

# ПАРАМЕТРЫ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА ПОСЛЕ ПЕРЕДНЕЙ ШЕЙНОЙ ДИСКЭКТОМИИ СО СПОНДИЛОДЕЗОМ И АРТРОПЛАСТИКИ ЭНДОПРОТЕЗОМ «ЭНДОКАРБОН»: РЕЗУЛЬТАТЫ РАНДОМИЗИРОВАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

DOI: 10.17691/stm2022.14.4.06  
УДК 616.711.1–089.881–77:001.891  
Поступила 5.04.2022 г.



**А.С. Елисеев**, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М.В. Колокольцева;  
**А.Е. Боков**, к.м.н., зав. кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М.В. Колокольцева;  
зав. отделением онкологии и нейрохирургии Института травматологии и ортопедии;  
**С.Г. Млявых**, д.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М.В. Колокольцева

Приволжский исследовательский медицинский университет, пл. Минина и Пожарского, 10/1,  
Н. Новгород, 603005

**Цель исследования** — изучить влияние подвижности шейных сегментов на параметры сагиттального баланса позвоночника после шейной тотальной дискэктомии и артропластики (CTDA) и передней шейной дискэктомии и спондилодеза (ACDF) с использованием первого отечественного эндопротеза межпозвоночного диска.

**Материалы и методы.** В рандомизированное проспективное исследование включено 98 пациентов (48 — с CTDA, 50 — с ACDF). Используемые имплантаты: эндопротез межпозвоночного диска или кейдж для межтелового спондилодеза («Эндокарбон»; НПП «МедИнж», Россия).

Общую подвижность шейного отдела, а также амплитуду движений в целевых и смежных позвоночно-двигательных сегментах изучали по данным функциональной рентгенографии перед операцией, в раннем послеоперационном периоде (в течение 3 дней) и через 3, 6, 12 мес после вмешательства.

Значения шейного лордоза (CL, °), шейной вертикальной оси (cSVA, мм), наклон первого грудного позвонка (T1 slope, °) определяли с помощью рентгенографии позвоночника. Измерения выполняли в программе Surgimap V2.2 (Nemaris, США).

**Результаты.** При сравнении изменений общей подвижности шейного отдела в разные временные промежутки статистически значимые отличия были получены в группе ACDF ( $p=0,001$ ). При сравнении этого показателя между ACDF и CTDA статистически значимая разница была выявлена только на раннем послеоперационном этапе ( $p=0,004$ ).

В группе CTDA отмечено увеличение амплитуды движений оперированного сегмента ( $p=0,001$ ) и уменьшение амплитуды движений в каудальном сегменте ( $p=0,002$ ). В группе ACDF в оперированном сегменте движения отсутствовали ( $p=0,001$ ), наблюдалось увеличение амплитуды движений в смежных сегментах ( $p=0,001$ ). Статистически значимая разница между ACDF и CTDA была получена только в оперированных ( $p=0,001$ ) и каудальных сегментах ( $p\leq 0,002$ ).

Корреляционный анализ не показал наличия зависимостей между влиянием амплитуды движений и показателями регионарного и глобального баланса ( $p>0,5$ ).

Межгрупповое сравнение показателей шейного лордоза (CL) выявило статистически значимую разницу через 6 ( $p=0,001$ ) и 12 ( $p=0,001$ ) мес. При этом лучшие показатели получены в группе ACDF в сторону увеличения лордоза ( $p=0,001$ ). С помощью корреляционного анализа определена связь между шейным лордозом и артропластикой сегментов C5–C6, C6–C7 ( $p=0,003$ ;  $p=0,41$ ). Также установлена корреляционная связь между CL и ACDF ( $p=0,001$ ;  $p=0,72$ ).

Сравнение cSVA между группами не показало разницы на дооперационном этапе ( $p=0,215$ ), через 6 ( $p=0,20$ ) и 12 ( $p=0,425$ ) мес после операции. Показатели cSVA в обеих группах равнозначно были приближены к нормальным значениям.

Изменения T1 slope до и через 12 мес после операции были статистически значимы в группах ACDF ( $p=0,008$ ) и CTDA ( $p=0,001$ ). При сравнении значений T1 slope между ACDF и CTDA статистически значимая разница получена через 12 мес ( $p=0,003$ ). Показатели T1 slope были в равной мере приближены к нормальным значениям через 1 год после оперативного лечения.

**Заключение.** Установлено отсутствие влияния амплитуды сегментарных движений на изменение регионарного и глобального баланса шейного отдела позвоночника за период наблюдения 12 мес. Не подтверждено также влияние амплитуды движений на развитие синдрома смежного уровня — ни в одном из случаев синдром не был диагностирован.

Настоящее исследование показало эффективность артропластики с применением эндопротеза «Эндокарбон» в улучшении показателей cSVA и T1 slope, но не получено существенного улучшения показателя CL после лечения в сравнении с группой ACDF.

Для контактов: Елисеев Александр Сергеевич, e-mail: eliseev94@mail.ru

**Ключевые слова:** артропластика; передняя шейная дискэктомия; спондилодез; ACDF; CTDA; сагиттальный баланс; «Эндокарбон».

**Как цитировать:** Eliseev A.S., Bokov A.E., Mlyavykh S.G. Sagittal balance parameters after anterior cervical discectomy with spondylosis and arthroplasty using Endocarbon endoprosthesis: results of randomized study. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2022; 14(4): 50, <https://doi.org/10.17691/stm2022.14.4.06>

## English

## Sagittal Balance Parameters after Anterior Cervical Discectomy with Spondylosis and Arthroplasty Using Endocarbon Endoprosthesis: Results of Randomized Study

**A.S. Eliseev**, Assistant, Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery named after M.V. Kolokoltsev;  
**A.E. Bokov**, MD, PhD, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery named after M.V. Kolokoltsev; Head of the Department of Oncology and Neurosurgery, Traumatology and Orthopedics Institute;  
**S.G. Mlyavykh**, MD, DSc, Associate Professor, Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery named after M.V. Kolokoltsev

Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603005, Russia

**The aim of the study** was to examine the effect of cervical segment mobility on spinal sagittal balance parameters after cervical total disc arthroplasty (CTDA) and anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) using the first domestic intervertebral disc endoprosthesis.

**Materials and Methods.** The randomized prospective study included 98 patients (48 with CTDA, 50 with ACDF). Implants used: intervertebral disc endoprosthesis or intervertebral fusion cage (Endocarbon; NPP "MedInzh", Russia).

Total cervical mobility and range of motion in the target and adjacent vertebral motion segments were studied by functional radiography before surgery, at an early postoperative period (within 3 days), and 3, 6, and 12 months after the intervention.

Values of cervical lordosis (CL, °), cervical sagittal vertical alignment (cSVA, mm), and first thoracic vertebra slope (T1 slope, °) were determined by using spinal radiography. Surgimap V2.2 software (Nemaris, USA) was used for measurements.

**Results.** When comparing changes of overall cervical mobility at different time intervals, statistically significant differences were obtained in ACDF group ( $p=0.001$ ). When comparing this parameter between ACDF and CTDA, a statistically significant difference was found only at the early postoperative period ( $p=0.004$ ).

In CTDA group, the range of motion increased at the operated segment ( $p=0.001$ ) and decreased at the caudal segment ( $p=0.002$ ). In ACDF group, no motion was observed at the operated segment ( $p=0.001$ ) and the range of motion increased at adjacent segments ( $p=0.001$ ). A statistically significant difference between ACDF and CTDA was obtained only at the operated ( $p=0.001$ ) and caudal segments ( $p\leq 0.002$ ).

Correlation analysis showed no dependence between range of motion influence and regional/global balance values ( $p>0.5$ ).

The intergroup comparison of cervical lordosis (CL) values revealed a statistically significant difference after 6 ( $p=0.001$ ) and 12 ( $p=0.001$ ) months. The best results were obtained at ACDF group towards lordosis increase ( $p=0.001$ ). The relationship between cervical lordosis and arthroplasty of segments C5–C6, C6–C7 ( $p=0.003$ ;  $p=0.41$ ) was determined using correlation analysis. The correlation between CL and ACDF ( $p=0.001$ ;  $p=0.72$ ) was also established.

cSVA comparison between groups showed no difference at preoperative period ( $p=0.215$ ), 6 ( $p=0.20$ ) and 12 ( $p=0.425$ ) months after surgery. cSVAs at both groups were equally close to normal values.

T1 slope changes before and 12 months after surgery were statistically significant at ACDF ( $p=0.008$ ) and CTDA ( $p=0.001$ ) groups. T1 slope values comparison between ACDF and CTDA shows statistically significant difference after 12 months ( $p=0.003$ ). T1 slopes were equally close to normal values 1 year after surgical treatment.

**Conclusion.** Over a 12-month observation period, the segmental range of motion was found to have no effect on changes of regional and global balance of the cervical spine. No influence was confirmed of range of motion on adjacent level syndrome development — the syndrome was diagnosed in none of the cases.

This study demonstrated the effectiveness of arthroplasty using an Endocarbon endoprosthesis in improving cSVA and T1 slope values, but no significant improvement of CL values after treatment compared to ACDF group.

**Key words:** arthroplasty; anterior cervical discectomy; spondylosis; ACDF; CTDA; sagittal balance; Endocarbon.

### Введение

В настоящее время при хирургическом лечении дегенеративной патологии позвоночника большое внимание уделяется параметрам сагиттального про-

филя, так как доказано их влияние на восстановление жизнедеятельности и качество последующей жизни пациентов. Нарушение неврологических функций возникает в тот момент, когда значительно отклоняются от нормальных показателей некоторые параметры

позвоночника: шейный лордоз (CL, °), наклон первого грудного позвонка (T1 slope, °), шейная вертикальная сагиттальная ось (сSVA, мм) [1]. Уменьшение шейного лордоза коррелирует с выраженностью болевого синдрома в шее и считается одним из факторов, отягчающих течение шейной миелопатии [2–4]. В связи с этим важным нейроортопедическим компонентом хирургии дегенеративной патологии шейного отдела позвоночника является сохранение или восстановление его лордоза, а также сбалансированного положения головы и шеи по отношению к нижележащим отделам позвоночника и таза [5, 6].

Передняя шейная дискэктомия и спондилодез (ACDF) — наиболее распространенная операция при спондилогенной радикуло- и миелопатии. Доказано положительное влияние данной технологии на восстановление параметров сагиттального баланса. Альтернативная методика — шейная тотальная дискэктомия и артропластика (CTDA), которая обладает преимуществом перед ACDF по сохранению сегментарной подвижности. CTDA имеет ряд особенностей при установке из-за технической разнородности эндопротезов по способу имплантации и фиксации [2, 3]. Настоящее исследование направлено на оценку эффективности технологий ACDF и CTDA в восстановлении параметров сагиттального баланса шейного отдела позвоночника.

**Цель исследования** — изучить влияние подвижности шейных сегментов на параметры сагиттального баланса позвоночника после шейной тотальной дискэктомии и артропластики и передней шейной дискэктомии и спондилодеза с использованием первого отечественного эндопротеза межпозвонкового диска.

## Материалы и методы

В рандомизированное проспективное исследование включено 98 пациентов (48 — с CTDA, 50 — с ACDF) с симптомами шейной спондилогенной компрессионной миелопатии и/или радикулопатии. Способ оперативного лечения — ACDF или CTDA — для каждого пациента выбирали с помощью метода «закрытых конвертов». Используемые имплантаты: эндопротез межпозвонкового диска или кейдж для межтелового спондилодеза («Эндокарбон»; НПП «МедИнж», Россия) (рис. 1), которые соответствуют необходимым критери-

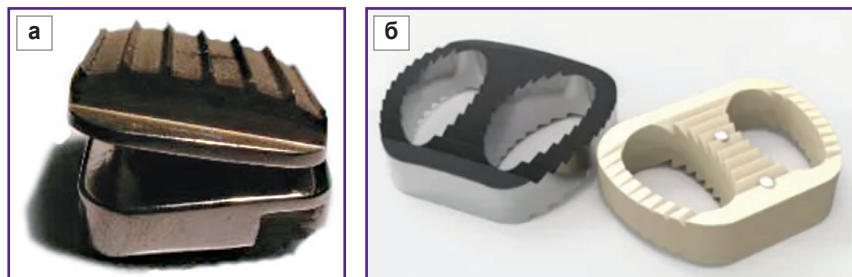


Рис. 1. Эндопротез межпозвонкового диска (а) и кейдж для межтелового спондилодеза (б) «Эндокарбон»

ям безопасности и эффективности. Хирургическая техника не отличалась от общепринятой.

Критерии включения: возраст от 18 до 80 лет; варианты кода диагноза патологии по МКБ-10: M42, M48, M50, M53, M54, M99; наличие клинического проявления шейной миелопатии и радикулопатии, а также неэффективность консервативного лечения на протяжении не менее 6 нед; КТ- и МРТ-признаки дегенеративно-дистрофических изменений одного или двух позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) шейного отдела позвоночника с формированием грыж межпозвонковых дисков и/или нестабильности и с центральным и/или ункофораминальным стенозом, сопровождающимся клиникой компрессии спинного мозга или его корешков и/или выраженным болевым синдромом на одном или двух ПДС; письменное информированное согласие на участие в исследовании после полного получения всей информации.

Критерии исключения: КТ- и/или МРТ-признаки дегенеративно-дистрофических изменений более двух ПДС шейного отдела позвоночника; ранее перенесенные оперативные вмешательства на шейном отделе позвоночника; перелом позвонков шейного отдела позвоночника в анамнезе; сопутствующие хронические инфекционные или опухолевые заболевания; беременность; выраженная гипертрофия фасеточных суставов со значительными субартикулярными костными эрозиями, сужение суставных щелей более 1,7 мм по данным КТ.

Степень дегенерации межпозвонкового диска Grade 5 по Pfirrmann не являлась критерием невключения.

Исследование одобрено Этическим комитетом Приволжского исследовательского медицинского университета и проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (2013).

Все оперативные вмешательства выполнены хирургами со стажем более 10 лет. Интраоперационный контроль позиции имплантатов осуществляли с помощью С-дуг Arcadis Varic (Siemens, Германия) или Vision FD Vario 3D (Ziehm Imaging, Германия).

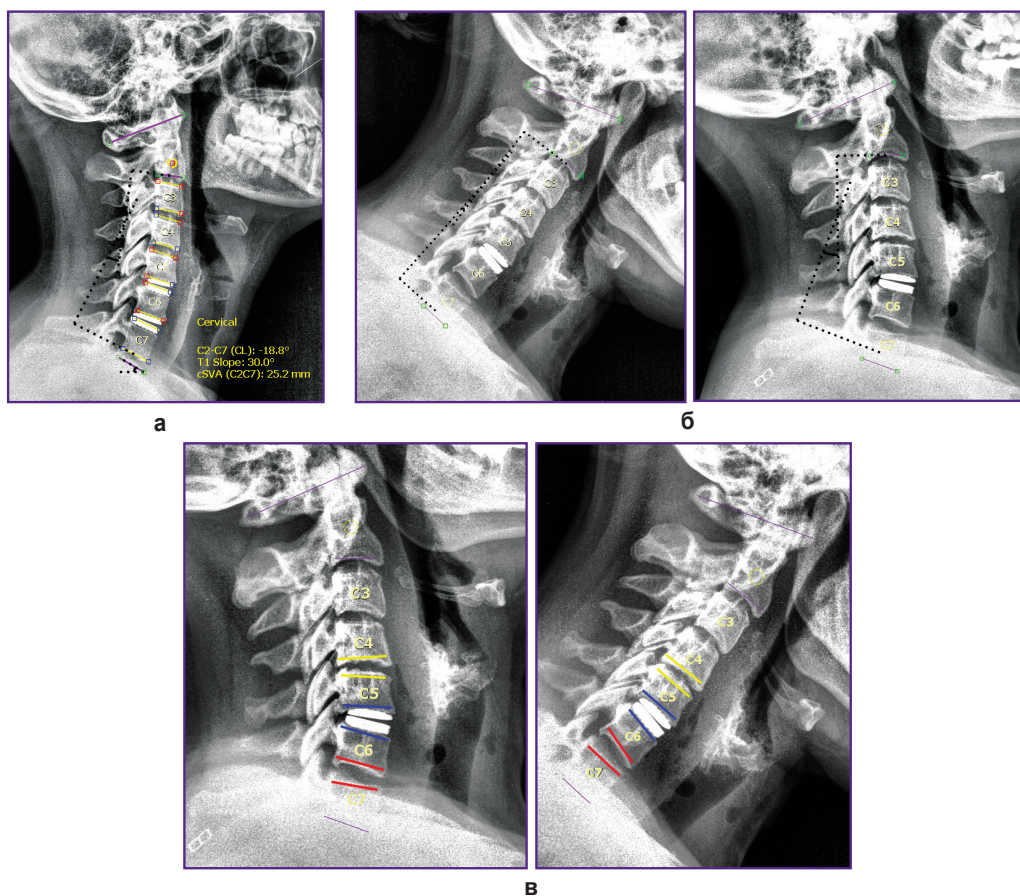
**Хирургическая техника.** Положение пациента на операционном столе — лежа на спине, шейный отдел позвоночника в нейтральном положении без усиления лордоза — для CTDA, с разгибанием шейного отдела для усиления лордоза — для ACDF. Для исключения произвольной ротации голову фиксировали к операционному столу с помощью самоклеющегося гипоаллергенного пластыря; при ограниченной рентгенографической визуализации нижнешейных сегментов верхний плечевой пояс и руки пациента слегка оттягивали дистально. Выполняли классический передний левосторонний доступ к шейному отделу позвоночника по Кловарду. После рентгенографической идентификации уровня вмешательства

устанавливали межтеловой дистрактор Каспара и ретрактор мягких тканей шеи. После резекции передних отделов межпозвоночного диска выполняли тотальную микрохирургическую дискэктомию. Высоту сегмента восстанавливали с помощью межтелового дистрактора. Далее выполняли резекцию остеофитов (при наличии), задней продольной связки, одно- или двухстороннюю ункофораминотомию. После завершения этапа декомпрессии проводили подбор размера эндопротеза или кейджа путем последовательной установки соответствующих шаблонов. Подтверждением удовлетворительного размера шаблона для СТДА являлось его плотное прилегание к телам смежных позвонков, одновременное центральное положение по горизонтальной и вертикальной осям в межтеловом промежутке с размером межсуставной щели в *articulatio zygapophysialis*, не превышающим аналогичного параметра в смежных суставах. Критерии для АСДФ — центральное положение по горизонтальной и вертикальной осям в межтеловом промежутке, плотное прилегание шаблона к телам позвонков без признаков подвижности имплантата. Данные оценивали с помощью цифровой рентгенографии в прямой и боко-

вой проекциях после уменьшения дистракции сегмента. По завершении подбора эндопротеза или кейджа дистракция сегмента восстанавливалась. Эндопротез или кейдж устанавливали с помощью специального устройства. Адекватное положение имплантата во фронтальной и сагиттальной плоскостях подтверждали посредством рентгенографии в двух проекциях. Ориентиром для определения глубины установки по данным рентгенографии служила дорсальная граница тел позвонков и предполагаемая ось вращения шейного отдела. Оперативное вмешательство завершали послойным ушиванием раны.

**Рентгенографические параметры шейного отдела.** Общую подвижность шейного отдела, а также амплитуду движений в целевых и смежных ПДС изучали по данным функциональной рентгенографии, которую выполняли перед операцией, в раннем послеоперационном периоде (в течение 3 дней с даты вмешательства) и через 3, 6, 12 мес после вмешательства.

Значения шейного лордоза (CL, °), шейной вертикальной оси (cSVA, мм), наклон первого грудного позвонка (T1 slope, °) определяли с помощью рентгенографии позвоночника (рис. 2). Измерения



**Рис. 2.** Рентгенография шейного отдела позвоночника и измерение его параметров в программе Surgimap V2.2: а — разметка параметров CL, T1 slope и cSVA в статичной боковой проекции; б — разметка CL в боковой проекции с целью определения подвижности шейного отдела после артропластики при сгибании и разгибании; в — определение амплитуды движений в сегментах шейного отдела позвоночника после артропластики с помощью измерения угла межтелового пространства

выполняли в свободно распространяемой через глобальную сеть Интернет программе Surgimap V2.2 (Nemaris, США).

**Статистический анализ.** Статистическую обработку выполняли с помощью IBM SPSS Statistics 23. Данные представляли в виде медианы и 25-го и 75-го процентилей — Me [Q1; Q3]. Использовали критерий Шапиро–Уилка для оценки распределения в выборках; непараметрические критерии анализа (U-критерий Манна–Уитни, критерий Фридмана, корреляционный анализ Спирмена) — ввиду распределения, отличного от нормального ( $p \leq 0,015$ ) [7, 8].

### Результаты

В исследовании приняли участие 43 мужчины и 55 женщин, средний возраст — 51 [43; 55] год, ИМТ — 26 [23,96; 29,41]. Информация о количестве установленных имплантатов на различных уровнях представлена на рис. 3.

Сравнение амплитуды движений оперированных ( $p=0,64$ ), смежных краниальных ( $p=0,71$ ) и каудальных сегментов ( $p=0,74$ ) не показало значимого отличия между группами на дооперационном этапе (рис. 4).

При сравнении изменений общей подвижности шейного отдела в разные промежутки времени не обнаружено статистически значимых различий в группе СТДА ( $p=0,067$ ), но получены статистически значимые отличия в группе АСДФ ( $p=0,001$ ) в сторону уменьшения (табл. 1). Однако при более детальном изучении общей подвижности между группами АСДФ и СТДА статистически значимая разница выявлена только на раннем послеоперационном этапе ( $p=0,004$ ).

Сравнение изменений амплитуды движений на

послеоперационном этапе, через 3, 6 и 12 мес с дооперационными показателями выявило статистически значимые отличия как для группы АСДФ, так и для СТДА (рис. 5, см. табл. 1). В группе СТДА отмечено увеличение амплитуды движений оперированного сегмента и уменьшение амплитуды движений в каудальном сегменте. В группе АСДФ в оперированном сегменте движения отсутствовали, наблюдалось увеличение амплитуды движений в смежных сегментах. При более детальном рассмотрении различий в амплитуде движений между АСДФ и СТДА получена статистически значимая разница в оперированных сегментах ( $p=0,001$ ), каудальных сегментах ( $p \leq 0,002$ ), но не отмечено значимых изменений в краниальных сегментах ( $p > 0,16$ ).

Корреляционный анализ не показал наличия зависимостей между влиянием амплитуды движений и показателями регионарного и глобального баланса ( $p > 0,5$ ).

В табл. 2 приведены значения параметров сагитального баланса шейного отдела позвоночника. Межгрупповое сравнение показателей шейного лордоза (CL) не показало различий на дооперационном этапе ( $p=0,051$ ), но выявило разницу через 6 ( $p=0,001$ ) и 12 ( $p=0,001$ ) мес. При оценке динамики изменений до и после лечения получена статистически значимая разница в группе АСДФ ( $p=0,001$ ) в сторону увеличения лордоза, но такой разницы не отмечено в группе СТДА ( $p=0,092$ ). Однако с помощью корреляционного анализа была определена связь между шейным лордозом и артропластикой двух сегментов — С5–С6, С6–С7 ( $p=0,003$ ;  $p=0,41$ ) (рис. 6). Найдена также корреляционная связь между CL и АСДФ ( $p=0,001$ ;  $p=0,72$ ).

Динамика изменений сSVA до и после лечения

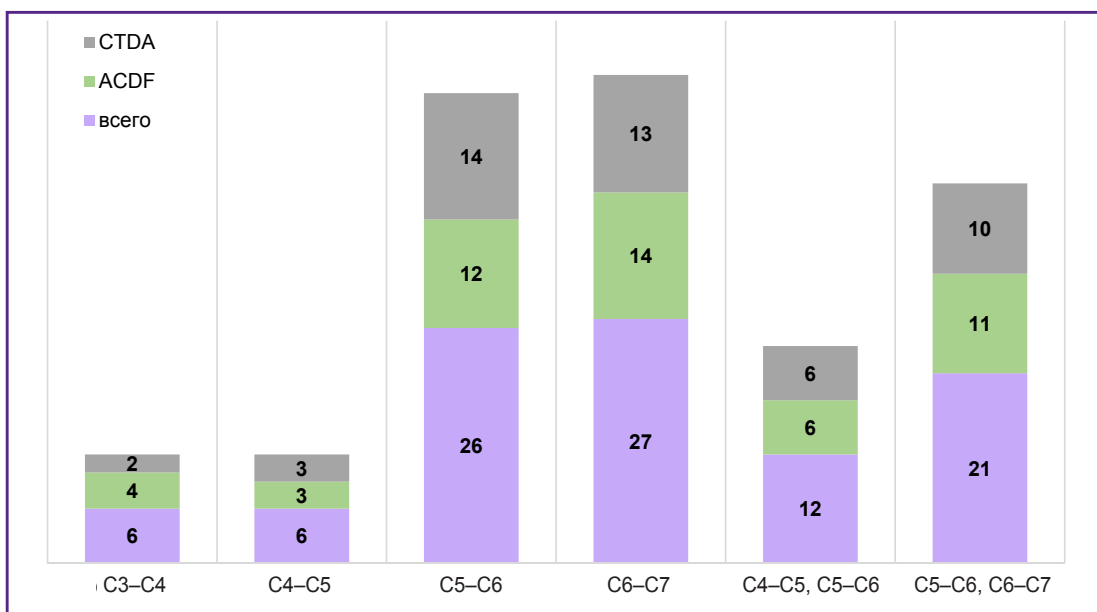


Рис. 3. Количество установленных имплантатов на различных уровнях

Рис. 4. Графическая интерпретация анализа Манна–Уитни для сегментарной амплитуды движений различных уровней

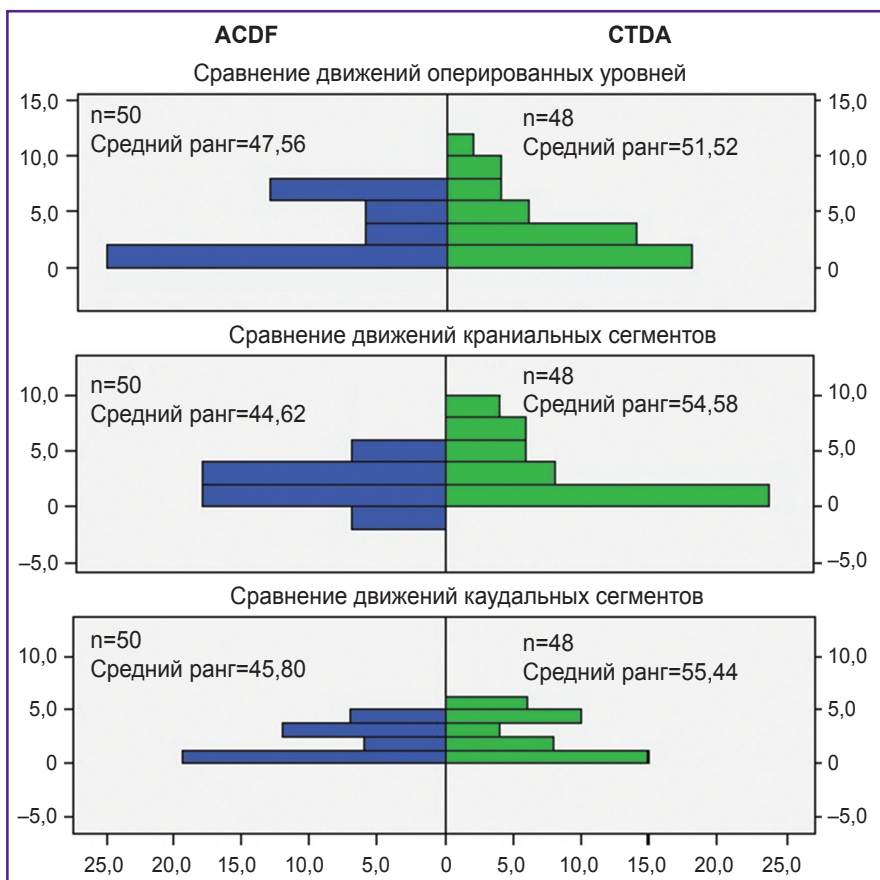


Таблица 1

Значения амплитуды движений сегментов и подвижности шейного отдела позвоночника, Me [Q1; Q3]

Показатели	Временная контрольная точка	ACDF (n=50)	CTDA (n=48)	p для независимых переменных
Амплитуда движений краниальных сегментов, °	До операции	1,70 [1,15; 10,0]	1,91 [1,06; 8,10]	0,71
	В течение 3 дней после операции	2,10 [0,60; 3,10]	2,42 [1,22; 4,85]	0,82
	Через 3 мес	2,20 [1,72; 3,75]	2,60 [1,52; 4,67]	0,76
	Через 6 мес	2,30 [1,64; 3,78]	2,59 [1,67; 4,62]	0,45
	Через 12 мес	4,40 [3,77; 5,23]	3,10 [2,82; 6,02]	0,16
p для зависимых переменных		0,001	0,001	—
Амплитуда движений оперированных сегментов, °	До операции	2,70 [0,70; 6,73]	2,85 [0,90; 5,82]	0,64
	В течение 3 дней после операции	0,40 [0,22; 0,62]	4,20 [3,02; 6,17]	0,001
	Через 3 мес	0 [0; 0]	4,95 [2,15; 8,32]	0,001
	Через 6 мес	0 [0; 0]	5,95 [3,52; 9,07]	0,001
	Через 12 мес	0 [0; 0]	5,65 [3,12; 8,05]	0,001
p для зависимых переменных		0,001	0,001	—
Амплитуда движений каудальных сегментов, °	До операции	2,20 [0,77; 3,31]	2,45 [0,85; 4,81]	0,71
	В течение 3 дней после операции	3,80 [2,10; 5,15]	1,15 [0,60; 3,87]	0,001
	Через 3 мес	6,10 [2,71; 8,15]	1,40 [0,52; 3,05]	0,001
	Через 6 мес	6,30 [2,74; 7,30]	2,01 [1,21; 3,02]	0,001
	Через 12 мес	7,20 [4,60; 8,02]	2,60 [1,24; 3,30]	0,002

Показатели	Временная контрольная точка	ACDF (n=50)	CTDA (n=48)	p для независимых переменных
p для зависимых переменных		0,001	0,002	—
Подвижность шейного отдела, °	До операции	14,20 [11,45; 23,37]	15,10 [9,25; 23,40]	0,37
	В течение 3 дней после операции	10,50 [8,07; 14,67]	20,20 [11,90; 26,0]	0,004
	Через 3 мес	14,30 [10,51; 22,92]	15,20 [14,90; 24,37]	0,94
	Через 6 мес	14,90 [11,82; 20,22]	15,80 [11,67; 19,65]	0,91
	Через 12 мес	15,70 [13,40; 20,67]	16,30 [13,45; 21,02]	0,90
p для зависимых переменных		0,001	0,067	—

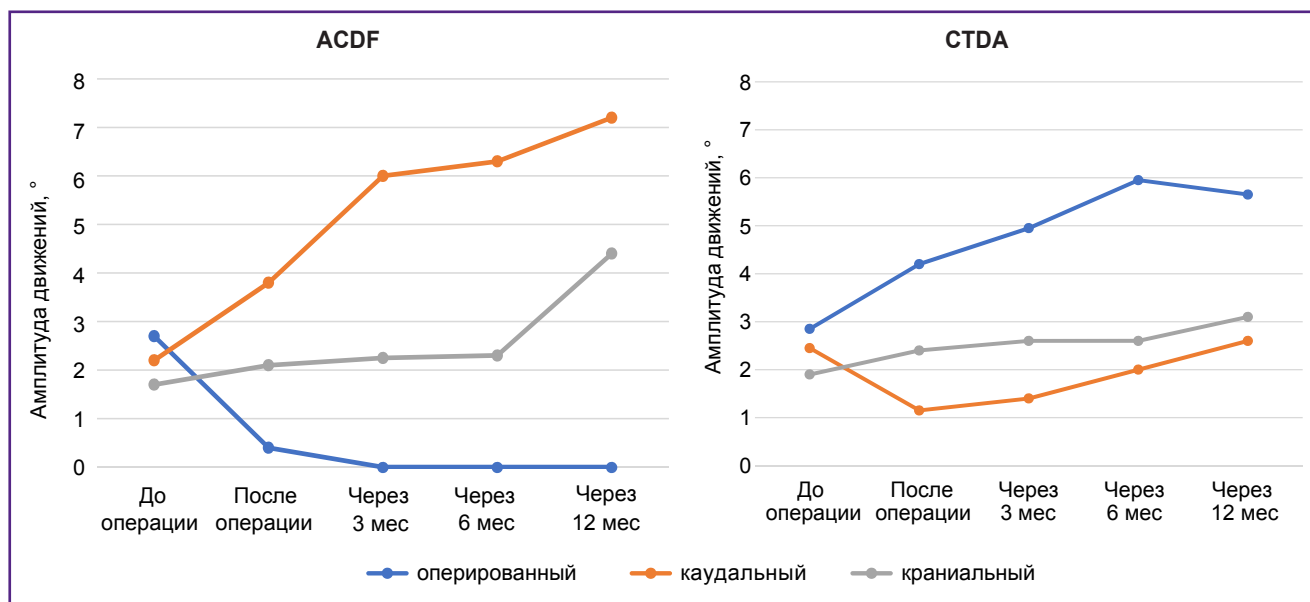


Рис. 5. Графики изменения амплитуды движений сегментов шейного отдела после ACDF и CTDA в различные промежутки времени

Таблица 2

Значения параметров сагиттального баланса шейного отдела позвоночника, Me [Q1; Q3]

Показатели	Временная контрольная точка	ACDF (n=50)	CTDA (n=48)	p для независимых переменных
CL, °	До операции	6,9 [-12,2; 2,1]	5,4 [-3,8; 10,6]	0,051
	Через 6 мес	-15,5 [-18,1; -13,8]	2,5 [-10,6; 10,9]	0,001
	Через 12 мес	-14,4 [-17,3; -12,2]	-8,7 [-9,5; 4,9]	0,001
p для зависимых переменных		0,001	0,092	—
cSVA, мм	До операции	22,3 [16,8; 30,8]	21,2 [13,6; 25,8]	0,215
	Через 6 мес	20,7 [15,9; 24,8]	20,3 [15,9; 23,6]	0,20
	Через 12 мес	20,1 [17,6; 21,9]	20,4 [17,7; 22,9]	0,425
p для зависимых переменных		0,006	0,006	—
T1 slope, °	До операции	17,9 [17,1; 19,1]	27,3 [25,7; 31,3]	0,540
	Через 12 мес	24,1 [23,0; 27,2]	24,1 [23,0; 31,3]	0,003
p для зависимых переменных		0,008	0,001	—

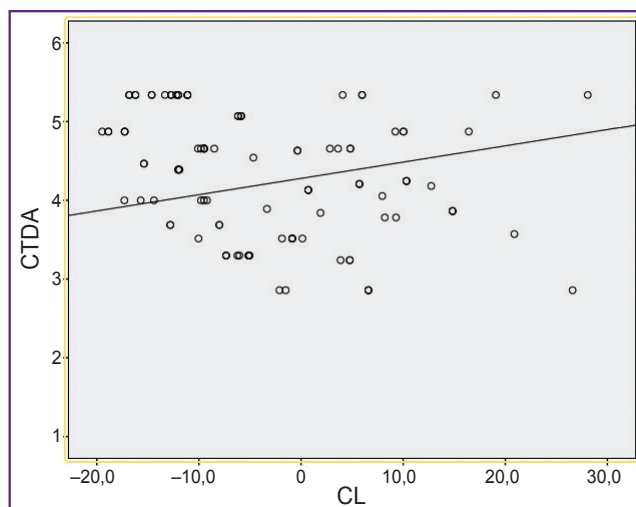


Рис. 6. График корреляционной взаимосвязи между CL и CTDA на уровне сегментов C5–C6–C7

была статистически значимой как в группе ACDF ( $p=0,006$ ), так и в группе CTDA ( $p=0,006$ ). Сравнение этого показателя между группами не показало статистически значимой разницы на дооперационном этапе ( $p=0,215$ ), через 6 ( $p=0,20$ ) и 12 ( $p=0,425$ ) мес после операции (см. табл. 2). Обнаружена корреляционная связь между cSVA и T1 slope ( $p=0,011$ ;  $p=0,56$ ), а также между cSVA и CL ( $p=0,012$ ;  $p=-0,31$ ).

При сравнительной оценке изменений T1 slope до операции и через 12 мес после нее наблюдалась статистически значимая разница в группе ACDF ( $p=0,008$ ) и в группе CTDA ( $p=0,001$ ). При сравнении значений T1 slope между ACDF и CTDA статистически значимая разница не получена на дооперационном этапе ( $p=0,54$ ), но выявлена при осмотре через 12 мес ( $p=0,003$ ) с увеличением T1 slope в группе ACDF. Обнаружена корреляционная связь между T1 slope и CL ( $p=0,016$ ;  $p=0,44$ ).

## Обсуждение

С целью воссоздать нормальную биомеханику и сохранить подвижность всех сегментов шейного отдела позвоночника была разработана технология артропластики. Важность изучения подвижности сегментов шейного отдела заключена в возможном ее влиянии на развитие синдрома смежного уровня. Прогрессия дегенеративных изменений напрямую связана как с объемом сегментарных движений и движений шейного отдела в целом [9], так и с влиянием этих движений на внутридискковое давление [10], которое обуславливает морфологические изменения в межпозвонковом диске [11, 12].

Настоящее исследование показало увеличение амплитуды движений оперированного сегмента в группе CTDA, что не удивительно, так как сохранение подвижности после ACDF — это либо неправильно вы-

полненная операция, либо развитие псевдоартроза [13]. Больше внимание следует уделять изменению амплитуды движений в смежных сегментах ввиду возможного развития синдрома смежного уровня и, как следствие, необходимости повторного оперативного вмешательства [14, 15]. Наше исследование продемонстрировало увеличение амплитуды в смежных сегментах после ACDF, в группе CTDA — уменьшение амплитуды в каудальном сегменте и отсутствие изменений в краниальном. Похожие результаты получены в экспериментальных исследованиях [9, 10]. Возросшая амплитуда смежных сегментов в дальнейшем может послужить фактором развития синдрома смежного уровня. Оценка общей подвижности шейного отдела выявила различие между группами только в раннем послеоперационном периоде, в остальных временных точках изменений не найдено, что говорит о компенсации движений за счет перераспределения нагрузки в смежных сегментах, так как общая подвижность шейного отдела после спондилодеза не отличается от группы с артропластикой.

Взаимосвязь некоторых параметров сагиттального баланса шейного отдела позвоночника известна. Малая величина лордоза (CL) влияет на увеличение интенсивности болевого синдрома в шее, а наклон Th1-позвонка напрямую связан с величиной лордоза. Важность T1 slope, помимо влияния на лордоз шейного отдела, заключена во влиянии на глобальную сагиттальную линию (SVA), грудной кифоз, а значение наклона Th1-позвонка более  $32^\circ$  — предиктор сагиттальных позвоночно-тазовых нарушений [1, 16, 17]. Величина T1 slope непостоянная, поэтому возможно ее изменение посредством изменения шейного лордоза и других параметров.

В данном исследовании также показана взаимосвязь между наклоном Th1 и шейным лордозом. Улучшение лордоза было выявлено в группе ACDF, в группе CTDA значимого улучшения не наблюдалось. Это можно объяснить разными подходами на этапе укладки шеи пациента: разгибанием шейного отдела при выполнении переднего спондилодеза и сохранением нейтральной позиции при артропластике, а также геометрией имплантатов, которая обуславливает задачи этих способов оперативного лечения — кейдж имеет скошенные края в местах соприкосновения с замыкательными пластинами смежных тел позвонков в переднезаднем направлении для лучшей фиксации в сегменте и создания сегментарного лордоза, в то время как у эндопротеза из-за его подвижности такие особенности конструкции отсутствуют. Однако есть публикации, в которых описано улучшение лордоза после артропластики, но только при эндопротезировании двух и более уровней [18]. Наше исследование показало, что выполнение эндопротезирования нижнешейных сегментов на двух уровнях (C5–C6, C6–C7) позволяет улучшить показатели лордоза в сравнении с одноуровневым эндопротезированием.

В ходе изучения важности cSVA различными



авторами получены данные об ухудшении качества жизни взрослых пациентов при увеличении смещения сагиттальной линии кпереди более 40 мм [17, 19]. В результате нашего исследования были получены данные об улучшении показателей cSVA в обеих группах без существенной разницы между ними.

## Заключение

Получены данные об отсутствии влияния амплитуды сегментарных движений на изменение регионарного и глобального баланса шейного отдела позвоночника за период наблюдения в 12 мес. Наше исследование также не подтверждает влияния амплитуды движений на развитие синдрома смежного уровня — ни в одном из случаев синдром не был диагностирован, что, возможно, связано с недостаточным сроком наблюдения для его манифестации.

Показана эффективность артропластики с применением эндопротеза «Эндокарбон» в улучшении показателей cSVA и T1 slope, но не получено существенного улучшения по CL после лечения в сравнении с группой ACDF.

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках госзадания №121030100311-3 «Разработка технологий, повышающих эффективность декомпрессиивно-стабилизирующих вмешательств с применением транспедикулярной фиксации и костной пластики у пациентов с дегенеративной патологией и травматическими повреждениями позвоночника».

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

## Литература/References

1. Yang P., Li Y., Li J., Shen Y. Impact of T1 slope on surgical and adjacent segment degeneration after Bryan cervical disc arthroplasty. *Ther Clin Risk Manag* 2017; 13: 1119–1125, <https://doi.org/10.2147/tcrm.s138990>.
2. Coric D., Guyer R.D., Nunley P.D., Musante D., Carmody C., Gordon C., Laurysen C., Boltes M.O., Ohnmeiss D.D. Prospective, randomized multicenter study of cervical arthroplasty versus anterior cervical discectomy and fusion: 5-year results with a metal-on-metal artificial disc. *J Neurosurg Spine* 2018; 28(3): 252–261, <https://doi.org/10.3171/2017.5.spine16824>.
3. Phillips F.M., Geisler F.H., Gilder K.M., Reah C., Howell K.M., McAfee P.C. Long-term outcomes of the US FDA IDE prospective, randomized controlled clinical trial comparing PCM cervical disc arthroplasty with anterior cervical discectomy and fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015; 40(10): 674–683, <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000000869>.
4. Gandhi A.A., Kode S., DeVries N.A., Grosland N.M., Smucker J.D., Fredericks D.C. Biomechanical analysis of cervical disc replacement and fusion using single level, two level, and hybrid constructs. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015; 40(20): 1578–1585, <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000001044>.
5. Lin Q., Zhou X., Wang X., Cao P., Tsai N., Yuan W.

A comparison of anterior cervical discectomy and corpectomy in patients with multilevel cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J* 2012; 21(3): 474–481, <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1961-9>.

6. Du W., Wang L., Shen Y., Zhang Y., Ding W., Ren L. Long-term impacts of different posterior operations on curvature, neurological recovery and axial symptoms for multilevel cervical degenerative myelopathy. *Eur Spine J* 2013; 22(7): 1594–1602, <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2741-5>.

7. Мудров В.А. Алгоритмы корреляционного анализа данных в биомедицинских исследованиях с помощью пакета программ SPSS. *Забайкальский медицинский вестник* 2020; 2: 169–176, [https://doi.org/10.52485/19986173\\_2020\\_2\\_169](https://doi.org/10.52485/19986173_2020_2_169).

Mudrov V.A. Algorithms for performing data correlation analysis in biomedical research using the SPSS software package. *Zabajkal'skij medicinskij vestnik* 2020; 2: 169–176, [https://doi.org/10.52485/19986173\\_2020\\_2\\_169](https://doi.org/10.52485/19986173_2020_2_169).

8. Баврина А.П. Современные правила применения параметрических и непараметрических критериев в статистическом анализе медико-биологических данных. *Медицинский альманах* 2021; 1: 64–73.

Bavrina A.P. Modern rules for the use of parametric and nonparametric tools in the statistical analysis of biomedical data. *Medicinskij al'manah* 2021; 1: 64–73.

9. Sawa A.G.U., de Andrada Pereira B., Rodriguez-Martinez N.G., Reyes P.M., Kelly B.P., Crawford N.R. In vitro biomechanics of human cadaveric cervical spines with mature fusion. *Int J Spine Surg* 2021; 15(5): 890–898, <https://doi.org/10.14444/8114>.

10. Жарнов А.М., Жарнова О.А. Биомеханические процессы в межпозвонковом диске шейного отдела позвоночника при его движении. *Российский журнал биомеханики* 2013; 17(1): 32–40.

Zharnov A.M., Zharnova O.A. Biomechanical processes in the intervertebral cervical disk of the spine at its motion. *Rossijskij zurnal biomehaniki* 2013; 17(1): 32–40.

11. Roberts S., Evans H., Trivedi J., Menage J. Histology and pathology of the human intervertebral disc. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(Suppl 2): 10–14, <https://doi.org/10.2106/jbjs.f.00019>.

12. Гуща А.О., Юсупова А.Р. Современные концепции дегенерации межпозвонковых дисков. *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко* 2020; 84(6): 112–117, <https://doi.org/10.17116/neiro202084061112>.

Gushcha A.O., Yusupova A.R. Modern concepts of intervertebral disc degeneration. *Voprosy neurokhirurgii imeni N.N. Burdenko* 2020; 84(6): 112–117, <https://doi.org/10.17116/neiro202084061112>.

13. Shriver M.F., Lewis D.J., Kshetry V.R., Rosenbaum B.P., Benzel E.C., Mroz T.E. Pseudoarthrosis rates in anterior cervical discectomy and fusion: a meta-analysis. *Spine J* 2015; 15(9): 2016–2027, <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2015.05.010>.

14. Kim S.W., Limson M.A., Kim S.B., Arbatin J.J.F., Chang K.Y., Park M.S., Shin J.H., Ju Y.S. Comparison of radiographic changes after ACDF versus Bryan disc arthroplasty in single and bi-level cases. *Eur Spine J* 2009; 18(2): 218–231, <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0854-z>.

15. Бывальцев В.А., Степанов И.А., Калинин А.А., Алиев М.А., Аглаков Б.М., Юсупов Б.Р., Шепелев В.В. Тотальная артропластика и передняя шейная дискэктомия

с фиксацией: отдаленные результаты рандомизированного клинического исследования. *Хирургия позвоночника* 2019; 16(1): 48–56, <https://doi.org/10.14531/ss2019.1.48-56>.

Byvaltsev V.A., Stepanov I.A., Kalinin A.A., Aliyev M.A., Aglakov B.M., Yusupov B.R., Shepelev V.V. Total arthroplasty and anterior cervical discectomy with fixation: long-term results of a randomized clinical trial. *Хирургия позвоночника* 2019; 16(1): 48–56, <https://10.14531/ss2019.1.48-56>.

16. Staub B.N., Lafage R., Kim H.J., Shaffrey C.I., Mundis G.M., Hostin R., Burton D., Lenke L., Gupta M.C., Ames C., Klineberg E., Bess S., Shwab F., Lafage V.; International Spine Study Group. Cervical mismatch: the normative value of T1 slope minus cervical lordosis and its ability to predict ideal cervical lordosis. *J Neurosurg Spine* 2018; 30(1): 31–37, <https://doi.org/10.3171/2018.5.spine171232>.

17. Hyun S.J., Kim K.J., Jahng T.A., Kim H.J. Relationship between T1 slope and cervical alignment following multilevel

posterior cervical fusion surgery: impact of T1 slope minus cervical lordosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016; 41(7): E396–E402, <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000001264>.

18. Safavi-Abbasi S., Reyes P.M., Abjornson C., Crawford N.R. Feasibility and biomechanics of multilevel arthroplasty and combined cervical arthrodesis and arthroplasty. *Clin Spine Surg* 2016; 29(10): E522–E531, <https://doi.org/10.1097/bsd.0b013e31829920f0>.

19. Smith J.S., Klineberg E., Schwab F., Shaffrey C.I., Moal B., Ames C.P., Hostin R., Fu K.M.G., Burton D., Akbarnia B., Gupta M., Hart R., Bess S., Lafage V.; International Spine Study Group. Change in classification grade by the SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification predicts impact on health-related quality of life measures: prospective analysis of operative and nonoperative treatment. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013; 38(19): 1663–1671, <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e31829ec563>.