NT (neck tilt) – угол, образованный вертикалью и линией, соединяющей верхний край грудины с центром верхней замыкательной пластинки Th1 (рисунок, д). Средние значения у асимптомных пациентов колеблются в диапазоне $44-64^\circ$. Существует пропорция: $TIA = TS + NT$, аналогично тазовым взаимоотношениям: $PI = SS + PT$. Cervical tilt (угол наклона шеи) образован линией, соединяющей верхушку зуба C2 с центром верхней замыкательной пластинки Th1 и перпендикуляром к верхней замыкательной пластинке Th1 (рисунок, б). Cranial tilt (угол отклонения черепа) образован вертикалью и линией, соединяющей верхушку зуба C2 с центром верхней замыкательной пластинки Th1 (рисунок, б).

Компенсаторные механизмы в поддержании сагиттального баланса

J. Mizutani et al. (2019) считают, что механизм сокращения расстояния C7–S1-позвонка лежит в основе поддержания нормального положения черепа и линии зрения, а также отображает компенсаторные возможности грудного и поясничного отделов при первичных кифотических деформациях ШОП [13]. Это объясняется тем, что кифотические деформации ШОП зачастую достаточно ригидны, следовательно, разгибание в ШОП для поддержания нормального положения головы является невозможным. В подобных ситуациях срабатывает компенсаторный механизм, приводящий к смещению тела C7-позвонка кзади с целью

приведения центра тяжести головы над телом S1, включающий в себя уменьшение угла наклона T1-позвонка (при наличии значительной мобильности в грудном сегменте), а также путем увеличения поясничного лордоза и ретроверсии таза.

Деформация шейного отдела позвоночника и миелопатия

Шейная спондилогенная миелопатия (ШСМ) является наиболее частой причиной дисфункции спинного мозга среди пациентов старше 55 лет. ШСМ часто имеет бессимптомное течение, но может и проявляться множественным различными симптомами, в зависимости от уровня поражения и степени компрессии. Как правило, это двигательные и чувствительные нарушения, проявляющиеся чаще в нижних конечностях [14]. Сама по себе кифотическая деформация также является причиной возникновения миелопатии. Происхождение ШСМ традиционно описывается как результат многоуровневого спондилеза, при котором дегенеративные изменения дисков приводят к образованию остеофитов, последние в совокупности с гипертрофированными фасеточными суставами приводят к стенозу позвоночного канала и, соответственно, компрессии спинного мозга (СМ). Длительная компрессия может явиться причиной демиелинизации и, в конечном итоге, привести к некрозу белого и серого вещества СМ. Это объясняется продольным натяжением спинного мозга в связи с фиксацией его зубчатыми связками и корешками спинномозговых нервов [15]. В случае прогрессирования кифотической деформации компрессия спинного мозга нарастает, он уплощается [16]. Фиксация спинного мозга посредством зубчатых связок и корешков спинномозговых нервов может также приводить к повышению интрамедуллярного давления, как следствие, к гибели нейронов и демиелинизации [17, 18]. Кроме того, имеют место значительные неблагоприятные ангиогенные эффекты – компрессия мелких артерий, усугубляющая тяжесть процесса. K. Shimizu et al. (2005), искусственно вызывая шейный кифоз у птиц, количественно проанализировали степень демиелинизации и гибель нейронов на гистологических секциях спинно-

го мозга [19]. Они выявили значительную корреляцию между степенью кифоза и уплощением спинного мозга, кроме того, обнаружены демиелинизация передних канатиков спинного мозга, гибель нейронов и атрофия передних рогов. Выраженность процесса коррелировала с выраженностью кифотической деформации. Процесс демиелинизации, как правило, начинается с передних канатиков, переходя в последующем на боковые и задние. Последующие ангиографические исследования показали существенное снижение кровотока в передних отделах спинного мозга. На сегодняшний день современная литература полна противоречивых мнений относительно наиболее оптимального способа лечения шейной спондилогенной миелопатии. Хирургическая тактика должна учитывать сагиттальную ось ШОП, так как от ее параметров зависит выбор способа и объема коррекции [14]. Декомпрессия как основной метод хирургического лечения не решает проблему натяжения спинного мозга, индуцированного кифозом, соответственно, может не иметь положительного клинического результата [20].

Выбор тактики хирургического лечения

Первым этапом для определения тактики хирургического лечения, а в частности, объема и этапности коррекции, является оценка мобильности шейного отдела позвоночника на уровне деформации. Так, например, при наличии мобильной деформации можно использовать одноэтапную коррекцию с заднего доступа, также при ригидных деформациях без анкилоза фасеточных суставов в целях коррекции может использоваться одноэтапный передний доступ. Присутствие анкилоза фасеточных суставов, как правило, требует комбинации переднего и заднего доступов в виде двухэтапного (360°) либо трехэтапного подхода (520°). В англоязычной литературе этапность лечения обозначается аббревиатурами: AP, PA, APA, PAP (A-anterior; P-posterior). Этапность коррекции ригидных деформаций может варьировать в зависимости от зоны анкилоза (межтеловой, фасеточный, тотальный) либо локализации компримирующего субстрата, такого как грыжа диска, остеофиты, гипертрофированные фасеточные суставы и т. д. При

наличия явного компримирующего субстрата первый этап всегда направлен на его устранение, так как коррекция в условиях стеноза может привести к очевидным нежелательным последствиям. Так, к примеру, AP может состоять из передней декомпрессии и коррекции с последующей фиксацией посредством заднего доступа, примером PA может быть задняя декомпрессия и коррекция с передней стабилизацией. APA и PAP выполняются при невозможности осуществления всех составных этапов хирургического лечения в один. Как правило, с целью достижения наибольшего лордоза более целесообразны передняя декомпрессия и мобилизация с последующей коррекцией посредством заднего доступа, задняя мобилизация с последующей коррекцией спереди. При выраженных ригидных деформациях с наличием анкилоза фасеточных суставов с целью коррекции зачастую целесообразным является выполнение различных типов остеотомии, либо их комбинации.

Традиционно для коррекции деформаций в сагиттальной плоскости используется остеотомия Смита – Петерсона (SPO), данный тип остеотомии применяется при планировании коррекции до 30°. SPO имеет ряд недостатков. Во-первых, для достижения желаемого результата зачастую требуется многоуровневая остеотомия, которая увеличивает риск возникнове-

ния псевдоартроза. Кроме того, SPO выполняется исключительно при наличии мобильной передней колонны. R. L. Simmons et al. (1982) популяризовали SPO и широко применяли ее как один из этапов коррекции у пациентов с анкилозирующим спондилитом, когда имеются мостовые остеофиты, оссификация передней продольной связки [21]. В таких случаях авторы применяли SPO в дополнение к остеотомии переднего опорного комплекса и часто использовали при деформациях типа chin-on-chest при анкилозирующем спондилите. В случае наличия ригидной деформации, требующей коррекции более чем 15°, может быть целесообразным выполнение резекции в объеме PSO на шейном либо шейно-грудном переходе. PSO приобрела наибольшую распространенность, так как позволяет достичь максимальной коррекции сагиттального профиля. Также большим преимуществом PSO является возможность мобилизации всех трех колонн позвоночного столба посредством заднего доступа и их сопоставления, что увеличивает вероятность спондилодеза и биомеханической стабильности. PSO может применяться также при отсутствии анкилоза фасеточных суставов в случаях, когда выполнение передней мобилизации либо остеотомии нежелательно. В 2013 г. вышла стандартизованная номенклатура остеотомий, включившая в себя семь степеней [22]:

Типы остеотомии на уровне шейного отдела позвоночника (С. Р. Ames, 2013 г.)

Types of osteotomy at the level of the cervical spine (C. P. Ames, 2013)

Степень	Объем резекции	Описание	Доступы
1-я	Частичная резекция фасеточных суставов	Передняя дискэктомия с частичной резекцией унко-verteбральных сочленений, резекция капсулы фасеточных суставов или частичная фасетэктомия	A, P, AP, PA, APA, PAP
2-я	Полная резекция фасеточных суставов (остеотомия <i>ponte</i>)	Тотальная резекция суставных отростков смежных позвонков, также могут быть резецированы дужки и остистые отростки	P, AP, PA, APA, PAP
3-я	Частичная или полная корпэктомия	Частичная или полная корпэктомия, включая прилежащие межпозвонковые диски	A, AP, PA, APA, PAP
4-я	Полная резекция унко-verteбральных суставов до поперечных отверстий	Передняя остеотомия унко-verteбральных суставов до поперечных отверстий	A, PA, AP, APA, PAP
5-я	Раскрывающая клиновидная остеотомия (<i>open edge</i>)	Тотальная резекция заднего опорного комплекса и создание открытого клина	P, PA, AP, APA, PAP
6-я	Смыкающая клиновидная остеотомия (<i>close edge</i>)	Тотальная резекция заднего опорного комплекса, включая ножки и создание закрытого клина	P, PA, AP, APA, PAP
7-я	Спондилэктомия	Удаление одного или более тел смежных дисков, унко-verteбральных сочленений и заднего опорного комплекса	AP, PA, APA, PAP

- 1) частичная резекция фасеточных суставов;
- 2) полная резекция фасеточных суставов (остеотомия Ponte);
- 3) частичная или полная корпэктомия;
- 4) полная резекция унко-verteбральных суставов до поперечных отверстий;
- 5) раскрывающая клиновидная остеотомия;
- 6) смыкающая клиновидная остеотомия;
- 7) спондилэктомия (таблица).

Результаты хирургического лечения

M. J. Grosso et al. описали группу из 76 пациентов, перенесших коррекцию кифотической деформации ШОП, в 26 случаях получены интраоперационные осложнения – 34 %. В этой группе, по описанию авторов, комбинированный доступ ассоциировался с наибольшим числом осложнений (40 %), на долю переднего доступа приходилось 37 %, и 27 % – при задних доступах [23]. Наиболее частым интраоперационным осложнением был тромбоз глубоких вен (10,5 %), местные инфекционные осложнения отмечены в 7,9 % случаев, пневмония – в 5,2 %, легочная эмболия – в 3,9 %, послеоперационные гематомы составили 3,9 %, дисфагия (более 1 месяца), требующая зондового питания, – 2,6 %. Также описываются осложнения, связанные с объемом коррекции кифотических деформаций. Недостигнутая коррекция деформации коррелировала с длительным снижением качества жизни по QOLS (модификация шкалы JOA).

A. V. Etame et al. проанализировали отдаленные результаты хирургического лечения пациентов, которым выполнялась коррекция кифотической деформации ШОП [24]. Данный анализ включил в себя 14 ретроспективных исследований с общим количеством 399 пациентов. Общая летальность составила 2,3 %, прочие медицинские осложнения – 3,3 %, неврологический дефицит – 13,5 %, дуротомия – 1,0 %, дисфагия – 2,5 %, парез голосовых связок – 3,4 %, псевдоартроз – 3,8 %, инфекционные осложнения – 3,3 %, трахеотомия – 1,8 %, гастростомия – 2,3 %. Объем достигнутой коррекции варьировал в зависимости от выбранной тактики хирургического лечения. При использовании вентрального доступа удавалось

достичь шейного лордоза в пределах 11–32°, заднего доступа – от 23,3 до 54°, комбинированного доступа – от 24 до 61,3°. Авторы отмечают значительные функциональные улучшения во всех клинических случаях.

V. C. Traynelis et al. сообщили о наблюдении, включившем в себя 27 пациентов, перенесших хирургическую коррекцию кифотической деформации ШОП на субаксиальных сегментах [25]. Средняя продолжительность послеоперационного наблюдения составила 26 месяцев. По результатам наблюдения: 1 летальный исход, не связанный с хирургическим лечением, в 5 случаях развилась пневмония, незначительная тромбоэмболия легочной артерии – в 1 случае, раневая инфекция – у 2 пациентов. Неврологических осложнений не отмечалось. Отмечается единичный случай радикулопатии C8, возникшей через 6 недель после операции. При окончательном наблюдении ни один пациент не предъявлял жалоб на дисфагию, и у всех пациентов сформировался спондилез на прооперированных уровнях.

L. J. Kim et al. сообщили о серии из 38 пациентов, разделенных на две группы [26]. В первой группе как метод коррекции использовалась остеотомия с вентрального доступа, в ряде случаев дополняемая задней фиксацией. Во второй группе выполнялась коррекция из комбинированного доступа с применением SPO. Средняя продолжительность наблюдения составила 3,4 года. Средняя угловая коррекция в группе 1 составила 23° и 33° для группы 2. Среднее значение коррекции SVA в первой группе составило 1,3 см, во второй группе – 3,7 см. Послеоперационного неврологического дефицита не наблюдалось. Авторы пришли к следующему выводу: передняя остеотомия является безопасным и эффективным методом коррекции фиксированных деформаций шейного отдела позвоночника. При необходимости остеотомии по методу Смита – Петерсена могут дополнять угловую коррекцию и коррекцию SVA для достижения удовлетворительного функционального исхода.

L. Westerveld et al. (2009) описали осложнения, связанные с хирургической коррекцией травматических повреждений в группе пациентов, состоящей из 345 пациентов с анки-

лозирующим спондилитом и 55 с болезнью Форестье [27]. При поступлении 67,2 % из группы пациентов с анкилозирующим спондилитом и 40 % пациентов с болезнью Форестье, получивших повреждение на уровне шейно-грудного перехода, имели неврологический дефицит. Общая летальность в послеоперационном периоде среди пациентов с наличием болезни Бехтерева составила 6,4 %, с болезнью Форестье – 7,3 %. Среди пациентов, получавших консервативное лечение, в группе с наличием болезни Бехтерева летальность составила 11,3 %, и 12,7 % – с болезнью Форестье. Таким образом, летальность в группе прооперированных пациентов была меньше, чем в группе консервативного лечения, разница оказалась статистически незначима. Осложнения, связанные с хирургическим лечением, были также выше среди пациентов с болезнью Бехтерева – 51,1 %, и 32,7 % среди пациентов с болезнью Форестье. Авторы также отмечают, что такие интраоперационные осложнения, как кровотечение, повреждение аорты, инсульт, встречаются во время коррекции деформации на уровне шейно-грудного перехода. Длительно протекающие осложнения, такие как пневмония, дыхательная недостаточность, несращение, сохраняющийся неврологический дефицит, преобладали в группе консервативного лечения.

J. Smith et al. описали группу из 78 человек, перенесших хирургическую коррекцию деформации ШОП [28]. Задний доступ (P) выполнен в 49 %, передний (A) – в 14 %, AP – в 35 %, PAP – в 3 % случаев. В данной группе 52 пациента имели осложнения в раннем послеоперационном периоде. Наиболее частыми осложнениями явились дисфагия (11,5 %), инфицирование послеоперационной раны (6,4 %), неврологический дефицит (6,4 %), респираторные расстройства (5,1 %), 1 летальный исход (1,3 %). Ранние осложнения коррелировали с методом хирургического доступа: A – 27,3 %, P – 68,4 %, AP и PAP составил 79,3 %.

Заключение

При определении тактики хирургического лечения субаксиальных кифотических деформаций ШОП руководствуются такими критериями, как уровень, протяженность, тип дефор-

мации, ее выраженность, анатомические особенности пациента, а также коморбидный фон. С целью коррекции деформации в большинстве случаев достаточно одноэтапного переднего доступа. Объем манипуляций из переднего доступа ограничен и включает в себя дискэктомию, корпэктомию и резекции унко-verteбральных сочленений. Одноэтапный задний доступ в объеме PSO, SPO позволяет достичь наибольшего объема коррекции при всех типах деформации. Комбинированные двух- и трехэтапные доступы выполняются исключительно при грубых ригидных деформациях. Данная тактика сопряжена с максимальным риском интра- и послеоперационных осложнений, однако дает возможность выполнять комбинации различных типов резекций и остеотомий, тем самым достигая желаемого объема коррекции сагиттального профиля. Такие типы резекции, как PSO, SPO, спондилэктомия, являются наиболее распространенными в хирургической практике для коррекции грубых деформаций ШОП. Объем коррекции методом SPO в пределах одного сегмента малоэффективен, выполнение его целесообразнее на двух и более сегментах при протяженных деформациях. Осложнением, характерным для SPO, является формирование псевдоартроза, что может привести к рецидиву деформации. Наибольший угол коррекции может обеспечить резекция PSO. Выполняется исключительно при грубых ригидных деформациях. Так как зона резекции проходит через все опорные комплексы, PSO позволяет полностью мобилизовать заинтересованный сегмент и скорректировать ось позвоночника в желаемом объеме. С целью избежания ранения позвоночной артерии выполняется на уровне C6- и C7-позвонков. Спондилэктомия в хирургии коррекции деформаций ШОП всегда требует двух- или трехэтапного доступа и используется достаточно редко. Вышеописанные хирургические доступы и методы устранения деформации нашли широкое применение, так как позволяют достичь желаемого объема коррекции. Однако они не лишены своих недостатков и ограничений в применении.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания 122041900091-1 «Разработка дифференцированных алгоритмов хирургического лечения пациентов с нейрогенными опухолями спинного мозга и нервных сплетений». **Financing.** The study was performed without external funding. The work was carried out within the framework of a state assignment 122041900091-1 “Development of differentiated algorithms for surgical treatment of patients with neurogenic tumors of the spinal cord and nerve plexuses”.

Литература / References

1. *Shuang A., Liu Y., Wang Y. et al.* Cervical kyphosis in asymptomatic populations: incidence, risk factors, and its relationship with health-related quality of life. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):322. Doi: 10.1186/s13018-019-1351-2.
2. *Дамдинов Б. Б., Сороковиков В. А., Ларионов С. Н. и др.* Особенности изменения сагиттального баланса шейного отдела позвоночника при шейно-плечевом синдроме // *Хирургия позвоночника.* 2019. Т. 16, № 2. С. 42–48. [Damdinov B. B., Sorokovikov V. A., Larionov S. N. et al. Peculiarities of changes in the sagittal balance of the cervical spine in cervicobrachial syndrome. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2019;16(2):42–48. (In Russ.). Doi: 10.14531/ss2019.2.42-48. EDN: BWYTYM.
3. *Шнайдер Л. С., Павлов В. В., Крутько А. В.* Изменение позвоночно-тазового баланса после эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с врожденным вывихом бедра. *Хирургия позвоночника.* 2018. Т. 15, № 4. С. 80–86. [Schneider L. S., Pavlov V. V., Krutko A. V. Changes in the vertebral-pelvic balance after hip replacement in patients with congenital hip dislocation. *Spine surgery.* 2018;15(4):80–86. (In Russ.). Doi: 10.14531/2018.4.80-86. EDN: YZKXXN.
4. *Макиров С. К., Юз А. А., Джахаф М. Т.* Методика оценки параметров сагиттального позвоночно-тазового баланса // *Хирургия позвоночника.* 2015. Т. 12, № 3. С. 55–63. [Makirov S. K., Yuz A. A., Jahhaf M. T. Methodology for assessing sagittal vertebral-pelvic balance. *Journal of Spine Surgery.* 2015;12(3):55–63. (In Russ.). Doi: 10.14531/ss2015.3.55-63. EDN: UMGWQX.
5. *Борзык К. О., Рерих В. В., Самохин А. Г.* Параметры сагиттального баланса у пациентов с посттравматическими деформациями нижнегрудной и верхнепоясничной локализации // *Современные проблемы науки и образования.* 2018. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28266> (дата обращения: 18.03.2024). [Borzykh K. O., Roerich V. V., Samokhin A. G. Parameters of sagittal balance in patients with posttraumatic deformities of the lower thoracic and upper lumbar localization. *Modern problems of science and education.* 2018;(6). (In Russ.). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28266> [Accessed 18 March 2024]]. EDN: YVMK LZ.
6. *Проценко А. И., Никурадзе В. К., Мехтиханов Д. С.* Хирургическая тактика в лечении травмы шейного отдела позвоночника // *Хирургия: Журн. им. Н. И. Пирогова.* 2011. № 1. С. 43–47. [Protsenko A. I., Nikuradze V. K., Mekhtikhanov D. S. Surgical tactics in the treatment of cervical spine injury. *Surgery: Magazine named after N. I. Pirogov* 2011;(1):43–47. (In Russ.). EDN: NZGEVF.
7. *Климов В. С., Василенко И. И., Рябых О. С.* Влияние реконструкции сагиттального баланса на результаты лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным спондилолистезом низкой степени градации: анализ многоцентровой четырехлетней когорты // *Гений ортопедии.* 2020. Т. 26, № 4. С. 555–564. [Klimov V. S., Vasilenko I. I., Ryabykh O. S. Influence of sagittal balance reconstruction on the results of treatment of elderly and senile patients with degenerative spondylolisthesis of low degree of gradation: analysis of a multicenter four-year cohort. *Genius of orthopedics.* 2020;26(4):555–564. (In Russ.). Doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-555-564. EDN: YUMKFJ.
8. *Крутько А. В.* Сагиттальный баланс. Гармония в формулах. Великий Новгород: АНО «Клиника НИИТО», 2016. 64 с. [Krutko A. V. *Sagittal balance. Harmony in formulas.* Novgorod: ANO «Klinika NIITO»; 2016. 64 p. (In Russ.). EDN: YVUYQF.
9. *Рерих В. В., Борзык К. О.* Посттравматические деформации грудного и поясничного отделов позвоночника у пациентов в позднем периоде позвоночно-спинномозговой травмы после ранее проведенных оперативных вмешательств // *Международ. журн. приклад. и фундамент. исслед.* 2015. Т. 12, № 4. С. 657–660. [Roerich V. V., Borzykh K. O. Posttraumatic deformities of the thoracic and lumbar spine in patients in the late period of spinal cord injury after previously performed surgical interventions. *International Journal of Applied and Fundamental Research.* 2015;12(4):657–660. (In Russ.). EDN: VBUMWX.
10. *Ластевский А. Д., Попелюх А. И., Веселов С. В. и др.* Биомеханические аспекты первичной стабильности инструментальной фиксации при лечении вывихов шейных позвонков субаксиальной локализации: экспериментальное исследование // *Хирургия позвоночника.* 2021. Т. 18, № 3. С. 43–52. [Lastevsky A. D., Popelyukh A. I., Veselov S. V. et al. Biomechanical aspects of primary stability of instrumental fixation in the treatment of dislocations of the cervical vertebrae of subaxial localization: an experimental study. *Spine surgery.* 2021;18(3):43–52. (In Russ.). Doi 10.14531/ss2021.3.43-52. EDN: QLYXRP.
11. *Михайловский М. В., Новиков В. В., Васюра А. С. и др.* Оперативная коррекция врожденных кифозов у пациентов старше 10 лет // *Хирургия позвоночника.* 2016. Т. 13, № 1. С. 20–26. [Mikhailovsky M. V., Novikov V. V., Vasyura A. S. et al. Operative correction of congenital kyphoses in patients older than 10 years. *Spine surgery.* 2016;13(1): 20–26. (In Russ.). Doi 10.14531/ss2016.1.20-26. EDN: VQG EDT.
12. *Lee S. H., Kim K. T., Seo E. M. et al.* The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. *J Spinal Disord Tech.* 2012;25(2):41–47. Doi: 10.1097/BSD.0b013e3182396301.
13. *Mizutani J., Inoue N., Otsuka Y. et al.* Biomechanical and Anatomical Validity of the Short Posterior Arch Screw. *Neurospine.* 2019;16(2):347–353. Doi: 10.14245/ns.1836156.078.
14. *Salameh M., Bizdikian A. J., Saad E. et al.* Reliability assessment of cervical spine parameters measured on full-body radiographs in asymptomatic subjects and patients with spinal deformity. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021;107(7):103026. Doi: 10.1016/j.otsr.2021.103026.
15. *Кассар-Пулличино В. Н.* Спинальная травма в свете диагностических изображений. М.: МЕДпресс-информ, 2009. 264 с. [Kassar-Pulichino V. N. *Spinal injury in the light of diagnostic imaging.* Moscow: MEDpress-inform; 2009. 264 p. (In Russ.). EDN: QLTRXX.
16. *Holly L. T.* Management of cervical spondylotic myelopathy with insights from metabolic imaging of the spinal cord and brain. *Current Opinion in Neurology.* 2009;(22):575–581. Doi: 10.1097/WCO.0b013e3283325ea7.
17. *Glassman S. D., Bridwell K., Dimar J. R. et al.* Frank Schwab The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine.* 2005;30(18):2024–2029. Doi: 10.1097/01.brs.0000179086.30449.96.

18. *Mummaneni P. V., Deutsch H., Mummaneni V. P.* Cervicothoracic kyphosis. *Neurosurgery Clinics of North America.* 2006;17(3):277–287. Doi: 10.4103/jcvjs.jcvjs_66_21.
19. *Shimizu K., Nakamura M., Nishikawa Y.* et al. Spinal Kyphosis Causes Demyelination and Neuronal Loss in the Spinal Cord: A New Model of Kyphotic Deformity. *Spine.* 2005;30(21):2388–2392. Doi: 10.1097/01.brs.0000184378.67465.5c.
20. *Matz P. G., Anderson P. A., Holly L. T.* et al. The Natural history of cervical spondylotic myelopathy. *Journal of Neurosurgery. Spine.* 2009;11(2):104–111. Doi: 10.7759/curcus.5074.
21. *Simmons R. L., Owen S., Abbott C. J.* et al. Naproxen sodium and paracetamol/ dextropropoxyphene in sports injuries – a multicentre comparative study. *British Journal of Sports Medicine.* 1982;16(2):91–95. Doi: 10.1136/bjism.16.2.91.
22. *Ames C. P., Smith J. S., Scheer J. K.* et al. A standardized nomenclature for cervical spine soft-tissue release and osteotomy for deformity correction. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI.* 2013;19(3):269–278. Doi: 10.3171/2013.5.SPINE121067.
23. *Grosso M. J., Hwang R., Krishnaney A. A.* et al. Complications and outcomes for surgical approaches to cervical kyphosis. *J Spinal Disord Tech.* 2015;28(7):385–393. Doi: 10.1097/BSD.0b013e318299953f.
24. *Etame A. B., Wang A. C., Than K. D.* Outcomes after surgery for cervical spine deformity: review of the literature. *Neurosurgical Focus.* 2010;28(3). Doi: 10.3171/2010.1.FOCUS09278.
25. *Traynelis V. C., Marano G. D., Dunker R. O.* et al. Traumatic atlantooccipital dislocation. Case report. *Neurosurg.* 1986;65(6):863–870. Doi: 10.3171/jns.1986.65.6.0863.
26. *Kim L. J., Klopfenstein J. D., Zabramski J. M.* et al. Analysis of pain resolution after surgical resection of intramedullary spinal cord cavernous malformations. *Neurosurgery.* 2006;58(1):106–111. Doi: 10.3171/jns.10.1227/01.neu.0000192161.95893.d7.
27. *Westerveld L., Verlaan J. J., Oner F. C.* Spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders: a systematic review of the literature on treatment, neurological status and complications. *European Spine Journal.* 2009;(18):145–156. Doi: 10.1007/s00586-008-0764-0.
28. *Smith J., Singh M., Klineberg E.* et al. Surgical treatment of pathological loss of lumbar lordosis (flatback) in patients with normal sagittal vertical axis achieves similar clinical improvement as surgical treatment of elevated sagittal vertical axis. *J Neurosurg Spine.* 2014;21(2):160–170. Doi: 10.3171/2014.3.SPINE13580.

Сведения об авторах

Давид Вячеславович Бирагов – врач-нейрохирург Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена (Санкт-Петербург, Россия);

Дмитрий Александрович Гуляев – доктор медицинских наук, доцент, руководитель лаборатории интегративных нейрохирургических технологий Национального

медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия);

Денис Сергеевич Годанюк – врач-нейрохирург Отделения нейрохирургии № 5 Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия).

Information about the authors

David V. Biragov – Neurosurgeon, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden (St. Petersburg, Russia);

Dmitry A. Gulyaev – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head at the Laboratory of Integrative Neurosurgical

Technologies, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia);

Denis S. Godanyuk – Neurosurgeon at the Department of Neurosurgery No. 5, V. A. Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 06.05.2024

Accepted 06.05.2024