

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Терновой С.К., Лычагин А.В., Серова Н.С., Абрамов А.С.,
Черепанов В.Г., Мискарян Т.И.

Цель исследования. Оценка результатов применения функциональной мультиспиральной компьютерной томографии (фМСКТ) при хирургической коррекции нестабильности шейного отдела позвоночника (ШОП).

Методы исследования. Проведен анализ результатов обследования пациентов с диагнозом нестабильность шейного отдела позвоночника. В основную группу вошли пациенты (n1=35, 100%), у которых для предоперационной диагностики нестабильности шейного отдела позвоночника использовалась фМСКТ на Aquilion One 640 (Canon, Япония). Методом копи-пара, была отобрана группа сравнения, в которую вошли пациенты (n2=35, 100%), обследованные при помощи рентгенографии с функциональной пробой.

Результаты. Лечение в основной группе оказались достоверно лучше. Время оперативного вмешательства в основной группе составило – 2,3±0,3 часа, в группе контроля оно было достоверно больше – 4,2±0,3 часа (p<0,05). В послеоперационном периоде в основной группе была реже частота таких осложнений, как развитие радикулопатии и кифотическая деформация.

Заключение. Результаты хирургического лечения у пациентов, которым на дооперационном этапе была выполнена фМСКТ были достоверно лучше. Методика фМСКТ может быть рекомендована к широкому внедрению в клиническую практику.

Ключевые слова: нестабильность шейного отдела позвоночника, функциональная рентгенография, функциональная мультиспиральная компьютерная томография.

Контактный автор: Абрамов А. С., e-mail: 79032324456@ya.ru

Для цитирования: Терновой С.К., Лычагин А.В., Серова Н.С., Абрамов А.С., Черепанов В.Г., Мискарян Т.И. Результаты применения функциональной мультиспиральной компьютерной томографии при хирургическом лечении пациентов с нестабильностью шейного отдела позвоночника. REJR 2019; 9(2):55-62. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-2-55-62.

Статья получена: 22.05.19

Статья принята: 05.07.19

THE RESULTS OF THE APPLICATION OF FUNCTIONAL MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH CERVICAL SPINE INSTABILITY

Ternovoy S.K., Lychgin A.V., Serova N.S.,
Abramov A.S., Cherepanov V.G., Miskaryan T.I.

Purpose. Evaluation of the application results of functional multislice computed tomography (fMSCT) in the surgical correction of cervical spine instability (CSI).

Materials and methods. The analysis of the results of examination of patients with a diagnosis of instability of the cervical spine was carried out. The main group included patients (n1 = 35, 100%) in whom for the preoperative diagnosis of instability of the cervical spine was used fsmct on Aquilion One 640 (Canon, Japan). Using the save-pair method, a comparison group was selected, which included patients (n2 = 35, 100%), examined by X-ray with functional breakdown.

I.M. Sechenov First
Moscow State Medical
University
Moscow, Russia

Results. Treatment in the main group was significantly better. The time of surgical intervention in the main group was $2,3 \pm 0,3$ hours, in the control group it was significantly longer – $4,2 \pm 0,3$ hours ($p < 0,05$). In the postoperative period, the frequency of such complications as the development of radiculopathy and kyphotic deformity was less common in the main group.

Conclusion. The results of surgical treatment in patients who underwent fMSCT at the preoperative stage were significantly better. The FMSCT technique can be recommended for widespread introduction into clinical practice.

Keywords: cervical spinal instability, functional radiography, functional multispinal computed tomography.

Corresponding author: Abramov A.S., e-mail: 79032324456@ya.ru

For citation: Ternovoy S.K., Lychgin A.V., Serova N.S., Abramov A.S., Cherepanov V.G., Miskaryan T.I. The results of the application of functional multispinal computed tomography in the surgical treatment of patients with cervical spine instability. REJR 2019; 9(2):55-62. DOI:10.21569/2222-7415-2019-9-2-55-62.

Received: 22.05.19

Accepted: 05.07.19

Нестабильность шейного-отдела позвоночника (ШОП) – возникновение патологической подвижности позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) из-за повреждения основных структурных элементов (диска, фасеток дугоотростчатых суставов, связок).

Нестабильность шейного отдела позвоночника – социально значимая проблема, затрагивающая не только осевой скелет, но и мозговое кровообращение [1]. Длительная механическая компрессия позвоночной артерии и позвоночных венозных сплетений приводит к морфологическим изменениям в сосудистой стенке, стойким нарушениям кровообращения с признаками хронической вертебро-базилярной недостаточности и угрозой острого нарушения мозгового кровообращения у лиц трудоспособного возраста [3].

В публикациях проблема нестабильности ШОП освещена достаточно подробно, однако клинико-инструментальные особенности ее верификации до сих пор вызывают много вопросов [2, 5, 6, 8]. Сегодня основным методом диагностики данной патологии является рентгенография с использованием функциональных проб. Главными преимуществами метода является его распространенность и достаточно хорошая специфичность. Однако чувствительность метода, по данным разных авторов, колеблется от 36 до 57%, в связи с чем в диагностике биомеханических нарушений в ШОП представляется актуальным уточнение и поиск новых рентгенологических методов [9, 10].

Получение правильного представления об анатомии шейного отдела позвоночника имеет первоочередное значение у подлежащих оперативному лечению пациентов, поскольку неред-

ки случаи, когда истинная картина заболевания уточняется уже непосредственно во время вмешательства. В результате существенно увеличивается продолжительность операции, и может возникнуть рецидив нестабильности, требующий выполнения повторной хирургической коррекции [12].

Таким образом поиск надежных диагностических методов при нестабильности ШОП не теряет своей актуальности. В 2016 году нами был разработан способ диагностики нестабильности шейного отдела позвоночника с использованием фМСКТ, продемонстрировавший высокую специфичность и чувствительность результатов [4]. Соответственно, представляют интерес его возможности при хирургическом лечении пациентов.

Цель работы.

Оценить результаты применения фМСКТ при хирургической коррекции нестабильности ШОП.

Методы.

Проведен анализ результатов обследования 70 пациентов с диагнозом нестабильность ШОП на базе УКБ №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России в течение 2016-2019 гг. Хирургическое лечение проводилось в отделении травматологии и ортопедии УКБ№1 Первого МГМУ им И.М. Сеченова.

В основную группу вошли пациенты ($n=35$, 100%), у которых для пред- и постоперационной диагностики нестабильности шейного отдела позвоночника использовалась фМСКТ, выполнявшаяся в кабинете рентгеновской компьютерной томографии и маммографии Российско-японского Центра визуализации сердца. Возраст больных варьировался от 25 до 65 лет,



Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 б)

Рис. 1. Фотографии положения пациента на столе томографа во время исследования.

а - максимальное сгибание шейного отдела позвоночника

б - максимальное разгибание шейного отдела позвоночника

Fig. 1. Photos. Position of the patient on the tomography table during the study.

а - maximum flexion of the cervical spine

б - maximum extension of the cervical spine

средний возраст составил – $40,8 \pm 2,3$ года. В гендерном соотношении преобладали женщины – 21 человек (60,0%).

Методом копи-пара была отобрана группа сравнения, в которую вошли пациенты ($n=35$, 100%), обследованные при помощи рентгенографии с функциональной пробой, до и после стабилизирующих операций. Возраст пациентов колебался от 27 до 64 лет. Средний возраст составил $40,5 \pm 2,1$ года ($p > 0,05$). В контрольной группе, так же, как и в основной преобладали женщины – 19 человек (54,3%) ($p > 0,05$).

Пациенты были сопоставимы по полу, возрасту и сопутствующей патологии.

Рентгенографию с функциональными пробами проводили на поликлиническом уровне с использованием цифровой рентгенографии. Мультиспиральную компьютерную томографию шейного отдела позвоночника в разработанной укладке (рис. 1 а, б), без контрастирования проводили по запатентованному методу «Способ функциональной функциональной мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики нестабильности позвоночно-двигательных сегментов шейного отдела позвоночника» на аппарате Aquilion One 640 (TSX-301C) со следующими параметрами исследования: толщина среза 0,5 мм, время одного оборота рентгеновской трубки 0,5 сек., время отведенное пациенту на выполнение функциональной пробы от 6 до 8 секунд (рис. 2 а, б) [4]. Лучевая нагрузка на пациента во время исследования составляет от 7,2 до 11,4 мЗв. Исследование дополнялось построением мультипланарных и 3D-реконструкций в движении.

Статистическая обработка полученных

данных была проведена с использованием программ STATISTICA v.10.0, MedCalc software Bvba v.12.6.1.0, MS Excel 7.0.

Результаты. До операции в основной группе антеролистезы наблюдались у 14 пациентов (40,0%), ретролистезы – у 21 пациентов (60,0%). В процесс формирования патологической подвижности межпозвонковых сегментов оказались вовлеченными С3-С7-позвонки. Наличие дополнительной степени свободы С3-позвонка установлено у одного больного (2,9%), при этом смещение достигало 3,3 мм. Наиболее часто выявлялась нестабильность С4, С5 позвонков, диагностированные у 51,4% пациентов. Средняя амплитуда отклонения составляла 3,3 мм. Смещение С6-позвонка было установлено менее чем у четверти пациентов (22,9%), средняя амплитуда $3,6 \pm 0,6$ мм (3,5-4 мм). Смещение С-7 на 3 мм выявлено у одного пациента (табл. 1).

Смещение одного позвонка отмечено у 25 пациентов (71,4%), дислокация нескольких позвонков наблюдалась у 10 пациентов (28,6%).

Выраженные рентгенологические признаки остеохондроза в виде резкого сужения межпозвонковых пространств, краевых костных разрастаний, субхондрального склероза, утолщения и уплотнения замыкательных пластинок позвонков выявлены у 54,3% (19 больных), в 20% случаев шейный остеохондроз сочетается с деформирующим спондилоартрозом и унковертебральным артрозом (7 пациентов).

В ходе рентгенологического исследования в группе сравнения смещение позвонков только при сгибании выявлено у 10 пациентов (28,6%), только при разгибании — у 15 (42,9%). Призна-

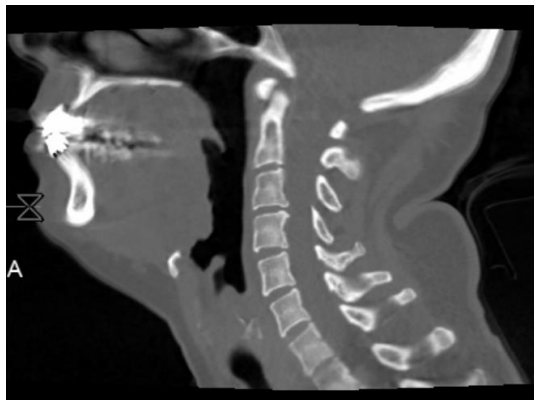


Рис. 2 а (Fig. 2 a)

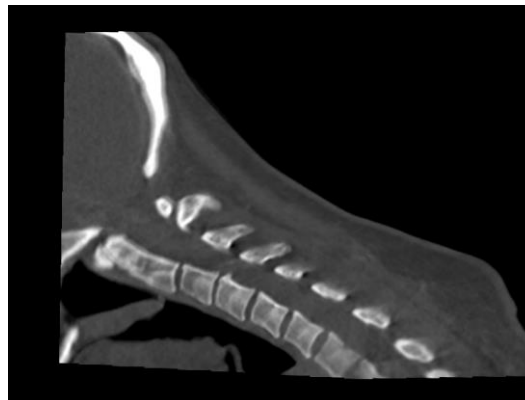


Рис. 2 б (Fig. 2 b)

Рис. 2. МСКТ, сагиттальная проекция.

Пациент Н. 40 л., во время выполнения функциональной пробы на сгибание. Патологического смещения позвонков не выявлено.

а - максимальное разгибание шейного отдела позвоночника.

б - максимальное сгибание шейного отдела позвоночника.

Fig. 2. MSCT, sagittal projection.

Patient N. 40 y.o. During the execution of a functional flexion test. No pathological displacement of the vertebrae was found.

a - maximum extension of the cervical spine.

b - maximum flexion of the cervical spine

ки нестабильности межпозвонковых сегментов как в положении флексии, так и в положении экстензии диагностированы в 37,1% случаев (рис. 3 а, б).

При сравнительном анализе смещения позвонков было установлено, что в положении сгибания нестабильные ретролистезы и антелистезы встречались в 21 (60,0%) и 14 (40,0%) наблюдениях, соответственно. В положении разгибания значительно чаще встречались нестабильные ретролистезы. Они были выявлены у 23 человек (65,7%), в то время как нестабильные антелистезы наблюдались у 6 пациентов (17,1%). И в положении максимального сгибания, и в положении максимального разгибания в процесс формирования патологической подвижности межпозвонковых сегментов оказались вовлеченными С3-С7 позвонки, в то время как С1- и С2-позвонки оставались стабильными.

В позе сгибания смещение С4-позвонка установлено у 18 пациентов, что составило 51,4% клинических наблюдений. Амплитуда его смещения достигала в среднем $3,3 \pm 0,7$ мм (2-4 мм). Патологическая мобильность С5-позвонков встречалась в таком же количестве случаев, а протяженность патологического скольжения позвонков при выполнении функциональных нагрузок составила $3,4 \pm 0,5$ мм (2-4 мм). Патологическая подвижность С3-позвонка встречалась

только в одном случае (2,9%), смещение С7-позвонка так же было отмечено только у одного пациента (2,9%). Смещение С6 было зафиксировано у 8 пациентов (16,7%), амплитуда смещения составила $3,5 \pm 0,5$ мм (2-4 мм).

В позе разгибания наиболее часто регистрировали смещение С4- и С5-позвонков. Наличие дополнительной степени свободы С4-позвонка при экстензии шейного отдела позвоночника установлено у 15 пациентов (42,9%), при этом смещение достигало $3,3 \pm 0,7$ мм (2-4 мм). Несколько реже отмечена нестабильность С5-позвонка – у 40,0% пациентов с амплитудой отклонения $3,3 \pm 0,7$ мм (2-4 мм). Нестабильность С2 и С3-позвонков при разгибании не встречалась. Смещение С6-позвонка в положении максимального разгибания было установлено у 8,0% и составило $3,4 \pm 0,4$ (2-4,0 мм) (табл. 2).

Общее число пациентов в таблицах, у которых выявлено смещение позвонков, не соответствует общему числу пациентов, участвующих в исследовании, так как у ряда пациентов смещение диагностировано как в положении сгибания, так и в положении максимального разгибания шейного отдела позвоночника.

Как правило, чаще встречалось смещение одного позвонка. В положении максимального сгибания шейного отдела позвоночника нестабильность 1-го шейного позвонка была выявлена у 71,4%, при максимальном разгибании чис-

Таблица №1. Степень смещения шейных позвонков в позах максимального сгибания и разгибания.

Позвонки	Число пациентов	Амплитуда смещения, мм
C3	1 (2,9%)	3,3
C4	18 (51,4%)	3,3±0,7 (2,7-4)
C5	18 (51,4%)	3,3±0,6 (2,4-4,3)
C6	8 (22,9%)	3,6±0,6 (3,5-4)
C7	1 (2,9%)	3,0



Рис. 3 а (Fig. 3 а)

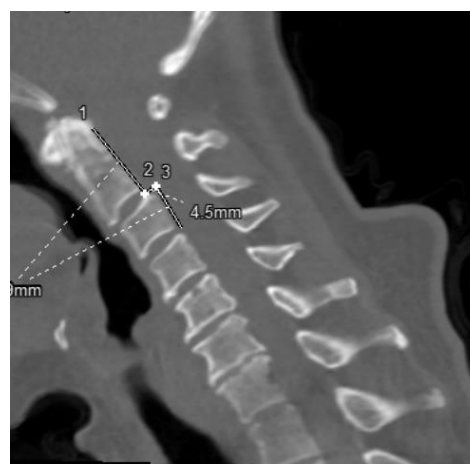


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. МСКТ, сагиттальная реконструкция.

Пациент М. 46 л. во время выполнения функциональной пробы.

а - Положение максимального разгибания в ШОП. Отмечается смещение тела С5 позвонка кпереди на 3,6 мм.

б - Положение максимального сгибания в ШОП. Отсутствует смещение тела С5 позвонка, отмечается ретролистез тела С3 позвонка до 4,5мм.

Fig. 3. MSCT, sagittal projection.

Patient M. 46 y.o. during the performance of a functional test.

a - The position of the maximum extension in the c-Spine. There is a displacement of the body of the C5 vertebra anteriorly by 3.6 mm.

b - The position of the maximum flexion in the c-Spine. There is no displacement of the body of the C5 vertebra, retrolysis of the body of the C3 vertebra to 4.5 mm is noted.

ло пациентов с одним смещенным позвонком оказалось меньшим – 60,0%. Нестабильность двух позвонков наблюдали в 28,6% случаев при максимальном сгибании и в 22,9% случаев при разгибании.

Таким образом, клинико-anamнестические данные и преоперационные данные продемонстрировали сопоставимость двух групп пациентов, что позволило проводить их дальнейшее сравнение.

В качестве методов хирургического лечения применялись следующие: межтеловой спондилодез кейджами от различных производителей, динамическая фиксация DCI (Paradigm spine), передний шейный спондилодез аутокостью, фиксация пластиной «Osmium».

Время оперативного вмешательства в основной группе составило – 2,3±0,3 часа, в группе контроля оно было достоверно больше – 4,2±0,3 часа (p<0,05). В группе контроля в 7

Таблица №2. Степень смещения шейных позвонков в позах максимального сгибания и разгибания.

Позвонки	Сгибательное движение		Разгибательное движение	
	Число пациентов	Амплитуда смещения, мм	Число пациентов	Амплитуда смещения, мм
C3	1 (2,9%)	3,2	0 (0,0%)	0,0
C4	18 (51,4%)	3,3±0,7 (2-4)	15 (43,3%)	3,3±0,7 (2-4)
C5	18 (51,4%)	3,4±0,5 (2-4)	14 (40,0%)	3,3±0,7 (2-4)
C6	8 (16,7%)	3,5±0,5 (2-4)	4 (8,0%)	3,4±0,4 (2-4)
C7	1 (2,9%)	3,0	0 (0,0%)	0,0

случаях (20,0%) характер патологии и ее влияние на функциональные нарушения ШОП приходилось уточнять уже в ходе оперативного вмешательства, что и вызвало существенное увеличение продолжительности операции.

Продолжительность пребывания пациентов в реанимации в основной группе была достоверно короче – 68,9±6,2 часов против 84,3±5,8 часов в группе контроля ($p<0,05$).

В обеих группах случаев операционной и послеоперационной летальности зафиксировано не было.

В группе сравнения в 3-х случаях (8,6%) произошел рецидив нестабильности, и в дальнейшем понадобилось выполнение повторного вмешательства в качестве второго этапа.

Сравнивая частоту осложнений, было отмечено, что в группе пациентов, у которых применялась фМСКТ, послеоперационные осложнения наблюдались реже (табл. 3).

Развитие воспалительных изменений мягких тканей является нечастым осложнением при хирургическом лечении нестабильности ШОП. В нашем исследовании данное осложнение встретилось всего у 1 пациента из группы контроля, в основной группе оно зафиксировано не было ($p>0,05$).

Развитие радикулопатии наблюдалось у 11,4% пациентов основной группы, в контрольной группе оно встречалось на 8% чаще, однако выявленные различия не достигли уровня статистической значимости ($p>0,05$). Среди причин данного осложнения у исследуемых пациентов можно выделить следующие: развитие послеоперационной гематомы и недостаточная декомпрессия. В 1 случае имел место перелом нефиксированной стороны дужки.

Среди изолированных повреждений нервных корешков наиболее часто встречается недостаточность корешка C5, что обусловлено от-

носительно небольшой длиной этого нерва, его тракцией в результате смещения спинного мозга кзади после декомпрессии. В нашем исследовании данное осложнение встретилось у 1 пациента основной группы (2,9%) и у 2-х пациентов группы контроля (5,7%) ($p>0,05$).

После проведенной хирургической коррекции встречается уменьшение объема движения в шейном отделе позвоночника, что обычно связывают с послеоперационным болевым синдромом в шейном отделе позвоночника, рефлекторным ограничением смежных уровней от прогрессирования дегенеративно-дистрофических изменений либо длительным использованием шейного воротника. Среди исследуемых пациентов частота развития этого осложнения в основной группе составила 22,9%, в группе сравнения оно встречалось в 2 раза чаще ($p<0,05$).

Кифотическая деформация в послеоперационном периоде развилась у 11,4% пациентов из группы фМСКТ, в группе пациентов, которым проводилась функциональная рентгенография, она встречалась на 20% чаще ($p<0,05$).

Общая длительность госпитализации у пациентов, которым выполнялась фМСКТ, была почти на 4 дня короче – 18,3±1,9 дней и 21,9±2,1 дней соответственно, ($p<0,05$). Оценка продолжительности госпитализации, начиная со дня операции, продемонстрировала ещё более значимые различия. Пациенты контрольной группы после проведения операции находились в стационаре почти на 5 дней дольше по сравнению с пациентами основной группы – 18,2±1,5 дней и 13,0±1,0 дней, соответственно ($p<0,05$).

Обсуждение.

Несмотря на то, что функциональная рентгенография при нестабильности ШОП является наиболее распространенным диагности-

Таблица №3. Частота осложнений хирургического лечения пациентов обеих групп.

Осложнения	Основная группа (n1 = 35)		Контрольная группа (n2 = 35)		p
	абс	%	абс	%	
Инфекция мягких тканей	0	0,0	1	2,9	>0,05
Радикулопатия	4	11,4	7	20,0	>0,05
Изолированное повреждение нервных корешков (C5)	1	2,9	2	5,7	>0,05
Уменьшение объема движения	8	22,9	16	45,7	<0,05
Кифотическая деформация	4	11,4	11	31,4	<0,05

ческим методом, имеются достоверные данные, что до 20% «существенных» повреждений шейного отдела позвоночника на рентгенограммах «пропускается» [11]. При сравнении результатов хирургической коррекции у тех пациентов, которым предоперационно выполнялась рентгенография в 7 случаях (20,0%) во время вмешательства диагноз был уточнен и изменён, что привело к существенному увеличению продолжительности операции. У тех пациентов, которым перед операцией проводилась фМСКТ, в 100% изначально был поставлен верный диагноз, что позволило определить точный объем хирургического вмешательства на дооперационном этапе.

От правильности постановки диагноза зависит исход хирургической коррекции и течение послеоперационного периода [6, 7]. Проведенное исследование продемонстрировало, что

Список литературы:

1. Гриненко Е.А., Кульчиков А.Е., Мусин Р.С. Расширенное обследование пациентов с цефалгическим синдромом на фоне нестабильности шейного отдела позвоночника. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2014; 9 (1): 38-42.
2. Кравченко А.И. Клинико-рентгенологическая верификация цервикальной нестабильности позвоночника у детей подросткового возраста. Травма. 2015; 16 (5): 95-98.
3. Рудковский А.И. Нарушения кровотока в позвоночных артериях при нестабильности в двигательных сегментах шейного отдела позвоночника. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук/ Московский государственный медико-стоматологический университет. Москва, 2012. 24с.

в основной группе пациентов длительность госпитализации была достоверно меньше, кроме того ниже была и частота осложнений, что делает фМСКТ методом выбора при хирургическом лечении пациентов с нестабильностью ШОП.

Заключение.

Результаты хирургического лечения у пациентов, которым на дооперационном этапе была выполнена фМСКТ были достоверно лучше. Методика фМСКТ может быть рекомендована к широкому внедрению в клиническую практику.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

4. Способ функциональной мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики нестабильности позвоночно-двигательных сегментов шейного отдела позвоночника: пат. 2637829 Рос. Федерация : МПК А61 В6/04 (2006.01) / Терновой С. К. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет). — № 2016123711; заявл. 15.06.16; опубл. 07.12.17, Бюл. № 34.
5. Табе Е.Э. Оптимальные методы диагностики нестабильности шейного отдела позвоночника у детей и подростков. Российский педиатрический журнал. 2013; 1: 45-50.
6. Терновой С.К., Серова Н.С., Абрамов А.С., Терновой К.С. Методика функциональной мультиспиральной компью-

терной томографии шейного отдела позвоночника. REJR. 2016; 6 (4): 38-43. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-38-43.

7. Тюлькин О.Н. Опыт хирургического лечения стеноза позвоночного канала у пациентов с дегенеративными заболеваниями шейного и поясничного отделов позвоночника. Хирургия позвоночника. 2011; 4: 58-68.

8. Чернышева Т.В. Нестабильность в шейном отделе позвоночника по данным ультразвукового исследования. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015; 5: 188-189.

9. Bailitz J. CT should replace three-view radiographs as the initial screening test in patients at high, moderate, and low risk

for blunt cervical spine injury: A prospective comparison J. Trauma. 2009; 66: 1605-1609.

10. Holmes J.F. Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: A meta-analysis J. Trauma. 2005; 58 (5): 902-905.

11. Radiographic clearance of blunt cervical spine injury: Plain radiograph or computed tomography scan J. Trauma. 2003; 55 (2): 222-227.

12. Steilen D. Chronic Neck Pain: Making the Connection Between Capsular Ligament Laxity and Cervical Instability. The Open Orthopaedics Journal. 2014; 8: 326-345.

References:

1. Grinenko E.A., Kulchikov A.E., Musin R.S. Extended examination of patients with cephalgic syndrome on the background of instability of the cervical spine. Bulletin of the National Medical-Surgical Center. N.I. Pirogov. 2014; 9; (1): 38-42 (in Russian).

2. Kravchenko A.I. Clinical and radiological verification of cervical instability of the spine in adolescent children. Injury. 2015; 16 (5): 95-98 (in Russian).

3. Rudkovsky A.I. Violations of blood flow in the vertebral arteries with instability in the motor segments of the cervical spine. Abstract of dissertation for the degree of candidate of medical sciences / Moscow State Medical and Dental University. Moscow, 2012. 24 p. (in Russian).

4. The method of functional multislice computed tomographic diagnosis of instability of the vertebral motor segments of the cervical spine: Pat. 2637829 Ros. Federation: IPC A61 B6 / 04 (2006.01) / S. Thornova [et al.]; applicant and patent holder of FGAOU IN First First MG MU them. THEM. Sechenov Ministry of Health of Russia (Sechenov University). - № 2016123711; declare 06/15/16; publ. 12/07/17, Bull. No. 34 (in Russian).

5. Taba E.E. Optimal methods for diagnosing cervical spine instability in children and adolescents. Russian Pediatric Journal. 2013; 1: 45-50 (in Russian).

6. Ternovoy S.K., Serova N.S., Abramov A.S., Ternovoy K.S. Technique of functional multispiral computed tomography of the cervical spine. Rejr. 2016; 6 (4): 38-43. DOI: 10.21569 / 2222-7415-2016-6-4-38-43 (in Russian).

7. Tyulkin O.N. Experience of surgical treatment of spinal stenosis in patients with degenerative diseases of the cervical and lumbar spine. Spinal Surgery 2011; 4: 58-68 (in Russian).

8. Chernysheva T.V. Instability in the cervical spine according to ultrasound. Ultrasound and functional diagnostics. 2015; 5: 188-189 (in Russian).

9. Bailitz J. CT shouldn't have a clear view of his spinal injury: A prospective comparison J. Trauma. 2009; 66: 1605-1609.

10. Holmes J.F. A meta-analysis of the computed tomography versus plain radiography: A meta-analysis of J. Trauma. 2005; 58 (5): 902-905.

11. Radiographic clearance of blunt cervical spine injury: Plain radiograph or computed tomography scan J. Trauma. 2003; 55 (2): 222-227.

12. Capsular Laxity and Cervical Instability Steilen D. Chronic Neck Pain: Making the Connection. The Open Orthopedics Journal. 2014; 8: 326-345.