



# САГИТТАЛЬНЫЙ БАЛАНС ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У ВЗРОСЛЫХ: НЕСИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Р.С. Чернышев, В.Б. Лебедев, Б.Р. Кинзягулов, А.А. Зуев

Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Представлен несистематизированный обзор 44 публикаций, посвященных сагиттальному балансу шейного отдела позвоночника, отобранных за последние 10 лет. На текущий момент, несмотря на обилие параметров, которые предлагаются для оценки сагиттального баланса, консенсус относительно обязательности применения тех или иных критериев не достигнут. Дискуссионными остаются как сами границы нормы, так и степень клинического влияния даже наиболее устоявшихся показателей на функциональное состояние пациента. Разнятся данные о влиянии на сагиттальный баланс шейного отдела позвоночника различных хирургических вмешательств на одном и более уровнях, в связи с чем не существует консенсуса о необходимости и способах коррекции тех или иных изменений параметров сагиттального профиля шеи. В ходе анализа литературы выделены параметры баланса шейного отдела, которые считаются основными: шейный лордоз (CL), сагиттальная вертикальная ось (cSVA), угол T1 slope (T1S), разность T1S-CL, спинокраниальный угол (SCA). Определены ориентировочные диапазоны для большинства из них: T1S — 18,5–40°, cSVA — менее 40 мм, SCA — более 88,6°, T1S-CL — менее  $25^\circ \pm 5^\circ$ . Влияние операций, например ACDF и ламинопластики, на сагиттальный баланс шеи противоречиво: часть авторов указывают на их значимое изменение как при передней декомпрессии, так и при ламинопластике, а другие, напротив, указывают на отсутствие значимых изменений.

**Ключевые слова:** сагиттальный баланс; шейный отдел позвоночника; хирургия позвоночника; ACDF; ламинопластика.

Для цитирования: Чернышев Р.С., Лебедев В.Б., Кинзягулов Б.Р., Зуев А.А. Сагиттальный баланс шейного отдела позвоночника у взрослых: несистематизированный обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2026. Т. 23, № 1. С. 92–97. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.1.92-97>

## SAGITTAL BALANCE OF THE CERVICAL SPINE IN ADULTS: A NON-SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

R.S. Chernyshyov, V.B. Lebedev, B.R. Kinzyagulov, A.A. Zuev

National Medical and Surgical Center n.a. N.I. Pirogov, Moscow, Russia

The article presents a non-systematic review of 44 publications on sagittal balance of the cervical spine selected over the past 10 years. Currently, despite the abundance of parameters proposed for assessing the sagittal balance, no consensus has yet been reached regarding the mandatory use of specific criteria. Debates persist regarding both the boundaries of “normality” and the degree of clinical impact of even the most established parameters on a patient’s functional status. Data on the influence of various single- or multi-level surgical interventions on the cervical sagittal balance are inconsistent. Consequently, there is no consensus on the need and methods of correcting specific alterations in cervical sagittal profile parameters. As a result of the literature analysis, the following parameters of the cervical spine balance were identified, which are considered the main ones: cervical lordosis (CL), sagittal vertical axis (cSVA), T1 slope angle (T1S), the T1S-CL difference, and spinocranial angle (SCA). Reference ranges were defined for most of them: T1S — 18.5–40°, cSVA — less than 40 mm, SCA — greater than 88.6°, and T1S-CL — less than  $25^\circ \pm 5^\circ$ . The impact of surgeries such as ACDF and laminoplasty on sagittal cervical balance is controversial: some authors report significant changes in parameters following both anterior decompression and laminoplasty, while others, on the contrary, indicate the absence of significant alterations.

**Key Words:** sagittal balance; cervical spine; spine surgery; ACDF; laminoplasty.

Please cite this paper as: Chernyshyov RS, Lebedev VB, Kinzyagulov BR, Zuev AA. Sagittal balance of the cervical spine in adults: a non-systematic literature review. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2026;23(1):92–97. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.1.92-97>

Последние два десятилетия ознаменованы существенным углублением медицинских знаний в области сагиттального баланса позвоночника. Описанные Le Huec et al. [1] и Roussouly et al. [2] параметры сагиттального профиля получили всемирное признание и стали незаменимы в хирургии позвоночника, в особенности его поясничного отдела.

Первые работы по сагиттальному балансу шейного отдела позвоночника появились в 2010-х гг. и были посвящены изменениям его сагиттального профиля после хирургического лечения. Основным предметом интереса в этот период стали изменения шейного баланса у пациентов с миелопатией после ламинопластики [3, 4].

На текущий момент предложен значительный перечень параметров сагиттального профиля шейного отдела позвоночника, однако не выработано четкого консенсуса относительно того, какие именно параметры нужно оценивать в предоперационном периоде у пациентов с теми или иными патологическими изменениями [5].

В связи с этим существует большой объем разрозненных данных о влиянии каждого параметра на клиническую картину и функциональный статус пациентов с различными заболеваниями шейного отдела позвоночника [5–13]. Кроме того, отсутствует единый взгляд на изменение сагиттального профиля после того или иного вида хирургического лечения [14–21]. Это объясняет отсутствие четкого суждения о необходимости коррекции тех или иных изменений параметров баланса шеи. И даже при наличии такой необходимости не выработано соответствующих алгоритмов хирургической коррекции изменений шейного профиля при его различных проявлениях.

Цель исследования – выделение наиболее актуальных и противоречивых разделов по теме сагиттального баланса шейного отдела позвоночника, обобщение и анализ имеющихся подходов и оценок каждого из выделенных разделов.

## Материал и методы

Поиск литературы проводили в четырех электронных базах данных: PubMed, Cochrane Library, Google Scholar и eLibrary по следующим ключевым терминам: «сагиттальный баланс шейного отдела позвоночника», «параметры сагиттального профиля шеи», «дегенеративно-дистрофические заболевания шейного отдела позвоночника» на русском языке, «sagittal balance of the cervical spine», «parameters of the sagittal profile of the neck», «degenerative and dystrophic diseases of the cervical spine» – на английском языке. Установленный уровень доказательности источников – не менее 3 по шкале оценки уровней достоверности доказательств. В статьях выделены наиболее актуальные и противоречивые разделы, касающиеся сагиттального баланса шейного профиля: актуальные параметры, клиническое значение параметров, ауторегуляция сагиттального баланса шеи и его связь с другими отделами, влияние на сагиттальный профиль шеи различных хирургических вмешательств.

Включены статьи, подробно затрагивающие один или более из вышеописанных разделов за последние 10 лет, за исключением тех, что необходимы для представления основополагающих терминов и базиса работы. Исключены публикации нехирургической направленности и дублирующие статьи.

## Результаты и их обсуждение

Для выполнения данного несистематического обзора отобрано 44 публикации. Из них 25 исследований выполнены не ранее последних 5 лет, еще 12 – не ранее последних 10 лет: PubMed – 36 публикаций, Google Scholar – 3 публикации, eLibrary – 5 публикаций. Из них 2 систематических обзора и метаанализа, 5 проспективных исследований, 24 ретроспективных когортных исследования, 11 литературных обзоров, две методических работы.

Проведенный анализ позволил выделить четыре основных группы исследований: 1) 23 публикации по изучению влияния различных видов хирургических вмешательств на сагиттальный профиль шейного отдела позвоночника; 2) 14 публикаций – по анализу параметров сагиттального баланса, их нормативных значений и корреляционных взаимосвязей с функциональными исходами лечения; 3) 4 публикации – по биомеханическим аспектам и компенсаторным механизмам шейного отдела позвоночника. Отдельную категорию из трех источников образовали справочные и исторические публикации. Следует подчеркнуть, что проблематика многих исследований носит смежный характер, затрагивая несколько из указанных направлений одновременно. В связи с этим окончательную категоризацию проводили на основании доминирующей тематической направленности каждой работы.

*Влияние параметров сагиттального баланса на клинические проявления различных заболеваний шейного отдела позвоночника*

Несмотря на то что лордоз считается наиболее естественной формой профиля шейного отдела, существует множество работ, указываю-

щих, что значительное количество людей в бессимптомной популяции имеют сагиттальный профиль, отличный от лордотического. Так, Kim et al. [22] сообщили о 26,3 % случаев кифоза шейного отдела в группе бессимптомных обследуемых. Khalil et al. [23] – о 32 % случаев шейного кифоза. Таким образом, невозможно рассматривать влияние параметра шейного лордоза (CL) в изоляции от других параметров сагиттального профиля.

Помимо CL, описанного Cobb et al. [24], также выделены следующие параметры: сагиттальная вертикальная ось (cSVA), измеряемая как расстояние между вертикальной отвесной линией, проведенной из середины тела C<sub>2</sub> позвонка, и задневерхним краем тела C<sub>7</sub> позвонка [25]; угол наклона Th<sub>1</sub> позвонка (T1 slope, T1S), измеряемый как угол между линией, проведенной по замыкательной пластинке Th<sub>1</sub> позвонка, и горизонтальной линией [26]; разность углов наклона Th<sub>1</sub> позвонка и шейного лордоза (T1S-CL) [27]; а также спинокраниальный угол (SCA), введенный уже упомянутыми Le Huec et al. [1].

В метаанализе 2021 г. [6] продемонстрировано значимое увеличение показателей угла T1S, cSVA и снижение SCA у пациентов с заболеваниями шейного отдела позвоночника по сравнению с контрольной группой [11]. Ряд авторов выявили положительную корреляцию между показателями cSVA и ранжированием пациентов по индексу шейной инвалидности (NDI) как в до-, так и в послеоперационном периодах. Наиболее выраженной данная корреляция становится при cSVA >40 мм [7–9]. Средним показателем для бессимптомной популяции является 18,7 ± 1,76 мм [6]. Б.Б. Дамдинов и соавт. [10] продемонстрировали тесную положительную корреляцию между cSVA и интенсивностью боли, измеренной по ВАШ. Также сообщается об обратной корреляции между значениями cSVA и глубиной функциональных нарушений, оцениваемых в пред- и послеоперационном периодах по модифицированной шкале Японской ортопедической

ассоциации (m)OA) в исследованиях с участием пациентов с шейной миелопатией [28, 29].

Что касается параметра T1S, то выявлено, что средним показателем для бессимптомной популяции является  $24,5^\circ \pm 0,98^\circ$  [6], а у пациентов с низким T1S, в особенности  $<18,5^\circ$ , повышен риск дегенеративных изменений шейного отдела [11, 12]. Однако, согласно другим авторам [5, 13], высокие значения T1S также коррелировали с худшими послеоперационными показателями, наибольшая выраженность данной корреляции наступала при значении T1S  $>40^\circ$ .

Iyer et al. [8] исследовали влияние параметра T1S-CL на клинические данные пациентов до операции. Наравне с показателем cSVA была выявлена обратная корреляция между T1S-CL и предоперационными значениями NDI пациента. Другие авторы, проанализировав связь между T1S-CL и функциональными исходами у пациентов, перенесших многоуровневую фиксацию шейных позвонков, обнаружили положительную корреляцию T1S-CL и послеоперационных показателей по NDI [9]. Условно нормальным значением T1S-CL можно считать показатель меньше  $20-30^\circ$ . Однако авторы указывают на необходимость дальнейших уточнений на основании более крупных выборок пациентов [8, 9]. Средним показателем значения T1S-CL в бессимптомной популяции является  $16^\circ \pm 3^\circ$  [6].

В исследованиях, посвященных изучению параметра SCA, средними значениями для бессимптомной популяции указываются  $83^\circ \pm 9^\circ$  [5]. В другом исследовании предполагается, что SCA =  $88,6^\circ$  может считаться точкой отсечения, при значении ниже которой выявлена связь с худшими NDI на дооперационном этапе, но с хорошей динамикой по данной шкале в дальнейшем [30].

Таким образом, до настоящего времени остается актуальным вопрос о влиянии параметров сагиттального профиля на клинические показатели пациента. Большинство исследователей сошлись во мнении, что с благо-

приятным клиническим и функциональным статусом ассоциированы значения T1S в границах  $18,5-40^\circ$ , cSVA – менее 40 мм, SCA – более  $88,6^\circ$ , T1S-CL – менее  $20-30^\circ$ .

#### *Механизмы ауторегуляции сагиттального баланса шейного отдела*

В последние годы стало появляться все больше данных о возможностях компенсации как внутри, так и вне шейного отдела позвоночника. Показано, что кифоз одного или нескольких шейных сегментов может быть компенсирован соседними верхними или нижними сегментами, а лордотические изменения профиля в отделе C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub> могут быть компенсированы гиперкифотическими изменениями C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub> и наоборот [31, 32].

При рассмотрении взаимовлияния соседних отделов позвоночника на сагиттальный баланс выявлено, что в результате кифотических изменений грудного отдела происходит увеличение CL, которое, наряду с изменениями в тазу, является основным физиологическим инструментом организма к сохранению конуса экономии глобального баланса [33]. Эти данные подтверждают Smith et al. [34], которые выявили, что операции, направленные на коррекцию кифотического дисбаланса в грудно-поясничном отделе позвоночника, приводят к спонтанной коррекции шейного гиперлордоза.

Важно отметить обнаруженное в ряде работ контринтуитивное отсутствие прямой корреляции между поясничным лордозом (LL) и CL. LL оказывает лишь опосредованное влияние на профиль шейного отдела, обладая прямой корреляцией с грудным кифозом (ТК), который, в свою очередь, через параметр T1S непосредственно влияет на величину CL [35, 36]. Эти данные также подтверждаются А.В. Крутько и соавт. [37], указывающими на отсутствие корреляции параметров сагиттального баланса шейного отдела и тазовых параметров.

Увеличение значений CL ведет к двум последствиям: снижению площади межпозвонковых отверстий с увеличением риска компрессии их

содержимого и увеличению нагрузки на группу мышц-сгибателей шеи. Данные симптомы компенсируются наклоном головы пациента вперед, что за счет увеличения cSVA приводит к расширению межпозвонковых отверстий с последующим снижением нагрузки на мышцы-разгибатели шеи [38, 39].

Другие авторы предложили параметры, объясняющие компенсаторные механизмы шейного отдела подобно тому, как это происходит в поясничном. Выражается это формулой: T1A = наклон шеи (NT) + T1S. Предложенную формулу можно коротко описать следующим образом: увеличение грудного или шейного кифоза приводит к компенсаторному увеличению T1S и, как следствие, увеличению CL, необходимых для поддержания значений параметра NT около  $44^\circ$ . Данное значение позволяет обеспечить минимальную энергозатратность горизонтального взора и максимальную функциональную адаптацию [40].

Таким образом, механизмы компенсации изменений сагиттального баланса представлены как на внутри-, так и на межотделовом уровнях. Кифотические изменения грудного отдела ведут к увеличению CL. В свою очередь, гиперлордотические изменения в C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub>, которые увеличивают нагрузку на мышцы шеи и повышают риск компрессии содержимого межпозвонковых отверстий, могут компенсироваться как гиперкифотическими изменениями в C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub>, так и вынужденными изменениями позы головы и шеи подобно тому, как это происходит в сагиттальной балансировке поясничного отдела позвоночника.

#### *Влияние хирургического лечения на сагиттальный баланс шейного отдела позвоночника*

Одним из значимых является вопрос о том, в какой степени выполнение хирургических операций на данном отделе влияет на параметры сагиттального профиля.

Согласно ряду исследований, выполнение передней шейной дискэктомии с фиксацией (ACDF) значительно увеличивает значения субаксиального лордоза

$C_2$ – $C_7$ , T1S и снижает показатели cSVA. Описанный авторами этих работ эффект воздействия на параметры увеличивается пропорционально количеству сегментов, на которых выполняется вмешательство. Такой эффект кажется закономерным ввиду восстановления высоты диска в его передней части за счет межтелового имплантата и его клиновидной формы [14–17].

Однако существуют и противоречащие им данные других авторов, исследовавших влияние двухуровневой ACDF на профиль шеи и показавших, что ни T1S, ни cSVA в послеоперационном периоде не претерпели статистически значимых изменений. Происходило лишь значимое изолированное увеличение лордоза  $C_2$ – $C_7$  [18]. Еще в одной работе, также посвященной ACDF на двух уровнях и ее влиянию на сагиттальный баланс шеи, достоверных изменений ни по одному из перечисленных параметров выявлено не было [19].

Таким образом, в современной литературе предоставлены противоречивые данные о влиянии ACDF на шейный сагиттальный профиль. Стоит отметить, что ситуация усугубляется тем, что зачастую работы о влиянии ACDF на параметры баланса сконцентрированы отдельно на одно-, двух- или трехуровневой операции и редко представляются совместно в одном исследовании, что затрудняет однозначное заключение о влиянии ACDF на баланс в целом. К слову, в немногочисленных работах, посвященных артропластике межпозвонковых дисков в шейном отделе, представлены схожие результаты [41, 42].

Подобно вышеописанному, в исследованиях, посвященных влиянию ламинопластики на сагиттальный профиль шейного отдела позвоночника, также обнаруживаются противоречия. В ряде работ результаты радиографических измерений в послеоперационном периоде указывают на значимую кифотизацию, то есть снижение показателей субаксиального лордоза  $C_2$ – $C_7$ , увеличение размера cSVA.

T1S изменений не претерпевал [43]. Отмечено, что после ламинопластики в группе пациентов с высоким предоперационным T1S угол  $C_2$ – $C_7$  снижался более значительно, чем в группе с низким T1S. Авторы выдвигают гипотезу о том, что пациенты с высоким T1S могут иметь большую тенденцию к кифотическим изменениям сагиттального профиля шейного отдела позвоночника вследствие выполнения ламинопластики. Была предложена граница значения  $C_2$ – $C_7$  лордоза в  $9,3^\circ$  как фактор риска развития послеоперационного кифоза. Согласно этим данным, после ламинопластики частота возникновения послеоперационного кифоза в группе с углом  $C_2$ – $C_7$   $\leq 9,3^\circ$  была достоверно выше на 16,1 %, чем в контрольной группе [20, 40, 44]. В работе, посвященной применению ламинопластики у больных с миелопатией на шейном уровне, М.Д. Древал и А.О. Гуца [44] объясняют такие изменения повреждением в ходе операции задней части костно-связочного комплекса шейного отдела позвоночника, воспринимающего большую часть осевой нагрузки на этом уровне.

В противовес приведенным данным в другой работе с сопоставимой выборкой пациентов, прошедших процедуру ламинопластики, сообщалось об отсутствии значимого изменения показателей как шейного лордоза, так и cSVA, T1S после ламинопластики [21]. Однозначного ответа на вопрос о том, от чего зависит наличие или отсутствие изменений баланса шеи после ламинопластики, нет, предположительно, это может быть связано с различием в технике проведения операции, экономном или избыточном иссечении связочного аппарата при обнажении костных структур шейного отдела.

Таким образом, как и в случае с прошлым хирургическим методом, имеющиеся данные о влиянии ламинопластики на баланс шеи не дают однозначного ответа об изменении

или, напротив, сохранении параметров в послеоперационном периоде.

## Заключение

На текущий момент наиболее распространенными и применяемыми параметрами являются CL, cSVA, T1S, разность углов T1S и CL, SCA. В ходе анализа литературы подтверждено, что они оказывают существенное влияние на клинические проявления и функциональные исходы у пациентов.

Установлены ориентировочные диапазоны параметров, ассоциированных с благоприятным прогнозом: T1S в границах  $18,5$ – $40^\circ$ , cSVA –  $<40$  мм, SCA –  $>88,6^\circ$ , T1S-CL –  $<25^\circ \pm 5^\circ$ . Средними значениями в здоровой популяции являются для T1S –  $24,5^\circ \pm 0,98^\circ$ , для cSVA –  $18,7 \pm 1,76$  мм, для SCA –  $83^\circ \pm 9^\circ$ , для T1S-CL –  $16^\circ \pm 3^\circ$ . Однако не существует идеального профиля, а его оценка должна учитывать клиническую картину пациента, включая широкую вариабельность в бессимптомной популяции.

Данные о влиянии ACDF на сагиттальный баланс противоречивы. Часть исследований демонстрирует статистически значимое увеличение лордоза  $C_2$ – $C_7$  и улучшение параметров cSVA после передней шейной дискэктомии с фиксацией, причем эффект усиливается пропорционально количеству оперированных сегментов. Однако другие работы не подтверждают этих изменений, отмечая лишь изолированное увеличение лордоза либо полное отсутствие динамики ключевых параметров.

Результаты ламинопластики в контексте сагиттального баланса также остаются дискуссионными: с одной стороны, у части пациентов отмечено послеоперационное ухудшение в виде кифозирования с увеличением cSVA, особенно при исходном значении лордоза  $C_2$ – $C_7$   $\leq 9,3^\circ$ , с другой стороны – исследования не выявляют значимых изменений сагиттальных параметров после аналогичных вмешательств.

## Литература/References

1. **Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A.** Sagittal balance of the spine. *Eur Spine J.* 2019;28:1889–1905. DOI: 10.1007/s00586-019-06083-1
2. **Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J.** Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:346–53. DOI: 10.1097/01.brs.0000152379.54463.65
3. **Uchida K, Nakajima H, Sato R, Yayama T, Mwaka ES, Kobayashi S, Baba H.** Cervical spondylotic myelopathy associated with kyphosis or sagittal sigmoid alignment: outcome after anterior or posterior decompression: clinical article. *J Neurosurg Spine.* 2009;11:521–528. DOI: 10.3171/2009.2.SPINE08385
4. **Kim SW, Shin JH, Arbatin JJ, Park MS, Chung YK, McAfee PC.** Effects of a cervical disc prosthesis on maintaining sagittal alignment of the functional spinal unit and overall sagittal balance of cervical spine. *Eur Spine J.* 2008;17:20–29. DOI: 10.1007/s00586-007-0459-y
5. **Ling FP, Chevillotte T, Leglise A, Thompson W, Bouthors C, Le Huec JC.** Which parameters are relevant in sagittal balance analysis of the cervical spine? A literature review. *Eur Spine J.* 2018;27(Suppl 1):8–15. DOI: 10.1007/s00586-018-5462-y
6. **Azimi P, Yazdani T, Benzel EC, Hai Y, Montazeri A.** Sagittal balance of the cervical spine: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2021;30:1411–1439. DOI: 10.1007/s00586-021-06825-0
7. **Bebenek A, Dominiak M, Godlewski B.** Cervical sagittal balance: impact on clinical outcomes and subsidence in anterior cervical discectomy and fusion. *Biomedicines.* 2023;11:3310. DOI: 10.3390/biomedicines11123310
8. **Iyer S, Nemani VM, Nguyen J, Elysee J, Burapachaisri A, Ames CP, Kim HJ.** Impact of cervical sagittal alignment parameters on neck disability. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41:371–377. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001221
9. **Lee JK, Hyun SJ, Kim KJ.** Optimizing surgical strategy for cervical spinal deformity: global alignment and surgical targets. *Neurospine.* 2023;20:1246–1255. DOI: 10.14245/ns.2346744.372
10. **Дамдинов Б.Б., Сороковиков В.А., Ларионов С.Н., Кошкарева З.В., Склярченко О.В., Животенко А.П., Кириенко А.Н.** Особенности изменения сагиттального баланса шейного отдела позвоночника при шейно-плечевом синдроме. *Хирургия позвоночника.* 2019;16(2):42–48. [Damidinov BB, Sorokovikov VA, Lariонов SN, Koshkareva ZV, Sklyarenko OV, Zhivotenko AP, Kiriienko AN. 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]. DOI: 10.14531/ss2019.2.42–48 EDN: BWYTYM
11. **Lee SH, Hyun SJ, Jain A.** Cervical sagittal alignment: literature review and future directions. *Neurospine.* 2020;17:478–496. DOI: 10.14245/ns.2040392.196
12. **Sun J, Zhao HW, Wang JJ, Xun L, Fu NX, Huang H.** Diagnostic value of T1 slope in degenerative cervical spondylotic myelopathy. *Med Sci Monit.* 2018;24:791–796. DOI: 10.12659/msm.906417
13. **Ye IB, Tang R, Cheung ZB, White SJW, Cho SK.** Can C7 slope be used as a substitute for T1 slope? A radiographic analysis. *Global Spine J.* 2020;10:148–152. DOI: 10.1177/2192568219846909
14. **Anakwenze OA, Auerbach JD, Milby AH, Lonner BS, Balderston RA.** Sagittal cervical alignment after cervical disc arthroplasty and anterior cervical discectomy and fusion: results of a prospective, randomized, controlled trial. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34:2001–2007. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181b03fe6
15. **Podlewski S, Gołębiewska N, Radek M.** Evaluation of changes in cervical sagittal balance and clinical parameters in patients undergoing two-level anterior cervical discectomy and fusion. *Adv Clin Exp Med.* 2021;30:1007–1012. DOI: 10.17219/acem/137849
16. **Al-Adli NN, Tummala S, Oh MC.** Early radiographic outcomes after anterior cervical discectomy and fusion with anatomic versus lordotic cages. *N Am Spine Soc J.* 2023;17:100292. DOI: 10.1016/j.xnsj.2023.100292
17. **Елисеев А.С., Боков А.Е., Млявых С.Г.** Параметры сагиттального баланса после передней шейной дискэтомии со спондилезом и артропластики эндопротезом «Эндокarbon»: результаты рандомизированного исследования. *Современные технологии в медицине.* 2022;14(4):50–59. [Eliseev AS, Bokov AE, Mlyavykh SG. Sagittal balance parameters after anterior cervical discectomy with spondylolysis and arthroplasty using Endocarbon endoprosthesis: results of randomized study. *Modern Technologies in Medicine.* 2022;14(4):50–57]. DOI: 10.17691/stm2022.14.4.06 EDN: JJGZNY
18. **Zhou P, Zong L, Wu Q, Ye Y, Zhang Z, Yang H, Zhang C, Wang S.** Analysis of cervical sagittal balance in treating cervical spondylotic myelopathy: 1-level anterior cervical corpectomy and fusion versus 2-level anterior cervical discectomy and fusion. *Med Sci Monit.* 2020;26:e923748. DOI: 10.12659/MSM.923748
19. **Qiu Y, Xie Y, Chen Y, Ye J, Wang F, Zeng J, Chen C.** Adjacent two-level anterior cervical discectomy and fusion versus one-level corpectomy and fusion in cervical spondylotic myelopathy: Analysis of perioperative parameters and sagittal balance. *Clin Neurol Neurosurg.* 2020;194:105919. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.105919
20. **Pan Y, Ma X, Feng H, Chen C, Qin Z, Huang Y.** Effect of posterior cervical expansive open-door laminoplasty on cervical sagittal balance. *Eur Spine J.* 2020;29:2831–2837. DOI: 10.1007/s00586-020-06563-9
21. **Bao X, Ren K, Guo W, Zhang X, Dong X, Yan K, Qiao H, Zhao H, Liao B.** Comparison of anterior surgery versus posterior surgery for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: a meta-analysis. *Clin Spine Surg.* 2025;38:333–344. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001778
22. **Kim SW, Kim TH, Bok DH, Jang C, Yang MH, Lee S, Yoo JH, Kwak YH, Oh JK.** Analysis of cervical spine alignment in currently asymptomatic individuals: prevalence of kyphotic posture and its relationship with other spinopelvic parameters. *Spine J.* 2018;18:797–810. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.09.008
23. **Khalil N, Bizdikian AJ, Bakouny Z, Salameh M, Bou Zeid N, Yared F, Otayek J, Kharrat K, Kreichati G, Ghanem I, Lafage R, Lafage V, Obeid I, Assi A.** Cervical and postural strategies for maintaining horizontal gaze in asymptomatic adults. *Eur Spine J.* 2018;27:2700–2709. DOI: 10.1007/s00586-018-5753-3
24. **Cobb JR.** Outline for the study of scoliosis. *American Academy of Orthopaedic Surgeons Instr Course Lect.* 1948;5:261–275.
25. **Teo AQA, Thomas AC, Hey HWD.** Sagittal alignment of the cervical spine: do we know enough for successful surgery? *J Spine Surg.* 2020;6:124–135. DOI: 10.21037/jss.2019.11.18
26. **Knott PT, Mardjetko SM, Techy F.** The use of the T1 sagittal angle in predicting overall sagittal balance of the spine. *Spine J.* 2010;10:994–998. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.08.031
27. **Ames CP, Smith JS, Eastlack R, Blaskiewicz DJ, Shaffrey CI, Schwab F, Bess S, Kim HJ, Mundis GM Jr, Klineberg E, Gupta M, O’brien M, Hostin R, Scheer JK, Protosaltis TS, Fu KM, Hart R, Albert TJ, Riew KD, Fehlings MG, Deviren V, Lafage V; International Spine Study Group.** Reliability assessment of a novel cervical spine deformity classification system. *J Neurosurg Spine.* 2015;23:673–683. DOI: 10.3171/2014.12.SPINE14780
28. **Acharya S, Khanna V, Kalra KL, Chahal RS.** Influence of preoperative sagittal alignment on functional recovery in operated cases of cervical spondylotic myelopathy. *Asian J Neurosurg.* 2023;18:293–300. DOI: 10.1055/s-0043-1768597

29. **Baucher G, Taskovic J, Troude L, Molliqaj G, Nouri A, Tessitore E.** Risk factors for the development of degenerative cervical myelopathy: a review of the literature. *Neurosurg Rev.* 2022;45:1675–1689. DOI: 10.1007/s10143-021-01698-9
30. **Wang Z, Wang ZW, Fan XW, Gao XD, Ding WY, Yang DL.** Assessment of spino cranial angle of cervical spine sagittal balance system after multi-level anterior cervical discectomy and fusion. *J Orthop Surg Res.* 2021;16:194. DOI: 10.1186/s13018-021-02353-1
31. **Wang WX, Zhao YB, Lu XD, Zhao XF, Jin YZ, Chen XW, Fan YX, Wang XN, Zhou RT, Zhao B.** Influence of extending expansive open-door laminoplasty to C1 and C2 on cervical sagittal parameters. *BMC Musculoskel. Disord.* 2020;21:75. DOI: 10.1186/s12891-020-3083-1
32. **Lee JK, Hyun SJ, Yang SH, Kim KJ.** Reciprocal changes following cervical realignment surgery. *Neurospine.* 2022;19:853–861. DOI: 10.14245/ns.2249938.469
33. **Бурцев А.В., Рябых С.О., Котельников А.О., Губин А.В.** Клинические аспекты сагиттального баланса у взрослых. *Гений ортопедии.* 2017;23(2):228–235. [Burtsev AV, Ryabikh SO, Kotelnikov AO, Gubin AV. Clinical issues of the sagittal balance in adults. *Orthopaedic Genius.* 2017;23(2):228–235]. DOI: 10.18019/1028-4427-2017-23-2-228-235 EDN: YUDVZB
34. **Smith J, Lafage V, Klineberg E, Shaffrey C, Schwab F, Mundis G, Hart R, Bess R, Hostin S, Burton R, Gupta D, Deviren M, Ames V.** Correction of sagittal malalignment with pedicle subtraction osteotomy results in reciprocal improvement of cervical lordosis. *Spine J.* 2011;11:S106–S107. DOI: 10.1016/j.spinee.2011.08.265
35. **Lee SH, Son ES, Seo EM, Suk KS, Kim KT.** Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults: correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment. *Spine J.* 2015;15:705–12. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.06.059
36. **Jackson-Fowl B, Hockley A, Naessig S, Ahmad W, Pierce K, Smith JS, Ames C, Shaffrey C, Bennett-Caso C, Williamson TK, McFarland K, Passias PG.** Adult cervical spine deformity: a state-of-the-art review. *Spine Deform.* 2024;12:3–23. DOI: 10.1007/s43390-023-00735-5
37. **Крутько А.В., Рерих В.В., Прохоренко В.М., Леонова О.Н.** Нарушение сагиттального баланса при заболеваниях и повреждениях позвоночника. Новосибирск, 2020. [Krutko AV, Rerikh VV, Prokhorenko VM, Leonova ON. *Violation of Sagittal Balance in Diseases and Injuries of the Spine.* Novosibirsk, 2020]. EDN: DXCFPO
38. **Patwardhan AG, Khayatzadeh S, Havey RM, Voronov LI, Smith ZA, Kalmanson O, Ghanayem AJ, Sears W.** Cervical sagittal balance: a biomechanical perspective can help clinical practice. *Eur Spine J.* 2018;27(Suppl 1):25–38. DOI: 10.1007/s00586-017-5367-1
39. **Patel PD, Arutyunyan G, Plusch K, Vaccaro A Jr, Vaccaro AR.** A review of cervical spine alignment in the normal and degenerative spine. *J Spine Surg.* 2020;6:106–123. DOI: 10.21037/jss.2020.01.10
40. **Lee SH, Son DW, Shin JJ, Ha Y, Song GS, Lee JS, Lee SW.** Preoperative radiological parameters to predict clinical and radiological outcomes after laminoplasty. *J Korean Neurosurg Soc.* 2021;64:677–692. DOI: 10.3340/jkns.2020.0294
41. **Pouleau HB, De Witte O, Dhaene B, Joda tis A.** Restore cervical sagittal alignment by cervical disc arthroplasty and systematic total bilateral uncuscectomy in severe spondylosis: A prospective study. *Brain Spine.* 2023;3:101765. DOI: 10.1016/j.bas.2023.101765
42. **Reinas R, Kitumba D, Pereira L, Baptista AM, Alves L.** Multilevel cervical arthroplasty-clinical and radiological outcomes – clinical and radiological outcomes. *J Spine Surg.* 2020;6:233–242. DOI: 10.21037/jss.2020.01.09
43. **Yang Y, Qu R, Liu Z, Chen Z, Wu Y, Chu H, Liu Z, Liu X, Jiang L.** Predicting post-laminoplasty kyphosis in cervical spondylotic myelopathy patients without preoperative kyphosis: a retrospective study. *BMC Musculoskel Disord.* 2023;24:526. DOI: 10.1186/s12891-023-06650-0
44. **Древал М.Д., Гуща А.О.** Хирургическое лечение шейной спондилогенной миелопатии методом ламинопластики: обзор литературы. *Хирургия позвоночника.* 2015;12(2):44–50. [Dreval MD, Gushcha AO. Laminoplasty in surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy: literature review. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2015;12(2):44–50]. DOI: 10.14531/ss2015.2.44-50 EDN: UAHIV

Статья поступила в редакцию 03.06.2025

Рецензирование пройдено 22.01.2026

Подписано в печать 29.01.2026

Received 03.06.2025

Review completed 22.01.2026

Passed for printing 29.01.2026

## Дополнительная информация

**Вклад авторов.** P.C. Чернышев – написание текста, обязанности контактного автора; В.Б. Лебедев – редактирование статьи, научное консультирование; Б.Р. Кинязгулов – редактирование статьи, научное консультирование; А.А. Зуев – редактирование статьи, научное консультирование. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

**Источники финансирования.** Отсутствуют.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Информация об авторах

✉ Роман Сергеевич Чернышев, Россия, 105203, Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70; eLibrary SPIN: 8931-5505; ORCID: 0000-0003-2414-2807; r.chernyshyov@gmail.com

Валерий Борисович Лебедев, канд. мед. наук; ORCID: 0000-0002-3372-2670; horizon\_vbl@mail.ru

Булат Рустемович Кинязгулов, канд. мед. наук; eLibrary SPIN: 7417-1847; ORCID: 0000-0001-8736-2335; bkinzyagulov@yandex.ru

Андрей Александрович Зуев, д-р мед. наук; eLibrary SPIN: 9377-4574; ORCID: 0000-0003-2974-1462; mosbrain@gmail.com

## Authors' Info

✉ Roman Sergeyevich Chernyshyov; 70 Nizhnaya pervomayskaya str., Moscow, 105203, Russia; eLibrary SPIN: 8931-5505; ORCID: 0000-0003-2414-2807; r.chernyshyov@gmail.com

Valeriy Borisovich Lebedev, MD, Cand. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0002-3372-2670; horizon\_vbl@mail.ru

Bulat Rustemovich Kinzyagulov, MD, Cand. Sci. (Medicine); eLibrary SPIN: 7417-1847; ORCID: 0000-0001-8736-2335; bkinzyagulov@yandex.ru

Andrey Alexandrovich Zuev, MD, Dr. Sci. (Medicine); eLibrary SPIN: 9377-4574; ORCID: 0000-0003-2974-1462; mosbrain@gmail.com