



БЪЛГАРСКА НЕВРОХИРУРГИЯ

Година 2021, Том 26, Брой 1-2

...

BULGARIAN NEUROSURGERY

YEAR 2021, VOLUME 26, ISSUE 1-2

ISSN: 1310-2206



БЪЛГАРСКА НЕВРОХИРУРГИЯ

ГОДИНА 2021, ТОМ 26, БРОЙ 1-2

•••

BULGARIAN NEUROSURGERY

YEAR 2021, VOLUME 26, ISSUE 1-2

БЪЛГАРСКА НЕВРОХИРУРГИЯ

BULGARIAN NEUROSURGERY

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Главен редактор

Проф. д-р Н. Габровски, д.м.

Членове

Проф. д-р К. Романски, д.м.н.

Проф. д-р М. Маринов, д.м.н.

Проф. д-р Т. Ефтимов, д.м.

Проф. д-р П. Вълканов, д.м.

Проф. д-р Б. Китов, д.м.

Проф. д-р Я. Енчев, д.м.н.

Проф. д-р В. Каракостов, д.м.

Доц. д-р Г. Кючуков, д.м.

Доц. д-р Й. Панов, д.м.

Редактор на броя

Проф. д-р Н. Габровски, д.м.

Технически редактор

Доц. д-р Д. Фердинандов, д.м.

Адрес

УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ ЕАД

Клиника по неврохирургия

Бул. Акад. Иван Гешов 15

1431 София, България

Тел. +359 888 678 549

Е-мейл: journal@neurosurgery.bg

Уеб-сайт: <http://journal.neurosurgery.bg>

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief

Prof. N. Gabrovsky, MD, PhD

Members

Prof. K. Romansky, MD, PhD, DSc

Prof. M. Marinov, MD, PhD, DSc

Prof. T. Eftimov, MD, PhD

Prof. P. Valkanov, MD, PhD

Prof. B. Kitov, MD, PhD

Prof. Y. Enchev, MD, PhD, DSc, FRCS

Prof. V. Karakostov, MD, PhD

Assoc. Prof. G. Kyuchukov, MD, PhD

Assoc. Prof. Y. Panov, MD, PhD

Volume Editor

Prof. N. Gabrovsky, MD, PhD

Technical Editor

Assoc. Prof. D. Ferdinandov, MD, PhD,

FEBNS

Address

Sv. Ivan Rilski University Hospital

Clinic of Neurosurgery

15 Acad. Ivan Geshov Blvd

1431 Sofia, Bulgaria

Tel. +359 888 678 549

Е-мейл: journal@neurosurgery.bg

Web-site: <http://journal.neurosurgery.bg>

**БЪЛГАРСКО ДРУЖЕСТВО ПО
НЕВРОХИРУГИЯ**

**BULGARIAN SOCIETY OF
NEUROSURGERY**

**ИЗПЪЛНИТЕЛЕН КОМИТЕТ
2019-2021**

**EXECUTIVE COMMITTEE
2019-2021**

Председател

Проф. д-р Н. Габровски, д.м.н.

Chairman

Prof. N. Gabrovsky, MD, PhD, DSc

Заместник-председатели

Проф. д-р Я. Енчев, д.м.н.
Проф. д-р В. Каракостов, д.м.

Deputy Chairmen

Prof. Y. Enchev, MD, PhD, DSc
Prof. V. Karakostov, MD, PhD

Секретар

Доц. д-р Д. Фердинандов, д.м.

Secretary

Assoc. Prof. D. Ferdinandov, MD, PhD

Членове

Проф. д-р М. Маринов, д.м.н.
Проф. д-р Хр. Желязков, д.м.
Доц. д-р А. Бусарски, д.м.
Д-р Т. Спириев, д.м.

Members

Prof. M. Marinov, MD, PhD, DSc
Prof. H. Zhelyazkov, MD, PhD
Assoc. Prof. A. Bussarsky, MD, PhD
T. Spiriev, MD, PhD

Касиер

Доц. д-р Кр. Минкин, д.м.

Treasurer

Assoc. Prof. K. Minkin, MD, PhD

Адрес

УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ ЕАД
Клиника по неврохирургия
Бул. Акад. Иван Гешов 15
1431 София, България
Тел. +359 888 678 549
Е-мейл: office@neurosurgery.bg
Уеб-сайт: <http://neurosurgery.bg>

Address

Sv. Ivan Rilski University Hospital
Clinic of Neurosurgery
15 Acad. Ivan Geshov Blvd
1431 Sofia, Bulgaria
Tel. +359 888 678 549
E-mail: office@neurosurgery.bg
Web-site: <http://neurosurgery.bg>

СЪДЪРЖАНИЕ

**ТРИИЗМЕРНА ЕНДОСКОПСКА
ЕНДОНАЗАЛНА ХИРУРГИЯ НА ХИПОФИЗНИ
ТУМОРИ – ТЕХНИЧЕСКА ИНОВАЦИЯ И
ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВО КЪМ ХИРУРГА
..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

А. Хаджиянев

**УСЛОЖНЕНИЯ В СПИНАЛНАТА ХИРУРГИЯ,
СВЪРЗАНИ С НАРАНЯВАНЕТО НА
КРЪВОНОСНИ СЪДОВЕ... ERROR! BOOKMARK
NOT DEFINED.**

Д. Славков, Св. Троянова-Славкова,
А. Хаджиянев, Д. Фердинандов,
В. Каракостов

**ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ НА ТОРАКАЛНИ
ДИСКОВИ ХЕРНИИ ПОСРЕДСТВОМ ЗАДЕН
ТРАНСПЕДИКУЛАРЕН ДОСТЪП В ЕДНА
ИНСТИТУЦИЯ..... ERROR! BOOKMARK NOT
DEFINED.**

Хр. Цонев, Хр. Христов

**КАРТИРАНЕ НА ЦЕНТРАЛНАТА БРАЗДА С
ПОМОЩТА НА СОМАТО-СЕНЗОРНИ
ЕВОКИРАНИ ПОТЕНЦИАЛИ – НАШИЯТ
ОПИТ ПРИ 64 ИНТЕРВЕНЦИИ ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.**

К. Габровски, П. Каразапрянов, Кр. Минкин

**ОСИФИКАЦИЯ НА ЗАДНИЯ НАДЛЪЖЕН
ЛИГАМЕНТ В ЦЕРВИКАЛНИЯ ОТДЕЛ –
ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ ... ERROR! BOOKMARK
NOT DEFINED.**

Хр. Христов

**СРАВНЕНИЕ НА КОЛИЧЕСТВЕНАТА КТ-
ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИЯ И DXA ЗА
ОЦЕНКА НА КОСТНАТА МИНЕРАЛНА
ПЛЪТНОСТ ПРИ ПАЦИЕНТИ С
ОСТЕОПОРОТИЧНИ ВЕРТЕБРАЛНИ
КОМПРЕСИОННИ ФРАКТУРИ ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.**

Д. Янков, А. Бусарски, Д. Фердинандов,
В. Каракостов

**РЕЦИДИВИРАЩ МНОЖЕСТВЕН
ЕПИТЕЛИОМ НА MALHERVE
(ПИЛОМАТРИКСОМ).
ПРЕДСТАВЯНЕ НА КЛИНИЧЕН СЛУЧАЙ
И ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА. ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.**

Ф. Недим, Г. Юруков, М. Каменова,
Н. Велинов, Н. Габровски

**ЕЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧНО
КОНТРОЛИРАНА МАКСИМАЛНА
БЕЗОПАСНА РЕЗЕКЦИЯ НА ПЕДИАТРИЧНИ
ДИЕНЦЕФАЛНИ ГЛИОМИ – КЛИНИЧНА
СЕРИЯ..... 47**

М. Милев, Ст. Стоянов, Т. Спириев, Л. Лалева,
Вл. Наков

TABLE OF CONTENTS

**3D ENDOSCOPIC TRANSSPHENOIDAL
PITUITARY SURGERY – TECHNOLOGICAL
INNOVATION AND A CHALLENGE TO THE
SURGEON1**

A. HADZHIYANEV

**COMPLICATIONS IN SPINAL
SURGERY ASSOCIATED WITH
VASCULAR INJURY7**

D. SLAVKOV, S. TROYANOVA-SLAVKOVA,
A. HADZHIYANEV, D. FERDINANDOV,
V. KARAKOSTOV

**SURGICAL TREATMENT OF THORACIC DISC
HERNIATIONS BY POSTERIOR
TRANSPEDICULAR APPROACH IN ONE
INSTITUTION.....16**

H. TSONEV, H. HRISTOV

**MAPPING OF THE CENTRAL SULCUS WITH
SOMATOSENSORY EVOKED POTENTIALS –
OUR EXPERIENCE
WITH 64 SURGERIES.....23**

K. GABROVSKI, P. KARAZAPRYANOV, K. MINKIN

**OSSIFICATION OF THE POSTERIOR
LONGITUDINAL LIGAMENT IN THE CERVICAL
SPINE – SURGICAL TREATMENT..... 29**

H. HRISTOV

**COMPARISON OF QUANTITATIVE CT-
OSTEODENSITOMETRY AND DXA BONE
MINERAL DENSITY ESTIMATION IN
PATIENTS WITH OSTEOPOROTIC
VERTEBRAL COMPRESSION
FRACTURES..... 37**

D. YANKOV, A. BUSSARSKY, D. FERDINANDOV,
V. KARAKOSTOV

**RECURRENT MULTIPLE EPITHELIOMA OF
MALHERBE (PILOMATRIXOMA).
PRESENTATION OF A CLINICAL
CASE AND REVIEW OF
THE LITERATURE 44**

F. NEDIM, G. YURUKOV, M. KAMENOVA,
N. VELINOV, N. GABROVSKI

**ELECTROPHYSIOLOGICALLY
CONTROLLED MAXIMAL SAFE
RESECTION OF
PEDIATRIC DIENCEPHALIC GLIOMAS –
CLINICAL SERIES..... 47**

M. MILEV, S. STOYANOV, T. SPIRIEV, L. LALEVA,
V. NAKOV

**ТРИИЗМЕРНА ЕНДОСКОПСКА ЕНДОНАЗАЛНА ХИРУРГИЯ НА ХИПОФИЗНИ ТУМОРИ –
ТЕХНИЧЕСКА ИНОВАЦИЯ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВО КЪМ ХИРУРГА**

Асен Хаджиянев^{1,2}

¹Катедра по неврохирургия, Медицински факултет, Медицински университет – София

²Клиника по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“, София

Резюме

Масовото навлизане на ендоназалната ендоскопска техника в трансфеноидалната хирургия остави избора на хирурзите за класическата микрохирургия на заден план. Неоспорими са предимствата на ендоскопа спрямо микроскопа по отношение на по-добрата осветеност и по-широкият визуален обхват на оперативното поле, както и възможностите за поглед встрани от зрителната ос на микроскопа. При чисто ендоскопската процедура оперативното поле и манипулирането с микроинструментариума се презентират на телевизионен монитор като двуизмерен образ (2D) за разлика от бинокулярната (3D) възприемане при микро техниката. Известен недостатък на 2D образите е ограничената дълбочина, въпреки възможностите, които предоставят съвременните ултра 4K монитори. Някои проучвания през последните години подчертават недостатъка от загубата на бинокулярното зрение при 2D ендоскопската техника като фактор, който би могъл да повлияе съществено върху крайния резултат от лечението. Триизмерната ендоскопска визуализация с висока резолюция (3D-HD) е относително нов метод, който има за цел да компенсира именно този недостатък на 2D ендоскопа. Масовото му въвеждане все още е затруднено не само поради техническите ограничения, а от специфичната адаптация и временните неблагоприятни ефекти върху сетивните функции на хирургичния екип.

Ключови думи: трансфеноидална хирургия, 2D ендоскопска визуализация и 3D-HD ендоскопска визуализация.

**3D ENDOSCOPIC TRANSSPHENOIDAL PITUITARY SURGERY –
TECHNOLOGICAL INNOVATION AND A CHALLENGE TO THE SURGEON**

Asen Hadzhiyanev^{1,2}

¹Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Medical University - Sofia

²Clinic of Neurosurgery, St. Ivan Rilski University Hospital, Sofia, Bulgaria

Abstract

With the substantial increase in the use of endonasal endoscopic equipment in the transsphenoidal surgery, surgeons started to set aside their preferences for the classic microsurgery. The endoscope, compared to the microscope, offers indisputable advantages in terms of much better illumination and increased visualization of the operative field. What is more, it provides surgeons with the possibility to have a side-on perspective that is off the visual axis of the microscope. Unlike the binocular perception that the microscopic equipment offers, during the endoscopic procedure, the operative field and the manipulation with the micro-tools can be observed as a 2D image on a TV screen. Despite the potential of the modern 4K ultra HD monitors, the limited depth of the 2D image is considered as a kind of a disadvantage. The analyses of the efficiency of the endoscopic equipment presented by some studies in the recent years point to the disadvantage of losing the opportunity for binocular vision as a factor which may have a considerable impact on the overall outcome of the surgical treatment. The 3D HD endoscopic visualization is a relatively new method that aims at making up for that disadvantage of the 2D endoscope. However, implementing the method on a large scale is still hindered not only by some technical limitations, but also by the necessity for specific adaptation of the surgical team in order to overcome the temporary unfavourable effects on their perception and space orientation.

Keywords: transsphenoidal pituitary surgery, 2D endoscopic visualization, 3D-HD endoscopic visualization.

Въведение

В края на 90-те години на миналия век се отчита бърз прогрес и масово въвеждане на ендоназалната ендоскопска процедура за хирургично лечение на туморни лезии, ангажиращи черепната база. Това е реализация на концепцията за минимална инвазивност с максимална ефективност и по конкретно с приложение за хирургия на селараните и някои параселарни тумори. Навлизането на чисто ендоскопската техника доведе до по-ограниченото използване на операционния микроскоп и на хибридната техника (ендоскоп и микроскоп в една процедура и в една зала). Натрупаният клиничен опит от чисто ендоскопската 2D методика както и резултатите от задълбочените мултицентрични проучвания, отчетливо открояват недостатъка от загубата на бинокулярното зрение и ограничението в дълбочината на образите.

Триизмерната 3D-HD ендоскопска визуализация е относително нов метод, който има за цел да компенсира недостатъка на 2D ендоскопа, съчетавайки предимствата на ендоскоп и микроскоп в едно устройство. Дали тази нова методика ще доведе до преодоляването на този проблем или е само техническа иновация с предизвикателство към хирурга е въпрос, който е без еднозначен отговор.

Целта на проучването е да се направи анализ на публикациите в специализираните издания и да се генерират изводи за ползата от въвеждането на 3D-HD ендоскопска методика в нашата клинична практика.

Материал и методи

Проведено е търсене на английски език в MEDLINE PubMed, използвайки комбинация от следните ключови думи: „трансфеноидална хирургия“, „2D ендоскопска визуализация“ и „3D-HD ендоскопска визуализация“. Търсенето

се фокусира върху рандомизирани, проспективни и ретроспективни проучвания на английски език и с повече от 10 клинични случаи.

Дискусия

В исторически аспект въвеждането на ендоскопите в трансфеноидалната хирургия имаше за цел да елиминира някои ограничения и недостатъци на класическата микроскопска техника: тесен хирургически коридор, риск от погрешна ориентация и възможност за поглед встрани от зрителната ос на микроскопа, визуален достъп до някои особености на хирургическата анатомия и др. Техническите детайли на чисто ендоскопската методика включват: бипортална, биноздрена техника с или без помощен назален спекулум, с или без фиксатор за ендоскопа, възможност за бимануални хирургически манипулации (работа на „четири ръце“), асистенция от добре подготвен втори хирург и презентиране на оперативното поле на 2D монитор. Целта на подобрената визуализация и осветеност е да предостави възможности за по-голяма степен на резекция и да намали риска от ятрогенната увреда на невровакуларните структури. Освен това методиката предполага по-малка хирургична травма на носната лигавицата, както и по-бързо следоперативно възстановяване на пациента.

Идеята за ендоскопската техника се заражда през миналото столетие като за пионери претендират различни автори и колективи. За един от иноваторите се счита Карл Щорц, който през 1963 г. добавя към оптиката на ендоскопа светловод с фиброоптични влакна и по този начин чувствително подобрена визуализация на оперативното поле. Следват непрекъснати усъвършенствания на ендоскопските апарати и накрайници (Фиг. 2) до конструирането на съвременните 2D 4K-HD монитори и 3D-HD (Фиг. 1). Ендоскоп-

ската техника набира по-голяма популярност едва през 90-те години на миналия век благодарение на две независими школи – едната в Европа, базирана в Неапол, Италия, (ръководена от Р. Саррабианца), а другата в Питсбърг, САЩ. Тази иновативна техника предоставя необходимия за времето си модерен технологичен прогрес в трансфеноидалната хирургия. Саррабианца [9] въвежда през 1998 г. термина "функционална ендоскопска хирургия на хипофизата" (FEPS) и има изключителен принос за развитието на ендоскопската апаратура и микроинструментарий. Освен техническите подобрения Саррабианца [11] полага и научната основа за критичната оценка на чисто ендоскопските техники. Следва период на масовото навлизане на чисто ендоскопската техника в съвременната неврохирургия като са усъвършенствани светловодите, оптиката на ендоскопите, разработена е компютърна чипова телевизионна CCD видеокамера с много добра разделителна способност и панорамност.

В България тази техника навлиза и намира реализация през 1999 г. в две независими едно от друго неврохирургични звена (Александровска болница В. Бусарски [1] и „Св. Анна“, гр. София М. Маринов, С. Димитров [2,3,4]). Началото е положено с прилагането на хибридна техника, като ендоскопите са използвани за допълнителен оглед с тенденция за преминаване към чисто ендоскопска трансфеноидална хирургия. Използвани са и широкоъгълни ендоскопи от 0°, 30°, 45° и 70°, осигуряващи постигнато на значително по-голямо зрително поле в области извън полезрението на операционния микроскоп (апарати на Aescular, Karl Shtorz). През 2015 г. е реализиран проект на М. Маринов за оборудване и функциониране на хирургична зала за чисто ендоскопска техника а през 2017 г. по идея на А. Хаджиянев [6] е създаден Националният Референтен Център за ендоскопско лечение на хипофизни аденоми и други селарни лезии към Клиниката по неврохирургия на УМБАЛ „Св. Иван Рилски“, София. През 2020 г. Д. Попов [5] анализира и отчита в научна разработка резултатите от чисто ендоскопската техника, затвърждавайки несъмнено предимствата на тази методика. Развитието на ендоскопската методика в световен аспект води и до отчитането на някои нейни недостатъци свързани с визуализацията на оперативното поле. Това е причина да се стимулира търсенето на нови иновативни решения целящи да елиминират съществуващи недостатъци и да повишат ефективността на методиката. Създаването на 3D-HD ендоскопи, апарати и монитори има за цел да компенсира недостатъците на 2D техниката.

Неоспорим факт е че при чисто ендоскопската техника двуизмерното 2D възприемане на образите е с ограничена дълбочина за разлика от възприятието при класическата бинокулярна микроскопска техника. За да бъде преодолян този недостатък и да се ограничи прилагането на хибридна техника е разработена триизмерната 3D-HD ендоскопска визуализация (съчетание от предимствата на двете техники) [9,11,12,14].

В наши дни прогресът в ендоскопската методика се характеризира основно с развитието на триизмерната ендоскопска апаратура, като целта е тя да се превърне в 3D-HD комбинирано устройство, съчетаващо предимствата на микроскоп и ендоскоп в едно (Фиг. 2). Тази технология използва набор от лещи разположени пред единичен видеочип в дисталния край на ендоскопа, като по този начин се генерира стереоскопичен изглед на хирургичното поле [8,10]. Технологията е известна и като „око на насекомо“, тъй като имитира сложното устройство на очите на членестоногите насекоми. Обрза от камерата се презентира на 3D-HD монитори (Фиг. 3) и изисква използването на специални 3D устройства и очила от хирурзите (Фиг. 4). Освен новите технически средства, тази методика задължава и специфична адаптация към образите от страна на хирурга по време на процедурата. Регистрирани са и временни неблагоприятни странични ефекти след приключване на процедурата. Хирурзите споделят за появата на дискомфорт, изразяващ се във временно отклонение от нормалната адаптация и акомодация на зрителния анализатор, световъртеж а в някои случаи с продължително времетраене на процедурата съобщават и за появата на напрегнатост и главоболие.

Едно от пилотните проучвания за ефективността на новата методика е на А. Табаев [7] и колектив през 2009 год., които споделят своите първоначални впечатления от една малка група от 13 пациенти с предимно хипофизни аденоми. 3D-HD ендоскопът те използват като единствен метод за визуализация при отстраняването на ту лезии в селарна област. Авторите описват впечатленията си за подобро възприемане на дълбочината на образите по време на 3D ендоскопията, сравнявайки я с 2D технологията при еднакво времетраене и на двете процедури. Те съобщават и за бързо възстановяване на оперативния екип, а по отношение на адаптацията и акомодацията те не споделят за усещане на напрежение в очите или главоболие. А. Табаев [7] и колектив дават субективно предимство на методиката, отчитайки подобреното възприемане на образите по отношение на дълбочина. Р. Charalampaki [16] и колектив през 2013 год.

споделят своите впечатления от използването на 3D ендоскоп за подобрена дълбочина на образа при специфичен дизайн на ендоскопа (малък размер и диаметър).



Фиг. 1. 3D апарат на „Карл Щорц“.



Фиг. 2. 3D ендоскоп на „Карл Щорц“.



Фиг. 3. Монитор за 3D на „Карл Щорц“.



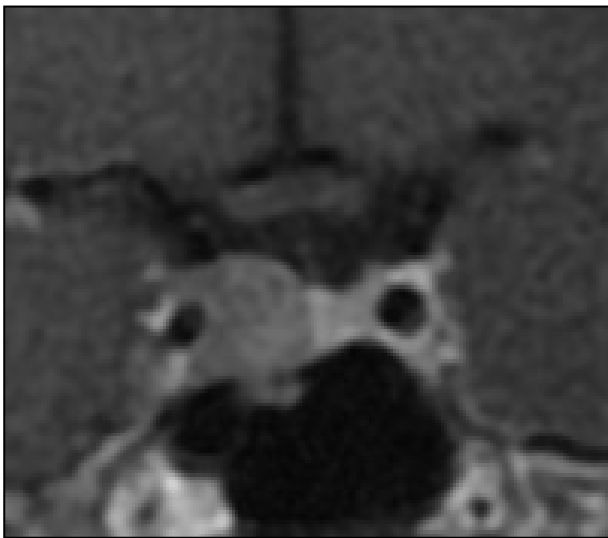
Фиг. 4. Очила за 3D.

Тази тип оптика, според същите автори, позволява стереоскопичен поглед върху екстра и интрааксиалната част на лезията, както и възможност за пълнен панорамен оглед (Фиг. 5-7). Техните впечатления са за достатъчна ефективност на методиката, като те не регистрират необичайни усложнения и дискомфорт от страна на пациентите и от страна на хирургичния екип.

Felisati [14] и колектив през 2013 год., за да определят субективните трудности на хирурзите използващи тази нова методика създават и анализират анкета, която оценява впечатленията от първите десет процедури. Анкетата обхваща младши и старши УНГ специалисти ендоскописти, както и неврохирурзи специализирани в ендоскопската, ендоназална трансфеноидална хирургия. Усещането за напрежение, главоболие, световъртеж, затруднена анатомичната ориентация или други трудности при извършване на интервенцията те оценяват конкретно за всеки един хирург. Обсъждат кривата на обучение при групите на младши и старши хирурзи, като разработват стратегии за преодоляване на първоначалните проблеми породени от 3D ендоскопията. Авторите потвърждават, че само след няколко процедури предимствата на 3D ендоскопската система, включително по-добра визуализация и възприемането на дълбочината в образа на ТВ-монитора са в състояние да надхвърлят неудобствата и дискомфорта от усвояването на новата методика. Резултатите от тяхната анкета представят ентузиазъм от страна на по-младите хирурзите по-бързо да усвоят новата техника и скептицизъм от страна на по-старшите лекари.

Altieri R. [8] и съавтори твърдят, че въвеждането на модерната ендоскопия в неврохирургията и по-специално на 3D-HD трансназалния подход позволява да се визуализира и доминира по средна линия на цялата черепна основа. Те публикуват през 2016 г., резултатите от анализа на група от 199 пациенти с хипофизни аденоми, кливални хордоми, краниофарингиоми, кисти на

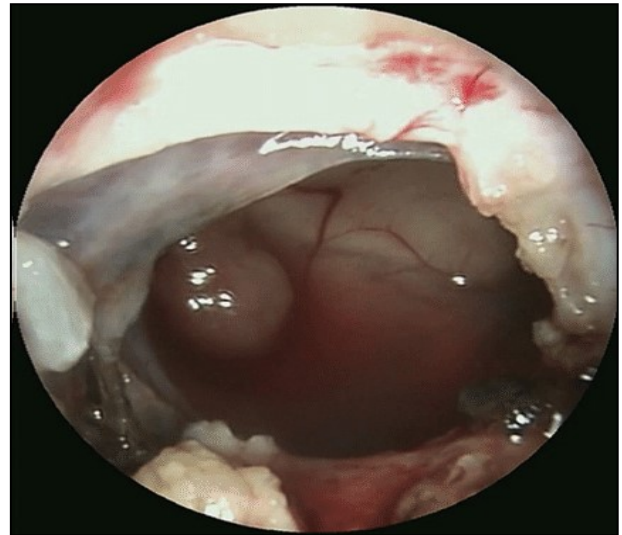
Ратке, туберкулум селе менингиоми и други третираны само с помощта на 3D-HD ендоскопска техника. Анализирайки собствения опит извеждат извода, че количеството и точността на необходимите движения за постигането на определената цел зависят от яснотата на екрана и неговата разделителната способност. Освен това, възприемането на дълбочината е от решаващо значение за извършването на по-точни и финни движения с микроинструментариума. Те лансират тезата, че тази нова техника може да осигури подобряване на хирургическата сръчност, представяйки достатъчна дълбочина на възприятие при манипулирането на тъканите и маневриране с ендоскопа в ендоназалния коридор. От водещо значение според тях за ефективността и положителния краен резултат са възможностите на хирурга бързо да усвои новата 3D техника, като преодолее временните неблагоприятни ефекти.



Фиг. 5. МРТ образ на селарен тумор.



Фиг. 6. Чело на 3D оптика.



Фиг. 7. 3D образ – монитор.

Erik Uvelius and Peter Siesjö [13] през 2020 г. провеждат проспективно кохортно проучване с цел оценка на ефекта от 3D ендоскопия при трансфеноидална хирургия на аденоми на хипофизата сравнявайки ги с конвенционалната 2D ендоскопия. Проучването е проспективно и базирано върху данни преди и след въвеждането на 3D ендоскопията. Сравнителният анализ включва съпоставката на две групи оперирани съответно с 2D (26 пациенти) и с 3D (29 пациенти) методики, като критерии за оценка са времетраенето на процедурата, интраоперативна кръвозагуба, степента на резекция, усложненията, болничният престой и качество на живот (QL). Групите включват пациенти единствено с първични процедури. Авторите не установяват статистически значими разлики в резултатите при новата 3D, спрямо широко използваната 2D ендоскопска техника. Времетраенето на процедурата, степента на усложнения, престоя в болницата, скоростта на общата обща резекция и следоперативното QL не се различават особено при двете хирургични техники. Въпреки това, те отчитат макар и незначително увеличение на процента на постоперативният хипопитуитаризъм и безвкусен диабет при 3D ендоскопската техника спрямо 2D ендоскопията. Това проспективното кохортно проучване не успява да докаже очевидни предимства на 3D ендоскопията при хипофизна хирургия използвайки основните параметри, включително и следоперативната оценка на QL. Основното предимство установено от тях не се различава от впечатленията на другите автори а именно увеличеното възприятие и дълбочина на образа. Отчетени са временното неразположение в хирургичните екипи, както и необходимото време за усвояването на тази нова процедура.

Според Yoichi Uozumi [18] е важно да се оцени и текущото технологично развитие на

стандартните 2D ендоскопи, тъй като настоящите техники за презентирание на 2D образи са чувствително подобрени благодарение на ултра 4K визуализацията. Няколко проучвания правят заключението, че подобряването на разделителната способност на дисплея (от SD до пълна HD резолюция) и достигането до настоящата 4K разделителна способност на монитора е важно за оценката и изводите от ефективността на ендоскопската хирургия.

Van Bergen [15] и колектив твърдят, че увеличената разделителна способност на оптиката и ултра 4K монитора, подобряват усета за дълбочина и по този начин се компенсират стереоскопичното зрение. В този смисъл не може да се твърди, че увеличената резолюция и дълбочина на образите при 3D ендоскопията е основен критерий за успеваемост и краен резултат от хирургичното лечение. Важно е да се отбележи, че както 2D така и 3D системите имат HD резолюция. Несъмнено след усвояването на 3D ендоскопията впечатленията са за по-добра визуализация и по-голяма дълбочина на възприятие а някои проучванията показват, че опитните хирурзи се адаптират и обучават по-бързо към новото възприемане на образите. Други са по скептични и предполагат, че начинаещите ендоскописти имат по-голям потенциал за развитие и използване на новата техника, тъй като опитните хирурзи с течение на времето се развили стереотип на движенията си и са усъвършенствали способности за пространственото ориентирание предоставено от образите на 2D ендоскопа. Подобно изживяване и усещане при хирурзите е описано и при прехода от микроскопската ендоназална техника към чисто ендоскопската.

Оценката на ефективността на 3D техниката е затруднена както при навлизането на всяка една нова методика и техника. За постигането на по-голяма обективност е необходимо абстрахирането от пристрастията към иновациите и стремежа за заемане на лидерската позиция в съответната област. В този смисъл резултатите могат да се дефинират и интерпретират по различни начини, включително и понятието за тотална резекция и ексцизия на туморната лезия. Очевидните пристрастия към публикуването и цитирането само на положителните резултати трябва да бъдат игнорирани в името на обективността и достоверността на методиката. Най-точната представа за ползата от 3D-HD ендоскопията би могло да даде провеждането на двойно сляпо проучване но поради етични и морални съображения на този етап това е неприложимо. Фактите доказват, че хирургичните процедури в различните държави и клинични центрове се

извършват по малко по-различен начин от различните хирурзи в зависимост от техния личен опит, технически и институционални възможности. От друга гледна точка ефектът от оптимизма за внедрена иновация, направените икономически инвестиции и положителните очаквания от новите технологии не трябва да се подценяват, тъй като те са основен двигател на прогреса и развитието. Ние в нашата клинична практика все още не разполагаме със система за 3D-HD ендоскопия и няма как да споделим нашите преки впечатления. Мотивирани сме да въведем тази нова методика но само след като бъдем убедени в нейната по-висока ефективност спрямо 2D- ултра 4K ендоскопията и класическата микроскопска техника.

Заключение

Въвеждането на модерната 3D ендоскопия в областта на неврохирургията и по-специално трансназалният подход към черепната основа, позволява на хирурга по-добра визуализация и по-голяма дълбочина на възприятие по време на хирургичната процедура и съответно по-прецизни и по-точни движения с микроинструментариума. Анализ на данните от различните проучвания демонстрират, че манипулирането в тъканите зависи от яснотата на изображението предоставено от високата резолюцията на устройствата и мониторите. Отлични резултати могат да бъдат постигнати както с използването на 2D ендоскоп с ултра 4K монитор така и с 3D-HD но с първоначален временен дискомфорт в хирургичния екип. Литературните данни и мнението на експертите показват, че тази нова методика несъмнено осигурява на хирурга по-дълбоко възприятие. Неоспорим факт е че крайният резултат зависи и от опита на хирурга.

В заключение всяка иновация в трансфеноидалната хирургия може да бъде двигател на прогреса стига тя да бъде приложима и ефективна.

Библиография

1. Бусарски В. Ендоназален и трансфеноидален достъп към турското седло. Българска неврохирургия 1995;3.10-13
2. Димитров Ст., Маринов М., Бусарски А., Николов С.: Ендоскопска трансфеноидална хирургия при хипофизни аденоми-първи приноси. Българска неврохирургия 2001.м.6.№1-3:28-28.
3. Маринов М., Димитров С., Бусарски А., Николов С.: Ендоскопски асистирана микрохирургия при краниобазални лезии: резултати при 16 пациента. Pro Otology (Balkan Journal of Otolology&Neurosurgery) 2001, Vol1, No1:32.
4. Маринов М.: Съвременни възможности на трансфеноидалната хирургия при хипофизните

- аденоми. Дисертация за присъждане на научна степен „Доктор на медицинските науки“, София 2006
5. Попов Д. Чисто ендоскопска трансфеноидална хирургия при хипофизни аденоми. Дисертация за присъждане на научна степен „Доктор на медицинските науки“, София 2018
 6. Хаджиянев А. Ендоназални достъпи към селарната област, монографичен труд София 2020, стр. 136-166.
 7. Abhin Tabae, Vijay K Anand, Justin F Fraser, Seth M Brown, Ameet Singh, Theodore H Schwartz Three-dimensional endoscopic pituitary surgery *Neurosurgery* 2009 May; 64(5 Suppl 2): 288-93; discussion 294-5. doi: 10.1227/01.NEU.0000338069.51023.3C.
 8. Altieri R., Tardivo V., Pacca P., Pennacchietti V., Penner F., Garbossa D., et. al.: 3D HD Endoscopy in Skull Base Surgery: From Darkness to Light. *Surg Technol Int* 2016; 29: pp. 359-365.
 9. Ameet Singh, Rupali Saraiya Three-dimensional endoscopy in sinus surgery *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2013 Feb;21(1):3-10. doi: 10.1097/MOO.0b013e32835bf58c.
 10. Akihiro Inoue, Shohei Kohno, Naoya Nishida et al. Clinical utility of new three-dimensional model using a zero-echo-time sequence in endoscopic endonasal transsphenoidal surgery *Clin Neurol Neurosurg* 2020 Mar;190:105743. doi: 10.1016/j.clineuro.2020.105743. Epub 2020 Feb 21
 11. Cappabianca P, Cavallo LM, de Divitiis E. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery. *Neurosurgery*. 2004;55(4):933-40; discussion 40-1.
 12. Catapano G., de Notaris M., Di Maria D., Fernandez L.A., Di Nuzzo G., Seneca V., et. al.: The use of a three-dimensional endoscope for different skull base tumors: results of a preliminary extended endonasal surgical series. *Acta Neurochir* 2016; 158: pp. 1605-1616.
 13. Erik Uvelius and Peter Siesjö 3-D endoscopy in surgery of pituitary adenomas, prospective evaluation of patient gain using basic outcome parameters *Journal of Clinical Neuroscience*, 2020-06-01, Volume 76, Pages 166-170
 14. Felisati G., Pipolo C., Maccari A., Cardia A., Revay M., Lasio G.B.: Transnasal 3D endoscopic skull base surgery: questionnaire-based analysis of the learning curve in 52 procedures. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013; 270: pp. 2249-2253.
 15. Kawanishi Y., Fujimoto Y., Kumagai N., Takemura M., Nonaka M., Nakai E., et. al.: Evaluation of two- and three-dimensional visualization for endoscopic endonasal surgery using a novel stereoendoscopic system in a novice: a comparison on dry laboratory model. *Acta Neurochir* 2013; 155: pp. 1621-1627.
 16. Patra Charalampaki , Alhadi Igressa , Mehran Mahvash , Ioannis Pechlivanis , Bernhard Schick Optimal invasive key-hole neurosurgery with a miniaturized 3D chip on the tip: Microendoscopic device *Asian J Neurosurg* 2013 Jul;8(3):125-31.doi: 10.4103/1793-5482.121681
 17. Van Bergen P., Kunert W., Buess G.F.: The effect of high-definition imaging on surgical task efficiency in minimally invasive surgery: an experimental comparison between three-dimensional imaging and direct vision through a stereoscopic TEM rectoscope. *Surg Endosc* 2000; 14: pp. 71-74.
 18. Yoichi Uozumi , Masaaki Taniguchi , Tomoaki Nakai et all .Comparative Evaluation of 3-Dimensional High Definition and 2-Dimensional 4-K Ultra-High Definition Endoscopy Systems in Endonasal Skull Base Surgery *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 2020 Sep 1;19(3):281-287. doi: 10.1093/ons/ozp426.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Асен Хаджиянев, д.м.
Клиника по неврохирургия
УМБАЛ „Св. Иван Рилски“
Бул. „Акад. Иван Гешов“ 15, София 1431
E-mail: dr_a.a.hadjianev@abv.bg

Address for Correspondence:

Asen Hadjiyanev, MD, PhD
Clinic of Neurosurgery
St. Ivan Rislki University Hospital
15 Acad. Ivan Geshov Blvd, 1431 Sofia, Bulgaria
E-mail: dr_a.a.hadjianev@abv.bg

УСЛОЖНЕНИЯ В СПИНАЛНАТА ХИРУРГИЯ, СВЪРЗАНИ С НАРАНЯВАНЕТО НА КРЪВНОСНИ СЪДОВЕ

Димитър Славков¹, Светослава Троянова-Славкова¹, Асен Хаджиянев^{2,3}, Дилян Фердинандов^{2,3},
Васил Каракостов^{2,3}

¹Клиника по неврохирургия, Болница Хелиос Плауен, Германия

²Клиника по неврохирургия, УМБАЛ Св. Иван Рилски, София

³Катедра по неврохирургия, Медицински факултет, Медицински университет – София

Резюме

Нараняването на съдове е необичайно, но не рядко усложнение в хирургията на гръбначния стълб. Последниците от това могат да се значителни. Честотата им може да се намали чрез разбиране на механизмите на нараняване. Направи се преглед на литературата, за да се предостави актуализация на етиологията и управлението на съдовите увреждания и усложнения при неврохирургична хирургия на гръбначния стълб. Съдовите наранявания могат да се категоризират според всяка хирургична процедура, довела до възникването им.

Ключови думи: хирургия на гръбначен стълб, усложнения, съдови наранявания, артерия Адамкевич.

COMPLICATIONS IN SPINAL SURGERY ASSOCIATED WITH VASCULAR INJURY

Dimitar Slavkov¹, Svetoslava Troyanova-Slavkova¹, Asen Hadzhiyanev^{2,3}, Dilyan Ferdinandov^{2,3},
Vasil Karakostov^{2,3}

¹Clinic of Neurosurgery, Helios Hospital Plauen, Germany

²Clinic of Neurosurgery, St. Ivan Rilski University Hospital, Sofia, Bulgaria

³Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Medical University – Sofia, Bulgaria

Abstract

Vascular injury is an unusual, but not uncommon complication of spinal surgery. The consequences of this can be significant. Their frequency can be reduced by understanding the mechanisms of injury. A review of the literature was provided to provide an update on the etiology and management of vascular damage and complications in neurosurgical spine surgery. Vascular injuries are categorized according to each surgical procedure that led to their occurrence.

Key words: spinal surgery, complications, vascular injuries, artery of Adamkiewicz.

Въведение

Определението за усложнение, свързано с операцията гласи, че това е всяко събитие, което представлява отклонение в очаквания ход на оперативното лечение [18]. Такива събития след операция на гръбначния стълб са свързани често с повишена заболяемост, смъртност, удължен болничен престой и повишени разходи на здравноусигурителната система. Нараняването на съдове е необичайно, но не рядко усложнение в хирургията на гръбначния стълб. Последниците от това могат да се значителни. Честотата им може да се намали чрез разбиране на механизмите на нараняване.

Материал и методи

Направи се преглед на литературата с цел да се предостави актуализация на етиологията и справянето със съдовите увреждания и последвалите усложнения при хирургия на гръбначния стълб. Тези наранявания могат да се категоризират според всяка оперативна процедура, довела до възникването им. Честотата, механизмите на нараняване и необходимите мерки за лечение са обсъдени за всяка процедура. Натрупването на знания и опит, както и усъвършенстването на образните изследвания прави сложната хирургия

на гръбначния стълб по-безопасна и надеждна. Появяващите се нови миниинвазивни техники и системи за инструментация изглеждат обещаващи, но трябва да имаме предвид евентуалните усложнения, които могат да възникнат при тях, включително и тези, свързани със съдовите наранявания.

Съдови наранявания при предна фиксация на одонтоидна фрактура

Предната винтова фиксация при одонтоидната фрактура има добро фузиониране и все повече се използва при пациенти с прясна фрактура, въпреки че е технически високотехнологична процедура. Съдово нараняване в резултат на тази техника се описва много рядко. В литературата е съобщено за едно нараняване на интракраниалната вертебрална вена и за едно на цервикалната а. carotis interna. В първия случай се касае за винт, който по погрешка нарушава върха на одонтоидния израстък и е поставен приблизително 1 см над него, което води до фатален субарахноидален кръвоизлив [13]. Във втория случай а. carotis interna е наранена от бормашина, което причинява катастрофалното ѝ разкъсване [4]. В литературата е описан случай на ятрогенно увреждане на а. cerebellaris posterios inferior при извършване на

предна фиксация на одонтоида с винт поради фрактура тип II при 22-годишен пациент. Субарахноидалният кръвоизлив, вторично появил се вследствие образуването на ятрогенна псевдоаневризма, бива излекуван от ендоваскуларен неврорадиолог. След това одонтоидната фрактура е оперирана отзад по техниката на Harms. Следоперативното проследяване за 12 месеца показва добри клинични и радиологични резултати. От КТ се вижда консолидиране на фрактурата. Пълното изключване на псевдоаневризма с лек инсулт в долното ляво малкомозъчно полукълбо е отбелязано на МРТ. Не се докладва мозъчна атаксия или нарушения при преглъщане [21].

Съдови наранявания при предна цервикална хирургия

Съдовото нараняване при предна субаксиална операция на шийните прешлени е рядко. Най-често засегнатият съд е а. vertebralis с честота от 0,3% до 0,5% [26, 54]. Стандартната предна цервикална дискектомия и фузия е безопасна процедура и при нея нараняване на артерията е изключително рядко, като се съобщава за по-малко от 10 случая в литературата [19,31].

Едно ретроспективно кохортно проучване на 97 пациенти, подложени на 4- и 3-етажна предна декомпресия и фузия, отчита значително по-висок риск от увреждане на гръбначните артерии при интервенция на четири спрямо три нива [14]. Разкъсване на вертебралната артерия може да възникне по време на странично прилагане на каутер или палпация със сонда [13], по време на инструментариума или чрез пробиване на съда при декомпресия в областта на унковертебралната става [19].

След като се появи интраоперативно кървене, хемостазата обикновено се постига чрез компресия на точката на кървене, прилагане на костен восък или фибрилиран колаген. В противен случай би могло да се появи рецидивиращо кървене, псевдоаневризма и артериовенозна фистула [33]. Няколко автори още в началото на 1990 г. препоръчват директното зашиване на разкъсаната артерията с конци [43], което не винаги може да бъде технически осъществимо. По-ефективно се счита прилагането на ендо-вакуларна техника. Стентирането е за предпочитане, тъй като с него може да се избегне риска от исхемия [27].

Рядко се описват случаи на нараняване на а. carotis interna, свързани с операция на предния шийен отдел на гръбначния стълб [55]. Тази артерия, която е ретрактирана странично по време на операцията, се намира в рамките на каротидната обвивка и е малко вероятно да бъде засегната от ретрактиращо острие. Продължителното екарти-

ране, обаче е отговорно за тромбоза на артерията и в резултат на което за полусферичен инсулт. Друго усложнение, свързано с продължителна ретракция е разпъването на тиреоидните артерии. Възможно е също образуването на псевдоаневризми, което да доведе до натиск върху дихателните пътища постоперативно. Описан е случай на хематом, в резултат на кръвоизлив на горната щитовидна артерия, който е довел до подуване на шията и диспнея 16 дни след артериорна церебрална декомпресия и фузия на 2 нива [56].

Съдови наранявания при задна C1-C2 артродеза

Нараняването на вертебралната артерия при техниката на фиксиране с атлантоаксиален трансартикуларен винт е едно от най-сериозните усложнения, които могат да се наблюдават. Чрез поставяне на трансартикуларен винт през C2 pars interarticularis към фасетна става C1-2 може артерията да бъде засегната поради близостта ѝ с костите и „сляпото“ преминаване на винта през тези конструкции.

Отделни автори съобщават, че честотата на травмиране на вертебралната артерия е 1,2%-13,1% при поставяне на винт за C1-C2 трансартикуларна стабилизация, 2,1%-5% при винтове на маса латералис и много по-рядко при субаксиални винтове в маса латералис [36,33].

Рентгенологични анализи с помощта на КТ изображения показват, че поставянето на C1-C2 трансартикуларен винт е било опасно и рисковано при около 20% от пациентите, поради височината на артерия вертебралис или тънък C2 педикул. Поради това от съществено значение е обстойна предоперативна оценка на анатомията на пациента [23].

Рисковите фактори за ятрогенно съдово нараняване при C1-C2 задна артродеза включват наличието на повредена или дефицитна атлантоаксиална маса латералис, в следствие от дегенеративен процес като нпр. ревматоиден артрит. Допълнителни фактори са непълното редуциране на C1-C2 сублуксацията преди поставянето на винт, което причинява аномална траектория на винта; неразпознаването на дилатирана артерия вертебралис в остта на педикула и маса латералис; аномалии в анатомията на а. carotis interna и а. vertebralis [2]. Предоперативната ангиография като КТ може да се използва, за да се определи васкуларната анатомия около ставата C1-C2 и така да се избегнат потенциални усложнения. Все още предоперативната оценка на съдовете в оперативната зона не е стандарт в повечето клиници по неврохирургия. В литературата се описва, че 10% процента от пациентите, които са

претърпели съдова травма са имали аномално разположена гръбначна артерия, която е била незабелязана преди интервенцията [5].

В публикация на Akinduro et al. се докладва появата на неврологичен дефицит при 16,7% от оперираните пациенти след претърпяна съдова лезия. При половината той остава перманентен. Наблюдаваните дефицити варират от преходни исхемични атаки до хемипареза, ипсилатерална слабост и световъртеж [3].

Съдови наранявания при задни достъпи в цервикалния отдел

Съдово нараняване при операции със задни достъпи до субаксиалната цервикална област е много рядко. Няма докладвани големи съдови наранявания при ламинектомия или ламинопластика, включително и при C1 ламинектомия [44]. При нея вертебралната артерия е изложена на риск, ако експозицията преминава твърде латерално. Вертебрална артерио-венозна фистула се описва след задна шийна фораминотомия, която е относително бенигна процедура [44]. Фистулата се лекува успешно със стентирание. Използването на винтове за задно фиксиране на субаксиалния шиен отдел на гръбначния стълб носи малък риск от нараняване на вертебралната артерия.

Фиксирането, постигнато с винтове в педикулите е биомеханично по-стабилно от това, което постигнато с винтове в маса латералис. Първият метод обаче е технически по-взискателен и много хирурзи се въздържат да го прилагат. Abumi, един от пионерите в техниката на фиксиране на винт в шийните педикули, отчита 0,6% нараняване на а. vertebralis сред общо 180 пациенти [1]. В литературата не се установява нараняване на вертебралната артерия след поставяне на винт в цервикалната маса латералис [49].

Съдови наранявания при антеролатерален достъп за тораколумбални фрактури

Антеролатералният достъп към торакалната и лумбалната част на гръбнака все по-често се прилага за лечение на фрактури. Големите съдове, които могат да бъдат наранени при този подход са аортата и v. cava inferior. V. azygos и v. hemiazygos, бъбречната артерия и вена могат да бъдат изложени на риск, съответно при операция на лезия в гръдната и горната лумбална част [50]. Няма достатъчно данни относно честотата на съдови наранявания при този достъп. Както McAfee така и Delgado-López не съобщават за съдови наранявания при пациенти с фрактури в областта на тораколумбалния гръбначен стълб, оперирани с антеролатерален достъп [38, 15].

Интраоперативното увреждане на аортата е много рядко, особено когато се използва ляволатерален достъп, при който тя е под директно наблюдение. Тесен контакт с импланта, които може да възникне между антеролатералната плоча и аортата по време на ляв страничен достъп, може да причини по-късното пробиване на втората. Няколко случая са докладвани на по-късна руптура на аортата след антеролатерален тораколумбален достъп [47]. Честотата на съдовите наранявания в резултат на торакоскопски достъп до тораколумбалния гръбнак може да бъде ниска, ако процедурите се извършват от опитни хирурзи. Khoo et al. съобщава само за един случай на (0,3%) разкъсване на аортата от 371 пациенти с фрактури на тораколумбален гръбначен стълб лекувани торакоскопски [29]. Нараняването е настъпило при пациент, подложен на ревизионна операция. Твърдите сраствания от белезите са били отговорни за възникването на усложнението. Разкъсването е било възстановено след преобразуване в отворена торакотомия.

Съдови наранявания при постериорен достъп към торакалния гръбначен стълб

Причината за съдово нараняване при операция на гръдния отдел, прилагайки постериорен достъп е свързано в повечето случаи с поставянето на винт в педикула. Поради по-малкия обем на педикула това поставяне е технически по-предизвикателно, отколкото в лумбалната част на гръбначния стълб. Нараняване на аортата е описано и от неправилно разположен винт в гръден или горен лумбален педикул [39]. Неправилно разположените винтове не водят задължително до акутно разкъсване на аортата: няколко случая на псевдоаневризма са докладвани [46]. Необходимата операцията на аортата може да изисква екстракорпорална циркулация. Прилагането на ендоваскуларно лечение с използване на аортен стент също може да бъде ефикасно [10]. Внимание се изисква не само при поставянето на винта, но и по време на отстраняването му. Vanichkachorn et al. докладват за вентрално ретроперитонеална миграция на счупен винтов фрагмент в гръден педикул, който се отделя по време на отстраняване на винта и почти прониква в гръдната аорта [52].

Съдови наранявания при операция на сколиоза

Лигирането на сегменталните съдове е относително рутинна процедура при хирургията на сколиоза с антериорен достъп. Orchowski et al. съобщава за два случая с постоперативен неврологичен дефицит след лигиране на съдовете в

сегмента от T10 до L2 от ляво по време на корекция на кифосколиоза [22]. Честотата на съдовите усложнения в тяхното проучване е 0,75%. И двамата пациенти са претърпели предишна операция за корекция на кифоза и са развили параплегия след оперативната ревизия. Авторите предполагат, че предшестваща операция за корекция на кифоза и напредналата възраст на пациентите може да са фактори за развитие на необратима исхемия след лигиране на сегментните съдове. Противоречиво се дискутира, дали временна оклузия на сегментните артерии в комбинация с непрекъснатото мониториране на гръбначния мозък могат да прогнозира настъпваща исхемия.

Синдромът на горната мезентериална артерия (SMA) е рядко усложнение след операция на сколиоза. Той се дължи на съдова компресия на третата част на дванадесетопръстника между *a. mesenterica superior* и коремната аорта. Съобщава се, че честотата му е от 0,13% до 4,7% [43]. Симптомите на SMA обикновено се появяват 5-7 дни след оперативната намеса. Пациентите имат постоянно повръщане, подуване на корема и епигастрална чувствителност. Паралитичният илеус или електролитният дисбаланс често се развиват по-рано в следоперативния период [52]. Ранната диагностика и лечение са от изключително значение, тъй като смъртността се изчислява на 33%, в случаите когато диагнозата се забави. Симптомите обикновено отзвучават и в повечето случаи консервативното лечение с интравенозни инфузии и поставяне на назогастрална сонда е достатъчно [49].

Съдови наранявания при предна лумбална фузия на прешлените тела

Техниката на предна лумбална фузия на прешлените (ALIF) се описва за първи път от Саренер през 1932 г., който успешно я прилага за лечение на пациент със спондилолистеза [9]. От тогава процедурата придобива популярност благодарение на приложимостта си при различни дегенеративни състояния на лумбалния гръбначен стълб, както и при терапия на инфекции, неуспешно предишно стабилизиране, травма, тумор и отстраняване на неправилно поставени или мигрирали импланти. Въпреки че операцията обикновено е безопасна, мобилизацията на съдовете, необходима за адекватното излагане на дисковите пространства, може да доведе до значителни усложнения. Рискът от съдови наранявания в литературата варира от 1% до 24% [11,22]. Този диапазон се определя в зависи-мост от демографските данни на пациента, броя на интервенциите и нивото на лумбалния отдел, което ще се стабилизира, от избрания хирурги-

чен подход. Разкъсването на вена е най-често срещаният вид съдово нараняване. Лявата *v. iliaca communis* бива най-често засегната, последвана от долната куха вена и илиолумбалната вена. Повечето венозни наранявания настъпват по време на ретрактиране на големите съдове. Други ситуации, свързани с венозно увреждане, включват дискотомия, поставяне на междинна присадка и отстраняване на щифта на Щайнман. Мануалното компресиране на мястото на кървене, последвано от шев на руптурата е ефективна мярка и не се отразява неблагоприятно на резултата от операцията. Понякога може да се стигне до масивно кървене с количества по-големи от 5000 cm³. Grau съобщава за случай на нараняване на *v. cava*, при което не е било възможно директното ѝ зашиване и кървенето е спряно чрез лигиране на долната куха вена. Пациентът е оцелял, но е останал с двустранен оток на долните крайници [8]. По-голямата част от докладваните съдови наранявания по време на ALIF са настъпили при операции на ниво L4-L5 [11]. Причината за това се крие в анатомичното местоположение на това ниво и необходимата маневра за излагането му. При повечето хора аортата и кухата вена се раздвояват на или малко над пространството L4-L5. Следователно, за разлика от нивото L5-S1, нивото L4-L5 се доближава чрез ретракция на левия илиачен съд в крайната дясна част на пациента. Тази маневра поставя значително напрежение върху илиачната вена, освен ако илиолумбалните клони не се лигират и разделят преди ретракция. Неспазването на това често води до откъсване на тези клони и значително кървене.

Артериалните наранявания се появяват по-рядко от венозните. Най-често е нараняването на лявата илиачна артерия с честота от 0% до 0,9% [40]. Нараняването на аортата е по-рядко. Faciszewski et al. съобщава само за един такъв случай (0,08%) сред общо 1223 операции [20]. Коремната аорта и илиачната артерия са по-еластични и по-лесно подвижни от вените и така е по-малко вероятно да бъдат наранени чрез мобилизация и ретракция. Тромбоза на лявата *a. iliaca communis* е много рядка, но представлява сериозно следоперативно усложнение [37]. Продължителната ретракция на *a. iliaca communis* от дясно причинява стагнация на артериалния ток, което води до артериална тромбоза от ляво. Болка в левия долен крайник, както двигателни и сензорни дефицити са най-ранните симптоми. Те често се бъркат с дразнене на нервния корен. Развиването на класически симптоми на исхемия като студен, посинял крайник, може да се появят по-късно и това да доведе до забавяне на диагнозата. Споменатите симптоми обикновено се

развиват скоро след операцията, но има описана забавена клинична картина на тромбоза 13 дни след операция [24]. В повечето случаи се налага спешна тромбектомия. Периодичното отпускане на края на екартиора по време на операция би довело до възстановяване на адекватен кръвен поток на илиачните артерии. Прилагането на пулсоксиметър на левия палец на крака по време на операцията може също да бъде ефективна мярка за ранно откриване на това усложнение.

Паралитичен илеус се описва окло 22% след проведена ALIF [30]. Следоперативна исхемия на червата поради нараняване на а. mesenterica superior при пациенти, подложени на ретроперитонеален ALIF е свързана с експозиция на повисоки нива (L1-L3) на предната лумбална част на гръбначния стълб. При поредица от 137 пациенти Woods et al. [50] съобщават за честота от 0,73%, а Tonpoury et al [48] я наблюдават при 1 от 940 пациенти (0,11%). И в двете серии диагнозата е била поставена със закъснение.

Съдови наранявания при лумбална дискова артропластика

За да се предотврати дегенерация на съседните сегменти след операция на лумбален синтез се разработва изкуствен лумбален диск. Хирургичният достъп към лумбалните и лумбосакралното дисково пространство е почти същият като при ALIF. По този начин и съдовите наранявания могат да бъдат едни от вероятните усложнения при лумбална дискова артропластиката. Както е докладвано от Sasso et al. [45], поставянето на по-голям кейдж е свързано с повишена честота на венозни нараняване в ALIF. Така и по-големият размер на изкуствения лумбален диск може да се свърже с повишено ниво на усложнения.

Съдови наранявания при лумбална дисектомия

Интраоперативни наранявания на големите съдове могат да бъдат фатални и представляват най-тежкото усложнение при лумбалната дисектомия. Съдово нараняване при операция на лумбален диск е било описано още през 1945 г. [17]. През 1958 г. проучване сред гръбначните хирурзи в САЩ, проведено от DeSaussure, открива 106 случая на съдово нараняване, свързано с лумбална дисектомия [17]. Интересното е, че честотата на тези усложнения не е намаляла значително през последните 50 години. Нови проучвания и серии от случаи я описват с честота между 0,039% и 0,14% [6,16]. Малко хирурзи споделят да имат личен опит с повече от един или два случая на съдови наранявания при лумбална дисектомия. Не е ясно до колко използването на оперативен микроскоп, т.е. микро-

дисектомия, намалява риска от съдови наранявания. Развитието на ендоваскуларната техника променя в известна степен лечението на съдовите наранявания при лумбална дисектомия. Стентиране с или без емболизация се използва успешно за забавени съдови лезии, като псевдоаневризма и артерио-венозни малформации [57].

Съдови наранявания при задна лумбална хирургия на гръбначния стълб

Ятрогенното увреждане на съдове, свързано със задната лумбална хирургия се описва с честота от около 0,01–0,05% и не е често срещан проблем [28]. Смъртността при подобно усложнение може да достигне до 10–65% [42]. Коремната аорта, долната куха вена, илиачните съдове и други големи съдове могат да бъдат наранени по време на операцията. Съдова травма може да се появи при постериорна фузия на долната лумбална част на гръбначния стълб, особено по време на лумбална дисектомия и поставяне на графт в тялото на прешлена. Не е ясно дали има разлика в честотата на съдовите наранявания по време на отстраняването на диска между задната лумбална фузия на прешлените тела и трансформиналната лумбална междупрешлена фузия, която има по-странична и наклонена траектория от първата.

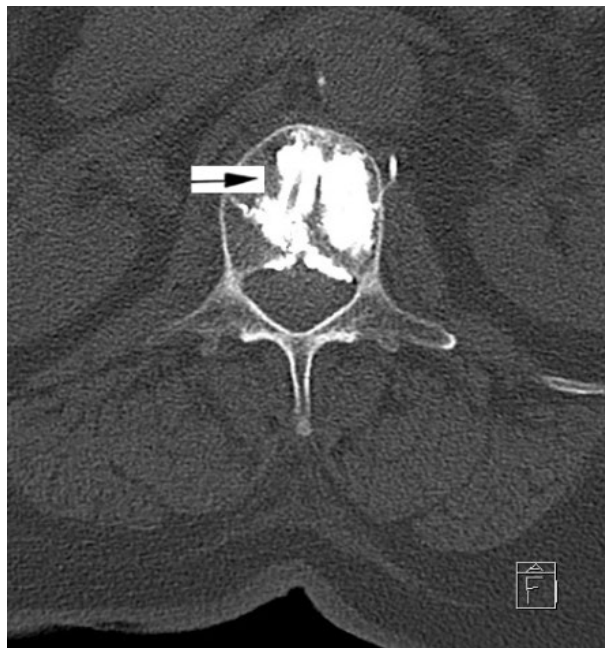
По време на преминаването през anteriорния гръбначен лигамент, когато хирургическите инструменти навлезат в дисковото пространство може да се засегнат и перфорират съседната артерия и вена. Първият признак на съдово увреждане е кръвоизливът. Той може първо да бъде тампониран в ретроперитонеалното пространство и по-късно да се образуват артерио-венозна малформация и/или псевдоаневризма. Papadoulas et al. [42] докладват честота от 66%, 33% и 3% за артерио-венозна малформация, разкъсване на съд и псевдоаневризма. Според van Zitteren et al. [51] разкъсванията са най-често съобщаваният вид нараняване, тъй като са налице в повече от половината от случаите, последвани от артериовенозна фистула, псевдоаневризма и комбинации от двете. Общо 86 съда са засегнати при 58 пациенти, като а. iliaca communis е най-често увредена (51,2%), последвана от v. iliaca communis (23,3%), долната куха вена (9,3%) и коремната аорта (4,7 %). Наблюдаваните симптоми включват хипотония (84,4%), тахикардия (34,4%), активно кървене (43,8%), спад на хемоглобина (25,0%), напрегнат корем (18,8%), течност в корема (6,3 %) или коремна болка (15,6%). Артерио-венозната малформация и псевдоаневризмата са били най-вече придружавани от абдоминална болка (33,3%), свободна течност в корема (14,8%) аускулта-

торни находки (40,7%) и признаци на сърдечна недостатъчност (14,8%).

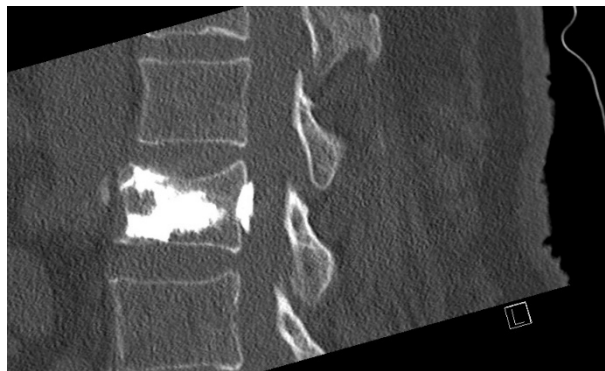
Според литературата, рисковите фактори за нараняване на кръвоносен съд и последващо възникване на интраоперативни и следоперативни усложнения са както следва: (1) минала лумбална операция, което води до адхезия между ретроперитонеален съд и тялото на прешлена; (2) хронично дисково заболяване, което причинява дегенерация на фиброзния пръстен и предния лонгитудинален лигамент; (3) неправилно използване на инструменти; (4) неправилно интраоперативно положение на пациента; (5) натиск върху корема в легнало положение, което скъсява разстоянието между ретроперитонеалния съд и тялото на прешлена; (6) пролиферативни остеофити на anteriорния надлъжен лигамент, които могат да пробият големи съдове; (7) дефект на предния надлъжен лигамент; (8) анамнеза за коремна лъчетерапия; (9) дискова херния към корема; (10) анатомични вариации [7,28].

Клиничен случай

Касае се за 60 годишна пациентка, постъпила по спешност в Клиниката по неврохирургия. След падане се установява нестабилна фрактура на L1. Не се отбелязва прием на медикаменти, най-вече на антикоагуланти. При резистентни на терапия силни болки и след обсъждане на случая се постави индикация за провеждането на балонна кифопластика. Тази бе направена безпроблемно като първоначално не се наблюдаваха сензомоторни дефицити. Постоперативната КТ показва минимално излизане на цимент в спиналния канал (Фиг. 1 и 2). Непосредствено след операцията пациентката разви диспнея и силова главоболие. Последвалата КТ на глава показва субарахноидално кървене предимно препонтинно. КТ-ангиографията не описва наличието на интракраниална аневризма или артериовенозна малформация. При съмнение за спинална патология като причина за кървенето се проведе МРТ на целия гръбначен стълб. Установи се масивен спинален субдурален хематом (Фиг. 3). При липсваща неврологична отпадна симптоматика, като пареза или липса на чувствителност, не се предприе оперативна намеса. След около 2 дни пациентката разви пареза на десния крак със слабост при флексия в тазобедрената става до степен 2/5. Беше поставена индикация за незабавното евакуиране на хематома. Тя се проведе чрез многосегментна ламинектомия Th5-L3 и се постави дренаж. Постоперативно парезата претърпя обратно развитие, но се наблюдаваха смущения на тазовите резервоари. Последвалото



Фиг. 1. Аксиален срез на постоперативен КТ на ниво L1 прешлен с видими следи от интраспинално позициониране на иглата вдясно, показана със стрелка.

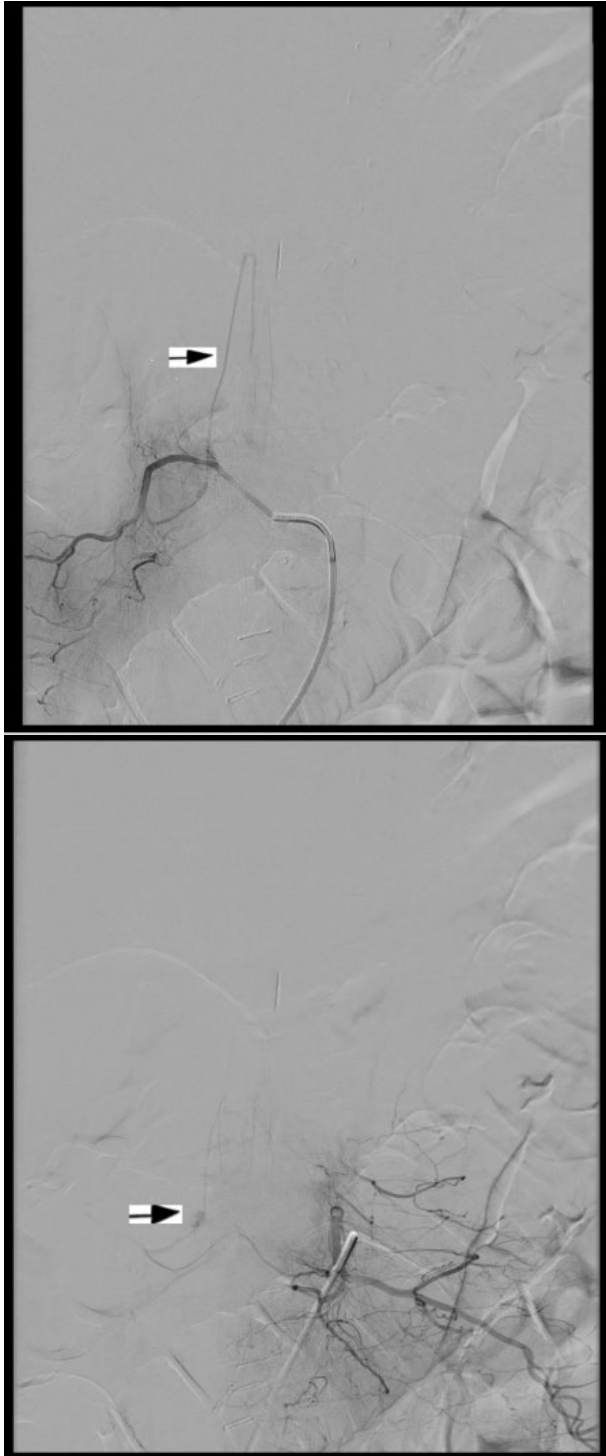


Фиг. 2. Сагитален срез на постоперативен КТ с изтичане на цимент в спиналния канал.



Фиг. 3. МРТ-T1 сагитален срез на постоперативно изследване с масивен кръвоизлив интраспинално.

МРТ не показва патологични находки. Поради изключителната рядкост на това, допълнително се проведе спинална ангиография. Тя показва артерия на Адамкиевич (a. radicularis magna) на ниво L1 вдясно (Фиг. 4). В контролната КТ се вижда субоптимално входно отворстие на иглата в педикула вдясно. Няма данни в наличната литература за възникнал спинален субдурален хематом след проведена балонна кифопластика.



Фиг. 4. Постоперативна ангиография с изображение на артерия радикуларис магна (Адамкевич) вдясно на нивото на педикул на L1, показана със стрелка и следи от кръвене от артерията, показана със стрелка.

Библиография

1. Abumi K, Shono Y, Ito M, Taneichi H, Kotani Y, Kaneda K. Complications of pedicle screw fixation in reconstructive surgery of the cervical spine. *Spine* 2005; 25: 962–969.
2. Ahmad FU, Wang MY. Lateral mass of C1 fixation and ponticulus-posticus. *World Neurosurg.* 2014; 82:145-146.
3. Akinduro O, Baum G, Howard B, Pradilla G et al. Neurological outcomes following iatrogenic vascular injury during posterior atlanto-axial instrumentation. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 2016; 150: 110-116.
4. Arand M, Lemke M, Kinzl L, Hartwig E. Incidence of complications of the screw osteosynthesis of odontoid process fractures. *Zentralbl Chir* 2001; 126: 610–615.
5. Aryan HE, Newman CB, Nottmeier EW, Acosta FL Jr., Wang VY, Ames CP. Stabilization of the atlantoaxial complex via C-1 lateral mass and C-2 pedicle screw fixation in a multicenter clinical experience in 102 patients: modification of the Harms and Goel techniques. *J. Neurosurg. Spine* 2008; 8:222-229.
6. Bingol H, Cingoz F, Yilmaz AT, Yasar M, Tatar H. Vascular complications related to lumbar disc surgery. *J Neurosurg Spine* 2007; 100: 249–253.
7. Bozok S, Ilhan G, Destan B et al. Approach to the vascular complications of lumbar disc surgery. *Vascular* 2013; 21:79–82.
8. Brau SA, Delamarter RB, Schiffman ML, Williams LA, Watkins RG. Vascular injury during anterior lumbar surgery. *Spine J* 2004; 4: 409–412.
9. Capener N. Spondylolisthesis. *Br J Surg* 1932; 16:374-386.
10. Carmignani A, Lentini S, Acri E, Vazzana G, Campello M, Volpe P, Acri IE, Spinelli F, Carmignani A et al. Combined thoracic endovascular aortic repair and neurosurgical intervention for injury due to posterior spine surgery. *J Card Surg* 2013; 28:163-167.
11. Chiriano J, Abou-Zamzam A, Urayeneza O, Zhang WW. The role of the vascular surgeon in anterior retroperitoneal spine exposure: preservation of open surgical training. *J Vasc Surg* 2009; 50:148-151.
12. Chung WH, Anuar AA, Lee KJ, Hasan MS, Chiu CK, Chan CYW et al. Superior mesenteric artery syndrome: A rare complication of scoliosis corrective surgery. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2020; 28:2309.
13. Daentzer D, Deinsberger W, Boker DK. Vertebral artery complications in anterior approaches to the cervical spine: report of two cases and review of literature. *Surg Neurol* 2003; 59: 300–309.
14. De la Garza-Ramos R, Xu R, Ramhmdani S, Kosztowski T et al. Long-term clinical outcomes following 3- and 4-level anterior cervical discectomy and fusion. *J Neurosurg Spine.* 2016; 24:885-91.
15. Delgado-López PD, Rodríguez-Salazar A, Martín-Velasco V et al. Rationale and complications of the anterior-lateral extrapleural retroperitoneal approach for unstable thoracolumbar fractures: Experience in 86 consecutive patients. *Neurocirugia (Astur)* 2017; 28:218-234.
16. Denli ES, Balak ES, et al. The probability of iatrogenic major vascular injury in lumbar discectomy. *Br J Neurosurg.* 2020; 34:290-298.
17. Derincek A, Wood KB, Muench CA. Superior mesenteric artery syndrome following correction of kyphosis in an adult. *J Spinal Disord Tech* 2004; 17: 549–553.
18. Dindo D, Clavien PA. What is a surgical complication? *World J Surg* 2008; 32:939-941.

19. Epstein NE. From the neurointerventional lab: intraoperative cervical vertebral artery injury treated by tamponade and endovascular coiling. *Spine J* 2003; 3:404–405.
20. Faciszewski T, Winter RB, Lonstein JE, Denis F, Johnson L. The surgical and medical perioperative complications of anterior spinal fusion surgery in the thoracic and lumbar spine in adults. A review of 1223 procedures. *Spine* 2005; 20: 1592–1599.
21. Farah K, Meyer M, Reyre A, Cot K, Fuentes S. PICA injury secondary to anterior odontoid screw fixation: Case report of an exceptional complication. *Neurochirurgie*. 2021; 67:310-314.
22. Garg J et al. Vascular complications of exposure for anterior lumbar interbody fusion. *J Vasc Surg* 2010;51:946-50.
23. Ghaith AK, Yolcu YU, Alvi MA et al. Rate and Characteristics of Vertebral Artery Injury Following C1-C2 Posterior Cervical Fusion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg* 2021;148:118-126.
24. Guyer RD, McAfee PC, Hochschuler SH, Blumenthal SL, Fedder IL, Ohnmeiss DD, Cunningham BW. Prospective randomized study of the Charite artificial disc: data from two investigational centers. *Spine J* 2004; 4: 252–259.
25. Hod-Feins R, Copeliovitch L, Abu-Kishk I et al. Superior mesenteric artery syndrome after scoliosis repair surgery: a case study and reassessment of the syndrome's pathogenesis. *J Pediatr Orthop B* 2007; 16: 345–349.
26. Hsu WK, Kannan A, Mai H et al. Epidemiology and outcomes of vertebral artery injury in 16 582 cervical spine surgery patients: an AOSpine North America multicenter study. *Global Spine J* 2017; 7:21-27.
27. Inamasu J, Guiot BH. Vascular injury and complication in neurosurgical spine surgery. *Acta Neurochir (Wien)* 2006; 148: 375–387.
28. Jung HS, Kim DJ, Kim HS et al. Vascular complications related to posterior lumbar disc surgery. *Vasc Specialist Int* 2017; 33:160–165.
29. Khoo LT, Beisse R, Potulski M. Thoracoscopic-assisted treatment of thoracic and lumbar fractures: a series of 371 consecutive cases. *Neurosurgery* 2002; 51: 104–117.
30. Kiely PD, Mount LE, Du JY, Weitzman JT et al. The incidence and risk factors for post-operative ileus after spinal fusion surgery: a multivariate analysis *Int Orthop* 2016; 40:1067-1074.
31. Klezl Z et al. Incidence of vascular complications arising from anterior spinal surgery in the thoraco-lumbar spine. *Asian Spine J* 2014; 8: 59–63.
32. Lee JH, Choi BK, Han IH, Choi WG, Nam KH, Kim HS. Cervical pedicle screw placement using medial funnel technique. *Korean J Spine* 2017; 14:84-88.
33. Lo WB, Nagaraja S, Saxena A. Delayed Hemorrhage from an Iatrogenic Vertebral Artery Injury During Anterior Cervical Discectomy and Successful Endovascular Treatment-Report of a Rare Case and Literature Review. *World Neurosurg* 2017; 99:811.e11-811.e18.
34. Louie PK, Basques BA, Bitterman A, Shah S, Patel K, Abramchayev I, Lewin J. Louie PK et al. Superior Mesenteric Artery Syndrome as a Complication of Scoliosis Surgery. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2017;46:124-130.
35. Lunardini DJ, Eskander MS, Even JL, Dunlap JT, Chen AF, Lee JY, Ward TW, Kang JD et al. Vertebral artery injuries in cervical spine surgery. *Spine J* 2014;14:1520-1525.
36. Malla HP, Kim SB, Won JS, Choi MK. Study of the transverse foramen in the subaxial cervical spine in Korean patients with degenerative changes: an anatomical note. *Neurospine* 2018; 5:163-168.
37. Manunga J, Alcalá C, Smith J, Mirza A, Titus J, Skeik N, Senthil J, Stephenson E et al. Technical approach, outcomes, and exposure-related complications in patients undergoing anterior lumbar interbody fusion. *J Vasc Surg* 2021;73:992-998.
38. McAfee PC. Complications of anterior approaches to the thoracolumbar spine. Emphasis on Kaneda instrumentation. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 306: 110–119.
39. Minor ME, Morrissey NJ, Peress R, Carroccio A, Ellozy S, Agarwal G, Teodorescu V, Hollier LH, Marin ML. Endovascular treatment of an iatrogenic thoracic aortic injury after spinal instrumentation: case report. *J Vasc Surg* 2004; 39:893–896.
40. Mobbs RJ, Phan K, Malham G, Seex K et al. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg* 2015;1:2-18.
41. Orchowski J, Bridwell KH, Lenke LG. Neurological deficit from a purely vascular etiology after unilateral vessel ligation during anterior thoracolumbar fusion of the spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005; 30:406–410.
42. Papadoulas S, Konstantinou D, Kourea HP, Kritikos N, Haftouras N, Tsolakis JA, Papadoulas S et al. Vascular injury complicating lumbar disc surgery. A systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002;24:189-95.
43. Pfeifer BA, Freidberg SR, Jewell ER. Repair of injured vertebral artery in anterior cervical procedures. *Spine* 1994; 19: 1471–1474.
44. Priestley R, Bray P, Bray A, Hunter J. Iatrogenic vertebral arteriovenous fistula treated with a hemobahn stent-graft. *J Endovasc Ther* 2003; 10: 657–663.
45. Sasso RC, Best NM, Mummaneni PV, Reilly TM, Hussain SM. Analysis of operative complications in a series of 471 anterior lumbar interbody fusion procedures. *Spine* 2005; 30: 670–674.
46. Sevuk U, Mesut A, Kiraz I, Kose K, Ayaz F, Erkul A. Sevuk U et al. Delayed Presentation of Aortic Injury by a Thoracic Pedicle Screw. *J Card Surg* 2016;31 :220-230.
47. Stulík J, Vyskocil T, Bodlák P, Sebesta P. Injury to major blood vessels in anterior thoracic and lumbar spinal surgery. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2006;73:92-8.
48. Tannoury T, Kempegowda H, Haddadi K, Tannoury C. Complications associated with minimally invasive anterior to the psoas (ATP) fusion of the lumbosacral spine. *Spine* 2019;44:1122-1129.
49. Upendra B, Raghavendra R, Upendra B et al. Techniques of cervical pedicle screw insertion in lower cervical spine - A review. *J Clin Orthop Trauma* 2020; 11:794-801.
50. Vaidyanathan S, Hughes P, Sett P, Soni BM, Singh G. Injury to renal vein during fixation of fractured lumbar spine and subsequent atrophy of kidney in a female patient with spinal cord injury and paraplegia. *Spinal Cord* 2003; 41: 527–529.
51. van Zitteren M, Fan B, Lohle PN, de Nie JC, de Waal Malefijt J, Vriens PW et al. A shift toward endovascular repair for vascular complications in lumbar disc surgery during the last decade. *Ann Vasc Surg* 2013;27:810–819.
52. Vanichkachorn JS, Vaccaro AR, Cohen MJ, Cotler JM. Potential large vessel injury during thoracolumbar pedicle screw removal. A case report. *Spine* 2007; 22:110–113.

53. Woods KR, Billys JB, Hynes RA. Technical description of oblique lateral interbody fusion at L1-L5 (OLIF25) and at L5-S1 (OLIF51) and evaluation of complication and fusion rates. *Spine J* 2017; 17:545-553.
54. Yee TJ, Swong K, Park P. Complications of anterior cervical spine surgery: a systematic review of the literature. *J Spine Surg* 2020; 6:302-322.
55. Yeh YC, Sun WZ, Lin CP, Hui CK, Huang IR, Lee TS. Prolonged retraction on the normal common carotid artery induced lethal stroke after cervical spine surgery. *Spine* 2004; 29: 431–434.
56. Yu NH, Jahng TA, Kim CH, Chung CK. Life-threatening late hemorrhage due to superior thyroid artery dissection after anterior cervical discectomy and fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010; 35:739-42.
57. Zhou W, Bush RL, Terramani TT, Lin PH, Lumsden AB. Treatment options of iatrogenic pelvic vein injuries: conventional operative versus endovascular approach—case reports. *Vasc Endovascular Surg* 2004; 38: 569–573.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Димитър Славков
Клиника по неврохирургия
Хелиос Плауен, Германия
Тел.: +49 176 63059103
E-mail: dr.slavkov@abv.bg

Address for Correspondence:

Dr. Dimitar Slavkov
Clinic of Neurosurgery
Helios Hospital Plauen, Germany
Tel.: +49 176 63059103
E-mail: dr.slavkov@abv.bg

ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ НА ТОРАКАЛНИ ДИСКОВИ ХЕРНИИ ПОСРЕДСТВОМ ЗАДЕН ТРАНСПЕДИКУЛАРЕН ДОСТЪП В ЕДНА ИНСТИТУЦИЯ

Христо Цонев^{1,2}, Христо Христов¹

¹Клиника по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ ЕАД, София

²Катедра по неврохирургия, Медицински университет – София

Резюме

Въведение: Дисквите хернии са често срещана патология в съвременното общество с честота от 40 до 50 на 100 000 души, докато симптоматичният торакални дискови хернии представляват 0,1% до 3% от всички гръбначни дискови хернии, или около 1 случай на 1 000 000 души. Торакалните дискови хернии имат особен начин на манифестация и прогресия, като доминиран риска от медуларна компресия. Хирургията на тези дискови хернии крие технически трудности и риска от потенциално сериозни усложнения. **Цел:** Да се представят хирургичната техника и резултати при лечение на торакални дискови хернии посредством заден трансфасетен-транспедикуларен достъп. **Материали и методи:** На направен ретроспективен анализ на 675 пациенти диагностицирани и оперирани в Клиника по Неврохирургия, УМБАЛ “Св. Ив. Рилски” - София по повод на дискови хернии между 2012г. и 2021г. оперирани от основния автор Х.Х. при 16 от тях (2,3%) са установени торакални дискови хернии, които са оперирани и проследени от автора. **Резултати:** От оперираните пациенти 7 (43,8%) са от женски пол и 9 (56,2%) от мъжки пол, на възраст между 29-99 г. (средно 45,12; SD 8,99). При 2-ма пациенти (12,3%) се установява дискови хернии на две нива. Според локализацията най-често срещани са при 14 пациента (88,8%), при които хернията е разположена под ниво Тх7-Тх8 . От началото на клиничната изява до поставянето на диагнозата минават средно 5,06 месеца. Като при 11 от пациентите (68,6%) се наблюдават симптоми на миелопатия, като при 5 от тях (31,4%) са съобщавата за радикуларна симптоматика. Пациентите предоперативно са оценени по Nurick (средно 2,43; SD 1,36) и mJOA (средно 14,68; SD 2,39). При всички 11 пациента с клинични данни за миелопатия се наблюдава и калцифицирала дискова херния. От тях при 10 (62,5%) имаме образно диагностични данни за миелопатия. В 2 от случаите (12,5%) се наблюдават постоперативни усложнения. Пациентите са проследявани средно 15,56 месеца, като при последното оценяване клинично са оценени по Nurick (средно 1,31; SD 1,52) и mJOA (средно 16,37; SD 1,69). **Заключение:** Торакалните дискови хернии макар и редки състояния представляват хирургично предизвикателно. Влошаването на неврологични симптоми и/или признаци на миелопатия са индикации за хирургично лечение. Строгото предоперативно планиране и изборът на оптимален подход води до намаляване риска от следоперативни усложнения. Като минимално инвазивната хирургия на гръбначния стълб е посредством заден транспедикуларен достъп води до значително подобрене в хирургичните резултати при лечението на торакалните дискови хернии. **Ключови думи:** Торакални дискови хернии, миелопатия, заден транспедикуларен достъп, артропедикулотомия, eggshell подход.

SURGICAL TREATMENT OF THORACIC DISC HERNIATIONS BY POSTERIOR TRANSPEDICULAR APPROACH IN ONE INSTITUTION

Hristo Tsonev^{1,2}, Hristo Hristov¹

¹Clinic of Neurosurgery, St. Ivan Rilski University Hospital, Sofia

²Department of Neurosurgery, Medical University – Sofia

Abstract

Introduction: Degenerative disc diseases are common in modern society with 40 to 50 per 100,000 people. In comparison, symptomatic thoracic disc herniations represent 0.1% to 3% of all spinal disc herniations or about 1 case per 1,000,000 people. Thoracic disc herniations have a particular way of manifestation and progression, as predominates the risk of medullary compression. The surgery of these disc herniations hides technical difficulties and the risk of potentially serious complications. **Aim:** To present the surgical technique and results in treating thoracic disc herniations using posterior transfacet-transpedicular approach. **Materials and methods:** A retrospective analysis of 675 patients diagnosed and operated at the Clinic of Neurosurgery, University Hospital "St. Iv. Rilski"- Sofia on the occasion of disc herniations between 2012 and 2021 performed by the main author H.H. In 16 of them (2.3%), thoracic disc herniations were found, which were operated on and followed by the author. **Results:** Of the operated patients, 7 (43.8%) were female, and 9 (56.2%) were male, aged 29-99 years. (average 45.12; SD 8.99). In 2 patients (12.3%), disc herniations were found at two levels. According to the localization, mostly common are in 14 patients (88.8%), in whom the hernia is located below the Th7-Th8 level. An average of 5.06 months elapsed from the onset of clinical presentation to diagnosis. As in 11 of the patients (68.6%), symptoms of myelopathy were observed, and in 5 of them (31.4%), radicular symptoms were reported. Patients were evaluated preoperatively by Nurick (mean 2.43; SD 1.36) and mJOA (mean 14.68; SD 2.39). Calcified disc herniation was also observed in all 11 patients with clinical evidence of myelopathy. In 10 of them, (62.5%) an imaging diagnostic data for myelopathy were observed. In 2 of the cases (12.5%), postoperative complications were reported. Patients were followed for an average of 15.56 months, with Nurick (mean 1.31; SD 1.52) and mJOA (mean 16.37; SD 1.69) clinically evaluated at the last examination. **Conclusion:** Thoracic disc herniations, although rare, are surgically challenging. Worsening neurological symptoms and/or signs of myelopathy are indications for surgical treatment. However, strict preoperative planning and choosing the optimal approach reduce the risk of postoperative complications. As minimally invasive spinal surgery through posterior transpedicular access leads to a significant improvement in surgical outcomes in treating thoracic disc herniations. **Key words:** Thoracic disc herniation, myelopathy, posterior transpedicular approach, arthropediculotomy, eggshell procedure.

Въведение

Дисковите хернии са често срещана патология в съвременното общество с честота от 40 до 50 на 100 000 души, докато симптоматичните торакални дискови хернии представляват 0,1% до 3% от всички гръбначни дискови хернии, или около 1 случай на 1 000 000 души [1,2]. Ниската честота на торакалните дискови хернии в сравнение с лумбалните хернии се дължи главно на намаленото механично въздействие и ефекта на шиниране на гръдния кош. Асимптоматичните торакални дискови хернии са по-чести и се доказва случайно в 11 до 37% от образните изследвания [3]. Торакалните дискови хернии имат особен начин на манифестация и прогресия, като доминира риска от медуларна компресия. Хирургията на тази патология крие технически трудности и риска от потенциално сериозни усложнения, което се дължи на особеностите на торакалния сегмент на гръбначния стълб и разположения в него гръбначен мозък. Именно гръдната кифоза и зъбчатите връзки които ограничават подвижността на гръбначния мозък в дуралната обвивка, което го прави по-уязвим на компресия; от друга страна диаметърът на гръбначния мозък (6,5x8 mm), които е голям спрямо диаметъра на гръбначния канал в този сегмент (16,8x17,2 mm), което оставя малко свободно пространство около гръбначния мозък; зоната на слаба гръдна медуларна васкуларизация, “watershed zone” [4]. Поради тези причини торакалните дискови хернии продължава да бъде предизвикателна патология, въпреки постоянното усъвършенстване на оперативните техники.

Торакалните дискови хернии се среща най-често при възрастни между 30 и 50 години, с еднакво разпределение между двата пола и може да се прояви с признаци и симптоми на миелопатия, радикулопатия или и двете. Основният клиничен признак е болката, която е налице в 92% от случаите (интеркостална невралгия, болки в гърба). В проучването Quint на 168 пациенти 60% са имали неврологичен дефицит [1]. Може да бъде както сензорен, така и двигателен в контекста на бавна медуларна компресия. Проявата рядко е типична и най-честото е с прогресивно начало (89% от случаите в проучването на Quint е била, с атаксия по време на ходене или прогресиращ дефицит за долните крайници в контекста на синдрома на увреда на пирамидния път или с тазово резервоарни нарушения [1].

Според локализацията си торакалните дискови хернии се намират на ниво Тх7-Тх8 в 75% от случаите, докато дискът на ниво Тх11-Тх12 е най-уязвим поради по-голяма подвижност и слабост на задният надлъжен лигамент. Само 4%

от тези дискови хернии са разположени над ниво Тх3-Тх4. Особеност при тази патология е високата честотата на калцификация или дори осификация [1,5,6]. В проучване на 168 оперирани пациенти, Quint et al. откриват 58% меки хернии и 42% калцифицирани хернии [1]. Механизмът на калцификация е неизвестен. В редки случаи калцифицираните хернии са продължение на пулпозното ядро, което само по себе си е калцифицирано. Дисковата херния може да бъде много голяма по обем. Според Hott et al., се обозначава като гигантска, когато заема повече от 40% от медуларния канал и в тези случаи херния е предимно калцифицирана [2].

Хирургичните индикации се определят, когато пациентът има функционални симптоми, които не се повлияват от приложеното консервативно лечение и/или когато се появят или влошават неврологичните симптоми. Наличието на признаци на миелопатия при МРТ изследване (хипоинтензен Т1 сигнал и интрамедуларен хиперинтензивен Т2 сигнал) – дори при липса на клинични неврологични признаци – може да бъде хирургична индикация, преди тези признаци да се появят и да станат необратими [4]. Прогностичните фактори с лоши хирургични резултати при пациенти с миелопатия включват по-дълга предоперативна продължителност на симптомите, по-тежките предоперативни симптоми и осификация на задния надлъжен или жълтия лигамент [7].

Материал и методи

На направен ретроспективен анализ на 675 пациента общо, диагностицирани и оперирани в Клиника по неврохирургия, УМБАЛ “Св. Ив. Рилски”, София, по повод на дискови хернии между 2012 г. и 2021 г. оперирани от основния автор Х.Х. При 16 от тях (2,3%) са установени торакални дискови хернии, които са оперирани и проследени от автора.

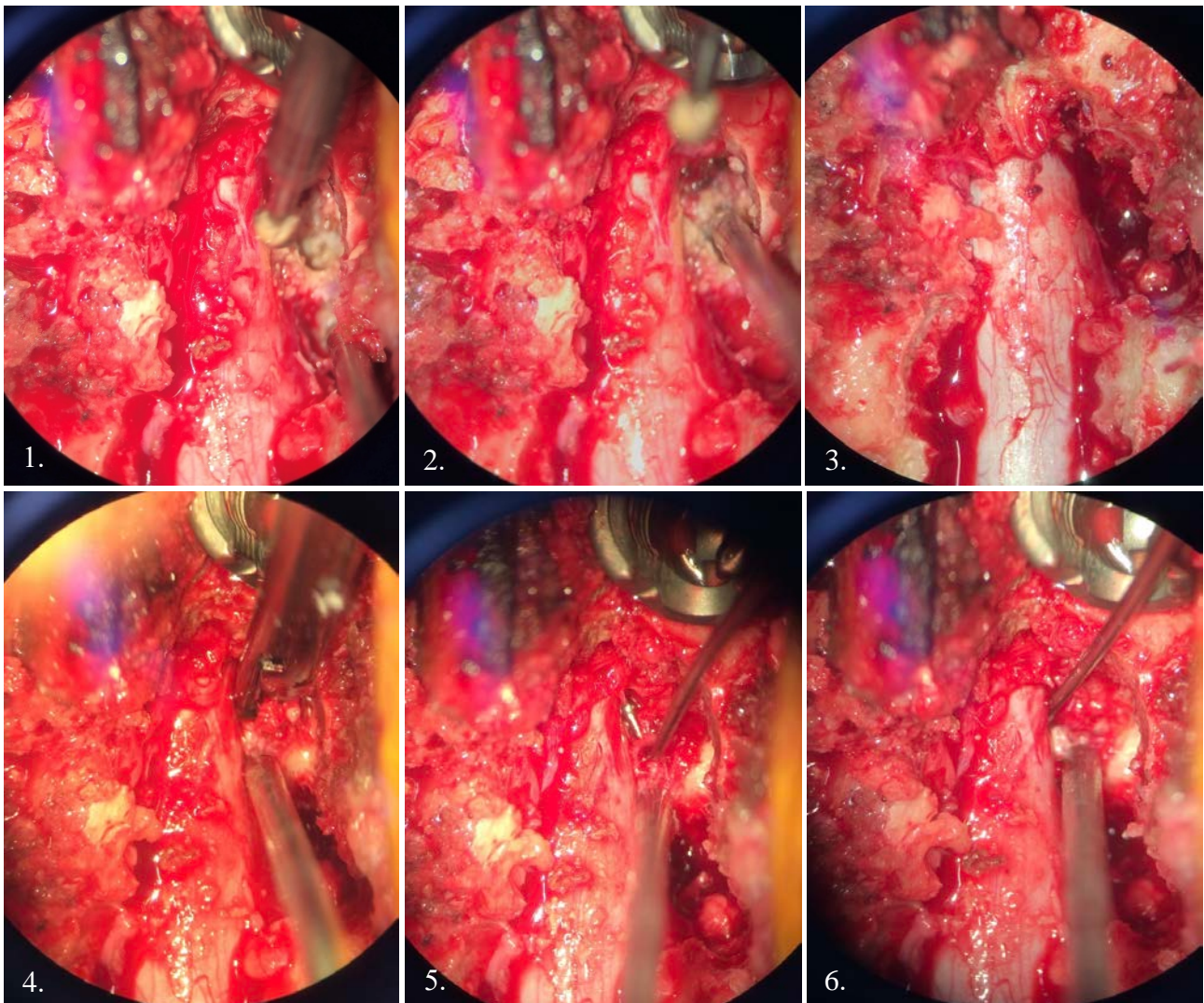
При 16 от случаите е използван заден трансфасетен-транспедикуларен достъп. В три от случаите достъпът е двустранен, като при един от тях е осъществена и ламинектомия на нивото. И при трите случая с двустранна артропедикулотомия след декомпресията е осъществена и късосегментна транспедикуларна стабилизация.

Под обща анестезия и позициониране на пациентите по корем на операционната маса, се извърши медианен разрез. Двустранно скелетиране на паравертебралната мускулатура, с последваща експозиция на трансверзалния израстък, ставната капсула и ламината. Чрез флуороскопски контрол се визуализира и верифицира педикула на долния прешлен под нивото на дисковата херния. С помощта на бързо оборотен

дрил се извършва артропедикулотомия по типичен начин (Фиг. 1, 2 и 3). След отстраняването му, с остър скалпел се прерязва фиброзният пръстен, като така достига до интервертебралния диск на нивото, който се отстранява и остава калцираната част, която е разположена обикновено медиално. Последва освобождаване на адхезиите образувани в областта на калцираната херния с помощта на топчеста сонда и избутване посредством кюрета с обратен ъгъл на дисковата херния в създаденото пространство, като по този начин не се оказва компресия върху миелона на нивото т.нар. „eggshell” техника

(Фиг. 4, 5 и 6). В три от случаите, при които е осъществена двустранна артропедикулотомия с помощта на невроендоскоп е визуализирана и отстранена медиалната калциралата дискова херния, с контрол върху вентралната твърда мозъчна обвивка.

При всички пациенти предоперативно е извършено магнитно резонансно образно изследване, на което е оценено наличието на миелопатно огнище. Клиничната оценка е поставена посредством скалата на Nurick и mJOA пред- и постоперативно. Данните са събрани и обработени с помощта на Microsoft Excel, Version 16.55.



Фиг. 1. Извършване на артропедикулотомия на педикула на долния прешлен под нивото на дисковата херния.

Фиг. 2. Извършване на артропедикулотомия на педикула на долния прешлен под нивото на дисковата херния.

Фиг. 3. След отстраняването му, достига до интервертебралния диск на нивото.

Фиг. 4. С остър скалпел прерязваме фиброзният пръстен, като така достига до интервертебралния диск на нивото, който се отстранява по типичен начин.

Фиг. 5. Последва освобождаване на адхезиите образувани в областта на калцираната херния с помощта на топчеста сонда.

Фиг. 6. Посредством кюрета с обратен ъгъл се избутва дисковата херния в създаденото пространство, като по този начин не се оказва компресия върху миелона на нивото т.нар. „eggshell” техника.



Фиг. 7. Калцираният фрагмент.

Резултати

На направният ретроспективен анализ общо на 675 пациента диагностицирани и оперирани в Клиника по неврохирургия, УМБАЛ “Св. Ив. Рилски”, София, по повод на дискови хернии между 2012 г. и 2021 г. Всички са оперирани от основния автор Х.Х. При 16 от тях (2,3%) са установени торакални дискови хернии. От тези пациенти 7 (43,8%) са от женски и 9 (56,2%) от мъжки пол, на възраст между 29-99 г. (средно 45,12; SD 8,99). При всички пациенти диагнозата торакална дискова херния е поставена след провеждане на МРТ изследване на торакалния отдел, като при 11 от пациентите (68,8%) след извършването на КТ изследване на торакалния отдел се потвърждава наличието на калцирала дискова херния (Фиг. 8.1 и 8.2). При два случая (12,3%) се установява дискови хернии на две нива. Според локализацията най-чести са при 14 пациента (88,8%), при които хернията е разположена под ниво Тх7-Тх8.

От началото на клиничната изява до поставянето на диагнозата минават средно 5,06 мес. При 11 от случаите (68,6%) се наблюдават симптоми на миелопатия, като при 5 от тях (31,4%) има радикулерна симптоматика. Пациентите предоперативно са оценени по Nurick (средно 2,43; SD 1,36) и mJOA (средно 14,68; SD 2,39). При всички 11 пациента с клинични данни за миелопатия се наблюдава и калцифицирала дискова херния. От тях при 10 (62,5%) имаме образно диагностични данни за миелопатия с наличие на хипоинтензен в Т1 и хиперинтензен в Т2 сигнал интрамедуларно (Фиг. 9.1 и 9.2).



Фиг. 8.1. Сагитално Т2, с наличие на калцирала торакална дискова херния, с почти пълно обтуриране на гръбначно мозъчния канал. 2. Аксиално Т2, с наличие на калцирала торакална дискова херния, с почти пълно обтуриране на гръбначно мозъчния канал.

В 2 от случаите (12,5%) се наблюдават постоперативни усложнения. В единия случай на първи постоперативен ден след премахване на поставения паравертебрален дренаж, след няколко часа пациента съобщава за прогресираща слабост за двата крака, при запазена повърхностна и дълбока сетивност. При пациента е осъществена ревизия, с разширяване на оперативния достъп и

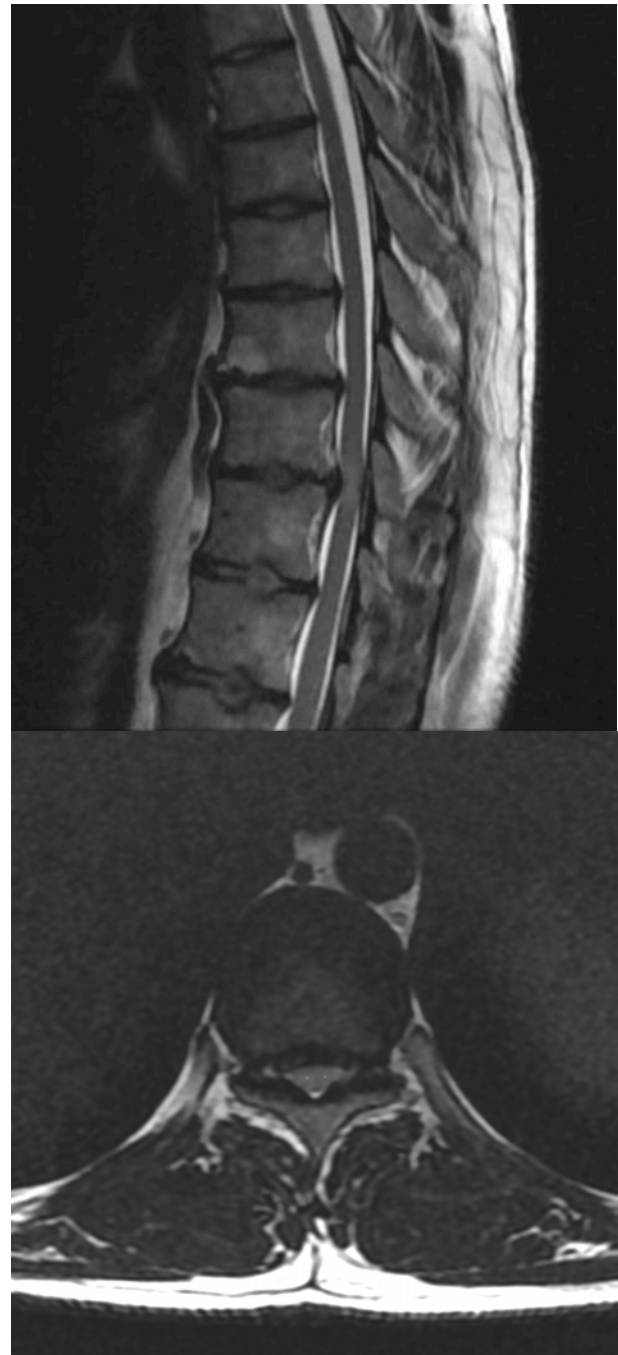
ламинектомия на нивото. След интервенцията пациентът е с подобрение, като при изписването е с възстановена мускулна сила за долните крайници. Втория случай е на пациент, при които на първи етап беше осъществена артропедикулотомия вдясно на ниво Тх8-Тх9. Постоперативно пациента беше без подобрение в неврологичната симптоматика, на извършен контролен КТ с данни за персистираща медианно разположена калцирана дискова херния. При пациента на втори етап се извърши артропедикулотомия на нивото вляво, като се ексцизира фрагмента (Фиг. 7). Постоперативно беше с подобрение за мускулната сила за двата крака, с възможна самостоятелна походка с помощни средства.

Пациентите са проследявани средно 15,56 месеца, като в края клинично са оценени по Nurick (средно 1,31; SD 1,52) и mJOA (средно 16,37; SD 1,69). При пациентите, при които беше извършен едностранен транспедикуларен достъп бяха осъществени профилни образни изследвания без данни за нестабилност на сегмента и увеличавана на кифотичната деформация.

Дискусия

Съществува значително противоречие в литературата около превъзходството в хирургичните подходи при лечение на торакалните дискови хернии с доказателства, които предполагат, че както предният, така и задният подход дават сходни резултати. Хирургичното лечение на торакалните хернии е представлявало уникално предизвикателство в миналото. Първоначалните доклади за хирургично лечение при тази патология показват неприемливо високи нива на заболяемост и смъртност чрез извършване на ламинектомия [8–11]. При преглед на повече от 260 пациенти, обхващащи период от 60 години, авторите са установили че само ламинектомията има най-висок процент на заболяемост и смъртност от всички подходи, като 34% от пациентите съобщават за пареза или парализа постоперативно [11]. През годините се появяват различни хирургични подходи, включително транспедикуларен, трансфасетен щадящ педикула, костотрансверсектомии, латерални, трансторакални, тораскопични и минимално инвазивен подход [12–14]. Заболеваемостта и смъртността сред другите подходи, включително транспедикуларен, костотрансверсектомия и трансторакален, са значително по-ниски. Въпреки напредъка в хирургичните подходи, все още лечението на торакалните дискови хернии остава предизвикателство. Stefaan и Debois смятат, че дълготрайните миелопатични лезии имат по-лоша прогноза от краткотрайна компресия на нервните коренчета. В друго проучване на дискектомия на

гигантски торакални дискови хернии, 53% от пациентите са се подобрили неврологично, 42% са били стабилни и 5% са били по-лоши. Авторите заключават, че обемът на хернията е предиктор за лош изход, заедно с наличието на калцификация му [2,15]. Местоположението на диска, степента на калцификация, ограниченото пространство и слабото кръвоснабдяване в този участък на гръбначния канал увеличават чувствителността на гръбначния мозък към нараняване по време на хирургична декомпресия [6,16].



Фиг. 9.1. Образно диагностични данни за миелопатия с наличие на хипоинтензен в T1 и хиперинтензен в T2 сигнал интрамедуларно. 2. Образно диагностични данни за миелопатия с наличие на типичен белег „snake eye”.

По-малко инвазивна техника при лечението на торакалните дискови хернии е задния транспедикуларен подход към симптоматичния диск [17–20]. Ретроспективните проучвания обикновено показват, че тази техника намалява рисковете и заболяемостта от традиционната торакотомия, включително загуба на кръв, честота на усложнения, продължителност на операцията и продължителност на престоя [17,19,21]. Задният транспедикуларен подход е добре установена техника за достъп до преднолатералната част на дуралния сак чрез отстраняване на ипсилатералната фасетна става и педикул. Този подход може да бъде изпълнен с по-малка заболяемост и дисекция на меките тъкани в сравнение с неговите алтернативи. Недостатъците на този достъп когато е едностранен е, че предлага само ограничена видимост на средната линия на вентралната част на гръбначния канал. Декомпресията на медианно разположен диск, използвайки този подход, се извършва с малко визуализация и разчита до голяма степен на тактилна обратна връзка, което е следствие на опита на хирурга. В нашето проучване в три от случаите (18,7%) при извършен двустранен такъв беше използван невроендоскоп, като отстраняването на фрагмента разположен медиално става с контралатерален на оперативния достъп въведен ендоскоп и екстипация на дисковия фрагмент под визуален контрол.

Yoshihara et al. сравнява пациенти, оперирани за торакални дискови хернии чрез вентрален (22,4%) и друг подход (77,6%) в американска база данни от 25 413 пациенти, претърпели операция между 2000 и 2009г. [22]. Като степента на усложнения е (26,8% срещу 9,6%) и смъртността (0,7% срещу 0,2%) са значително по-високи при предния подход. Това заедно със заключението от проучването на Quint утвърждава задния подход като предпочитан поради по-ниския процент на усложнения [1].

Когато става въпрос за усложнения при заден транспедикуларен достъп в проучването на Yang et al. процента на усложнения е 12%, като се включват два случая на дурална лацерация и един субдурален хематом, всички преходни [23]. Kato et al. съобщават за незначително разкъсване на дуралната обвивка при един от тримата пациенти, което не е довело до постоперативно изтичане на цереброспинална течност [24]. В друго проучване от Kato et al. двама пациенти са имали оперативни усложнения (общо шест случая), включително разкъсване на дуралната обвивка и временно неврологично влошаване [25]. В нашето проучване усложнения се наблюдават при 2 пациента (12,5%), което е съпоста-

вимо с докладваните до момента резултати в литературата.

При този метод на оперативно лечение чрез задна декомпресия се нарушава стабилността на гръбначния стълб, което води до промяна на локалната кривина. Специално за долната част на торакалния отдел, той е предразположен към нестабилност и промени в кривината поради отслабената защита на гръдната клетка. Освен това, след отстраняването на диска, увреждането на предната и средната колона може да влоши стабилността на гръбначния стълб. Биомеханичното изследване показва, че след отстраняването едностранно на костовертебралната става, трансверзалния израстък с едностранно или двустранно фасетни стави води до намаляване на локалната стабилност [26]. Резултатите от нашето проучване при проследяването не показват данни за локална нестабилност при едностранна артропедикулотомия, което не налага извършването на инструментация на сегмента. Единствено при двустранна артропедикулотомия се налага осъществяване на транспедикуларна късосегментна винтова стабилизация.

Заключение

Торакалните дискови хернии макар и редки състояния представляват хирургично предизвикателно. Влошаването на неврологични симптоми и/или признаци на миелопатия са индикации за хирургично лечение. Строгото предоперативно планиране и изборът на оптимален подход води до намаляване риска от следоперативни усложнения. Като минимално инвазивната хирургия на гръбначния стълб е посредством заден транспедикуларен достъп води до значително подобрене в хирургичните резултати при лечението на торакалните дискови хернии.

Библиография

1. Quint U, Bordon G, Preissl I, Sanner C, Rosenthal D. Thoracoscopic treatment for single level symptomatic thoracic disc herniation: a prospective followed cohort study in a group of 167 consecutive cases. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* 2012 Apr;21(4):637–45.
2. Hott JS, Feiz-Erfan I, Kenny K, Dickman CA. Surgical management of giant herniated thoracic discs: analysis of 20 cases. *J Neurosurg Spine.* 2005 Sep;3(3):191–7.
3. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Rhim S, Cheh G. Sagittal thoracic decompression following long adult lumbar spinal instrumentation and fusion to L5 or S1: causes, prevalence, and risk factor analysis. *Spine.* 2006 Sep 15;31(20):2359–66.
4. Court C, Mansour E, Bouthors C. Thoracic disc herniation: Surgical treatment. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* 2018 Feb;104(1S):S31–40.
5. He B, Yan L, Xu Z, Guo H, Liu T, Hao D. Treatment strategies for the surgical complications of thoracic spinal stenosis: a retrospective analysis of two hundred and eighty three cases. *Int Orthop.* 2014 Jan;38(1):117–22.
6. Gille O, Soderlund C, Razafimahandri HJC, Mangione P, Vital J-M. Analysis of hard thoracic herniated discs: review of 18 cases operated by thoracoscopy. *Eur Spine J.* 2006 May;15(5):537–42.
7. Onishi E, Yasuda T, Yamamoto H, Iwaki K, Ota S. Outcomes of Surgical Treatment for Thoracic Myelopathy: A Single-institutional Study of 73 Patients. *Spine.* 2016 Nov 15;41(22):E1356–63.
8. Stillerman CB, Weiss MH. Management of thoracic disc disease. *Clin Neurosurg.* 1992;38:325–52.
9. Stillerman CB, Chen TC, Day JD, Couldwell WT, Weiss MH. The transfacet pedicle-sparing approach for thoracic disc removal: cadaveric morphometric analysis and preliminary clinical experience. *J Neurosurg.* 1995 Dec;83(6):971–6.
10. Stillerman CB, Chen TC, Couldwell WT, Zhang W, Weiss MH. Experience in the surgical management of 82 symptomatic herniated thoracic discs and review of the literature. *J Neurosurg.* 1998 Apr;88(4):623–33.
11. Fessler RG, Sturgill M. Review: complications of surgery for thoracic disc disease. *Surg Neurol.* 1998 Jun;49(6):609–18.
12. Lesoin F, Rousseaux M, Autricque A, Reesaul Y, Villette L, Clarisse J, et al. Thoracic disc herniations: evolution in the approach and indications. *Acta Neurochir (Wien).* 1986;80(1–2):30–4.
13. McCormick PC. Retropleural approach to the thoracic and thoracolumbar spine. *Neurosurgery.* 1995 Nov;37(5):908–14.
14. Burke TG, Caputy AJ. Treatment of thoracic disc herniation: evolution toward the minimally invasive thoracoscopic technique. *Neurosurg Focus.* 2000 Oct 15;9(4):e9.
15. Mulier S, Debois V. Thoracic disc herniations: transthoracic, lateral, or posterolateral approach? A review. *Surg Neurol.* 1998 Jun;49(6):599–606; discussion 606–608.
16. Maiman DJ, Pintar FA. Anatomy and clinical biomechanics of the thoracic spine. *Clin Neurosurg.* 1992;38:296–324.
17. Bilsky MH. Transpedicular approach for thoracic disc herniations. *Neurosurg Focus.* 2000 Oct 15;9(4):e3.
18. Arts MP, Bartels RHMA. Anterior or posterior approach of thoracic disc herniation? A comparative cohort of mini-transthoracic versus transpedicular discectomies. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* 2014 Aug 1;14(8):1654–62.
19. Börm W, Bätzner U, König RW, Kretschmer T, Antoniadis G, Kandenwein J. Surgical treatment of thoracic disc herniations via tailored posterior approaches. *Eur Spine J.* 2011 Oct;20(10):1684–90.
20. Nakhla J, Bhashyam N, De la Garza Ramos R, Nasser R, Kinon MD, Yassari R. Minimally invasive transpedicular approach for the treatment of central calcified thoracic disc disease: a technical note. *Eur Spine J.* 2018 Jul 1;27(7):1575–85.
21. Falavigna A, Piccoli Conzatti L. Minimally invasive approaches for thoracic decompression from discectomy to corpectomy. *J Neurosurg Sci.* 2013 Sep;57(3):175–92.
22. Yoshihara H, Yoneoka D. Comparison of in-hospital morbidity and mortality rates between anterior and nonanterior approach procedures for thoracic disc herniation. *Spine.* 2014 May 20;39(12):E728–733.
23. Yang S-D, Chen Q, Ning S-H, Ding W-Y, Yang D-L. Modified eggshell procedure via posterior approach for sclerosing thoracic disc herniation: a preliminary study. *J Orthop Surg.* 2016 Sep 20;11(1):102.
24. Kato S, Murakami H, Demura S, Yoshioka K, Hayashi H, Tsuchiya H. Novel surgical technique for ossification of posterior longitudinal ligament in the thoracic spine. *J Neurosurg Spine.* 2012 Dec;17(6):525–9.
25. Kato S, Murakami H, Demura S, Yoshioka K, Hayashi H, Yokogawa N, et al. Gradual spinal cord decompression through migration of floated plaques after anterior decompression via a posterolateral approach for OPLL in the thoracic spine. *J Neurosurg Spine.* 2015 Oct;23(4):479–83.
26. Oda I, Abumi K, Lü D, Shono Y, Kaneda K. Biomechanical role of the posterior elements, costovertebral joints, and rib cage in the stability of the thoracic spine. *Spine.* 1996 Jun 15;21(12):1423–9.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Христо Цонев
 Клиника по неврохирургия
 УМБАЛ Св. Иван Рилски
 Бул. „Акад. Иван Гешов” 15
 1431 София, България
 Тел.: +359 895 30 36 32
 E-mail: hr.tsonev@gmail.com

Address for Correspondence:

Hristo Tsonev, MD
 Clinic of Neurosurgery
 St. Ivan Rilski University Hospital
 15 Acad. Ivan Rilski Blvd
 1431 Sofia, Bulgaria
 Tel.: +359 895 30 36 32
 E-mail: hr.tsonev@gmail.com

КАРТИРАНЕ НА ЦЕНТРАЛНАТА БРАЗДА С ПОМОЩТА НА СОМАТО-СЕНЗОРНИ ЕВОКИРАНИ ПОТЕНЦИАЛИ – НАШИЯТ ОПИТ ПРИ 64 ИНТЕРВЕНЦИИ

Калоян Габровски^{1,2}, Петър Каразапряннов¹, Красимир Минкин^{1,2}

¹Клиника по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ ЕАД, София

²Катедра по неврохирургия, Медицински университет – София

Резюме

Въведение: Фазовото обръщане на сомато-сензорните евокирани потенциали (ССЕП) е утвърден метод за локализация на централната бразда (ЦБ), но е рядко прилагана в България. Тук докладваме нашия опит с техниката.

Материал и методи: От 2011 до 2018 г. 64 пациента бяха подложени на картиране на ЦБ с помощта на корови ССЕП в Клиниката по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“. Анализирахме ги по отношение на осъществимостта и надеждността на метода, характеристиката на получените отговори, както и факторите, от които зависят.

Резултати: Позициониране на стрип електрод беше възможно, без усложнения, във всички случаи. Класическо фазово обръщане N20- P20 открихме при 57 случая (89%). При други 3 (4,7%) се установи липса на категорично обръщане на поляритета на ССЕП, но успешно картиране бе възможно по наличието на локализиращи париеални ССЕП. При 4 (6,3%) кортикалните ССЕП бяха нелокализиращи. Единственият фактор свързан с неуспех на картирането на ЦБ със ССЕП бе туморна инфилтрация на постцентралната гънка ($p=0,002$). Не открихме статистически достоверни разлики по отношение на наличието на преоперативен моторен и сетивен дефицит, ангажирането на прецентралната гънка и между туморните и нетуморни индикации за операция.

Изводи: Картирането на ЦБ с помощта на късолатентни кортикални ССЕП е бърз и надежден метод за първоначално картиране централната мозъчна област с висока успеваемост и без фалшиво локализиращи резултати.

Ключови думи: фазово обръщане, сомато-сензорните евокирани потенциали, централна бразда, картиране.

MAPPING OF THE CENTRAL SULCUS WITH SOMATOSENSORY EVOKED POTENTIALS – OUR EXPERIENCE WITH 64 SURGERIES

Kaloyan Gabrovski^{1,2}, Peter Karazapryanov¹, Krasimir Minkin^{1,2}

¹Department of Neurosurgery, St. Ivan Rilski University Hospital, Sofia

²Department of Neurosurgery, Medical University – Sofia

Abstract

Introduction: The phase reversal of somatosensory evoked potentials (SEP) is a well-established method for localization of the central sulcus (CS), but its application in Bulgaria is rarely used. We report here our experience with the technique.

Material and methods: From 2011 to 2018, sixty-four patients underwent mapping CS with SEP phase reversal at the authors' institution. We analyzed them in terms of feasibility, reliability, waveform characteristics and factors related with the success of mapping.

Results: Placement of strip electrode was possible without complications in all attempted cases. Classical phase reversal N20- P20 was found in 57 cases (89%), with another 3 (4,7%) showing no clear reversal, but having localizing postcentral potentials. No false localizing results were documented. In 4 cases (6,3%) cortical SEPs were non-localizing. The only factor related with failure of mapping with SEPs was infiltration by a tumor of the postcentral gyrus ($p=0,002$). No statistically significant differences were found for preoperative motor and somatosensory deficits, engagement of the precentral gyrus and tumor vs. non-tumor indication for mapping.

Conclusions: Mapping of the CS with short-latency SEPs is fast, feasible and reliable method for initial mapping of the central brain region with high success rate and no false-localizing results.

Keywords: phase reversal, somatosensory evoked potentials, central sulcus, mapping.

Въведение

Рискът от опустошителен двигателен дефицит винаги е представлявал голямо препятствие за осъществяване на хирургични интервенции в перироландовата кортикална и субкортикална област. Такава локализация често ограничава обема на резекция, като в някои случаи лезиите се приемат дори за неоперабилни [8, 19]. С оглед на това различни методи, базирани на образни изследвания, са предложени през последните 40 години – комютърна томография (КТ), ядрено-

магнитен резонанс (ЯМР), функционален ЯМР, интраоперативна невронавигация. Въпреки че тези методи непрекъснато се развиват и предлагат нови възможности, интраоперативната неврофизиология остава евтин, надежден и директно насочен към локализацията на неврологични функции [8, 10, 18, 19].

Фазовото обръщане (ФО) на корови сомато-сензорни евокирани потенциали (ССЕП) са утвърден метод за електрофизиологична локализация на централната бразда (ЦБ). Първоначал-

но феноменът е описан от Woosley et al (1979) [28], а в последствие е въведен в епилептичната хирургия от Goldring and Gregorie [14], както и в туморната и съдовата неврохирургия [1-6, 8, 11, 12, 17, 20, 21, 23, 27, 28]. В България за първи път употребата му е докладвана като доклад на Национална конференция по неврохирургия от Маринов и Танигучи (1992) [22].

В настоящата статия докладваме нашият опит с интраоперативна употреба на ССЕР-ФО, самостоятелно или в съчетание с други неврофизиологични техники, за картиране на централната мозъчна област, анализирайки осъществимостта, надеждността и факторите, от които зависят.

Материал и методи

Селекция на пациенти

От декември 2011 г. до юни 2018 г в Клиниката по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ бяха осъществени 168 интервенции с електрофизиологично картиране на супратенториални процеси под обща анестезия. При 64 операции (38 %) бе осъществено картиране на ЦБ с помощта на ССЕР-ФО. В серията средната възраст на пациентите беше 41 години (от 1 до 76 г.). Разпределението по диагноза е представено в Табл. 1.

Патологичен процес/вид хирургична интервенция	Брой	%
Пилоцитен астроцитом (ст. I по СЗО)	1	1,5
Нискостепенен глиом (ст. II по СЗО)	11	17
Анапластичен астроцитом (ст. III по СЗО)	2	3
Мултиформен глиобластом (ст. IV по СЗО)	16	25
Глионевроален тумор	3	4,6
Кавернозен ангиом	2	3
Метастаза	13	20
Епилептична хирургия	14	22
Друго	2	3
Общо	64	100

Табл. 1. Разпределение по диагноза на 64-те хирургични случая, при които е осъществено интраоперативно картиране на централната бразда с помощта на ССЕР.

Във всички случаи преценка за осъществяване на електрофизиологично мониториране, както и неговият обем беше взета от оператора. Локализацията на патологичния процес или планираната резекция бяха оценени като прилежащи на или разположени в централната област (ЦО).

Хирургична интервенция и анестезия

Обичайният ни анестезиологичен протокол предвижда тотална интравенозна анестезия – (ТИВА). Инхалаторни анестетици (sevoflurane), както и кратко действащи миорелаксанти са допустими при увода и в началната фаза на интервенцията. Поне 15 минути преди започване на ССЕР-ФО инхалаторната анестезия се преустановява или намалява ($MAC < 0,5$) и се преминава на ТИВА с продължителна инфузия на propofol и fentanyl. Приложението на нервно-мускулни блокери по правило се избягва в тази фаза от интервенцията. Те нямат отношение към получаването на ССЕР, но възпрепятстват получаването на МЕР, които също се използват за картиране на ЦО.

Разположението и големината на хирургичните достъпи бяха планирани и осъществени от хирургичния екип в съответствие с очакваната патология и обем на интервенцията. Интраоперативната електрофизиология не наложи модификации в позицията на пациента и обема на достъпа.

Техника за картиране на централната област

Контралатерална стимулация на n. medianus в областта на китката с помощта на иглени електроди бе използвана във всички случаи, с изключение на два, при които бе използвана тибиална стимулация. Медианусните електроди се поставят по воларната повърхност на китката по хода на нерва на около 2 см един от друг, след въвеждане на пациента в анестезия и позиционирането му за интервенцията. По същото време се поставя референтен електрод (срединен челен електрод – Frz), както и отдалечен от краниотомията скалпов заземяващ електрод.

След осъществяване на хирургичния достъп (краниотомия и дуротомия), върху експонираната мозъчна кора се поставя стрип електрод – 4 или 8 контрактен (1 см междуконтактно разстояние). Той се позиционира 3-7 см от средна линия с ъгъл около 15 спрямо нея, целейки се в перпендикулярно положение спрямо ЦБ, Фиг. 1.

За стимулация и електрофизиологичен запис е използвана специализирана апаратура за интраоперативно мониториране Dantec - Keypoint® или Medtronic - NIM-Eclipse™. Стимулация на n.

medianus бе осъществена с помощта на правоъгълни монофазни токови импулси с постояннотокова стимулация и честота 5,7 Hz. Интензитетът на стимулацията бе настройван индивидуално (5- 65 mA) – над моторният праг на нерва, предизвикващ движения на палеца с амплитуда около 1- 2 см. Записът на кортикални SSEP бе осъществен по монополярен начин, т.е. записвайки всеки от контактите към референтен иглен електрод на челото (Fpz). Записът бе филтриран (пропускащ 30-1000 Hz), усреднен (от 50 – 500 пъти) и представен на 50 ms трасе. За наименоването на вълните на SSEP беше използван общоутвърден стандарт [9].

Кортикалните SSEP бяха визуално анализирани интраоперативно по отношение на конфигурацията на вълните с латентност 15 – 45 ms и пациентите бяха интраоперативно причислени в една от три възможни групи: 1) наличие на типично фазово обръщане N20-P20; 2) несигурно фазово обръщане, но наличие на локализиращи SSEP върху постцентралния гирус – единична негативна вълна със подчертано голяма амплитуда с приблизителна 35 ms латентност или полифазен отговор от позитивни и негативни вълни в областта 25 – 45 ms; 3) липса на ФО и локализиращи SSEP [24].

Анализ на резултатите

Сравнихме случаите с успешно картиране на ЦБ с помощта на SSEP с тези с неуспешно по отношение наличието на предоперативен моторен и сомато-сензорен дефицит, ангажиране на прецентралната и постцентрална гънка от туморен процес и наличието или липсата на тумор. За сравнение на разпределенията на изброените категорични променливи в двете групи използвахме статистическия метод χ^2 или при неприменимост Fisher's exact test. За ниво на статистическа достоверност приехме $p < 0,05$.

Резултати

Позиционирането на стрип електрод върху мозъчната кора беше възможно при всички случаи, при които бе опитано, като в 42 (66%) поне един контакт на стрип електрода беше отвъд дуротомията и краниотомията. Не бяха документирани усложнения свързани с поставянето на стрип електрода – корови контузии, лацерации на мостови вени, др. при никой от болните в серията.

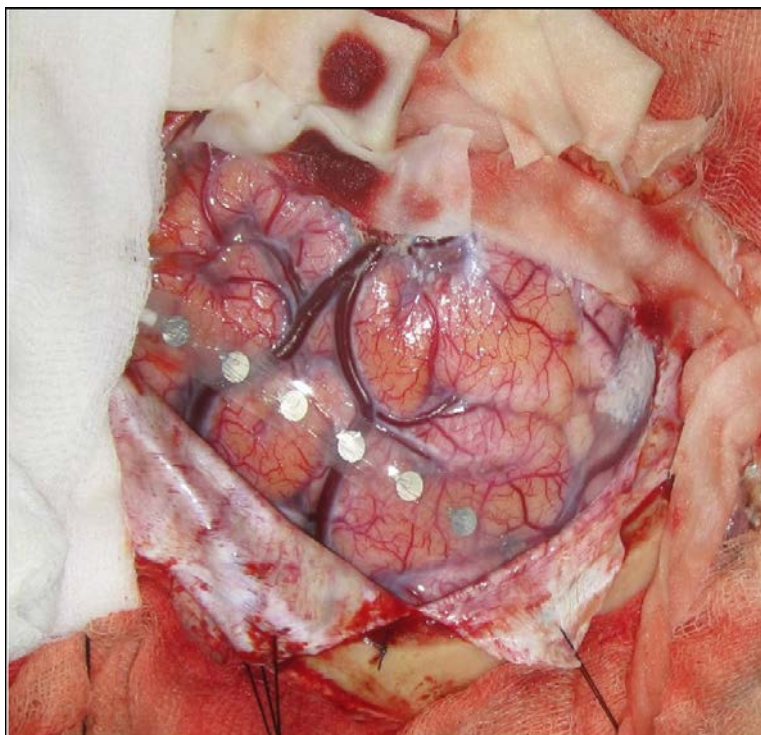
Налице бе значителна вариация в амплитудата на получените корови SSEP между различните оперативни случаи. Средната стойност на най-големите междупикови амплитуди N20-P25 или огледалния P20-N25 в серията бе 28,4 μ V ($\sigma=20,8 \mu$ V), варирайки между 2 μ V и 112 μ V.

Освен известни затруднения при извличането на сигнала от фоновия шум, абсолютната стойност на SSEP нямаха ефект по отношение на интерпретацията на получените отговори.

Наличие на класическо фазово обръщане на ранните компоненти N20-P20 при медианусна стимулация и P35- N35 при тибиялна бе налична при 57 от интервенциите, което представлява 89% от случаите, при които е опитано картиране на ЦБ със SSEP (Фиг. 2А). Във всички случаи от тази група е опитано и моторно картиране с МЕР, като при 7 пациенти то не беше възможно и SSEP-ФО бе единственият метод за картиране на ЦО. При 50-те случая с успешно проведено МЕР картиране вярно установената позиция на централната бразда е потвърдена във всички. При останалите седем оперативни случая, макар и да липсва допълнително електрофизиологично потвърждение за точността на определяне на положението на ЦБ, не са налице данни за фалшиво локализационни резултати, анализрайки останалите налични данни – интраоперативна анатомия, невронавигация (в 4 от 7 случая), постоперативни образни изследвания, непредвиден неврологичен дефицит.

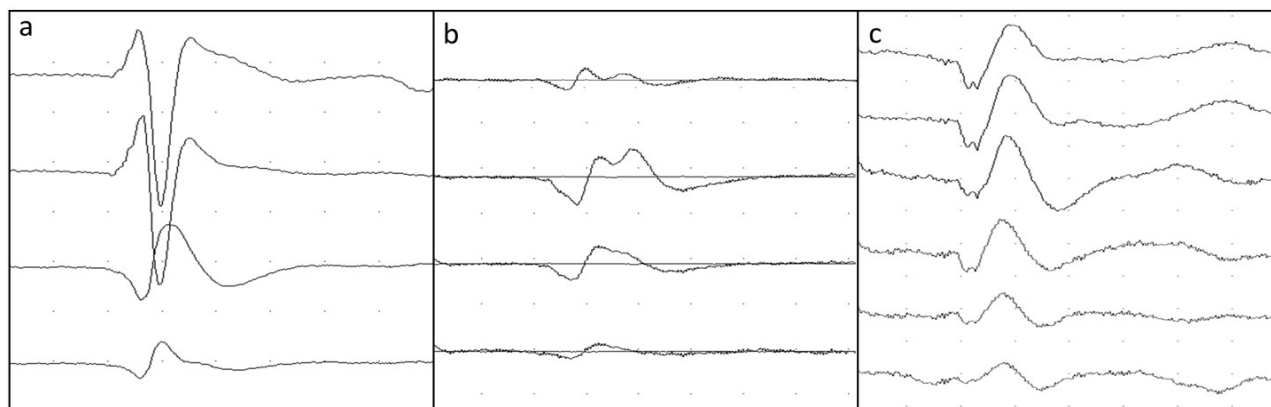
При 3 случая (4,7%) не беше налично фазово обръщане, но бе възможно положително картиране на ЦБ по типичните (описани по-горе в раздел „Материал и методи“) късни париетални компоненти на SSEP (Фиг. 2В). И при трите случая на локализиращи SSEP (без наличие на ФО) бе възможно потвърждение на установената позиция на ЦБ с помощта на моторно картиране с МЕР. И в трите случая хистологичната диагноза бе мултиформен глиобластом, като в 2 от тях лезията бе разположена във фронталния дял, без централно засягане, докато при третия – туморът бе париетален и ангажираше постцентралната гънка. Случаите с типично фазово обръщане заедно с тези с локализиращи париетални SSEP представляват общо 60 от 64 интервенции или 93,75%, т.е. при тях е била възможна локализация на централната бразда с помощта на SSEP-ФО.

При останалите 4 (6,25 %) от интервенциите картиране на ЦБ не беше възможно с корови SSEP. При три от тези случаи бе налице единична негативна вълна без разлика в поляритета (Фиг. 2С) и с незначителни разлики по отношение на латентност и амплитуда между различните контакти на стрип електрода, а при четвъртия не бяха идентифицирани неартефактни дефлексии на записваното 50 ms трасе. И при четирите случая се касаеше за париетални лезии, ангажиращи постцентралния гирус. При всички бе възможно корово и подкорово функционално картиране с помощта на МЕР.



Фиг. 1 (ляво). Позициониране на 8-контактен стрип електрод върху мозъчната кора перпендикулярно на предполагаемата централна бразда при случай на премоторен глиобластом.

Фиг. 2 (долу). Корови SSEP при различни оперативни интервенции: А) типично фазово обръщане между контакти 2 и 3; В) пример за локализиращи парietални SSEP – полифазни дефлексии с латентност 25-35 мсек. в контакт 2; нелокализиращи SSEP – данни за единична негативна вълна във всички отвеждания.



	Наличие/ липса	Локализиращи СSEP-ФО	Липса на локализиращи СSEP-ФО	Статистическа достоверност
Предоперативен моторен дефицит	да	17	2	$p = 0,58$
	не	43	2	
Преоперативен соматосензорен дефицит	да	8	2	$p = 0,11$
	не	52	2	
Ангажиране от патологичен процес на прецентралната гънка	да	14	1	$p = 1,00$
	не	46	3	
Ангажиране от патологичен процес на постцентралната гънка	да	10	4	$p = 0,002$
	не	50	0	
Наличие на мозъчен тумор	да	42	4	$p = 0,57$
	не	18	0	

Табл. 2. Фактори за успех при картиране на централната бразда с помощта на СSEP-ФО.

Дискусия

Картирането на ЦБ с помощта на фазовото обръщане на ССЕП е предложено от Goldring (1978) в епилептичната хирургия и се основава на обръщането на поляритета на кортикалните ССЕП, когато те бъдат записани от двете стани на централната бразда. Впоследствие, методът е използван при редица туморни, съдови и други индикации за хирургия в централната област [3, 5, 13-15, 21, 24, 28].

Още Gregorie и Goldring (1979) при 31 случая с предимно туморна патология установяват, че запис на типично ФО обръщане не е възможно във всички случаи, като авторите не дават добро обяснение за причините за това [16]. Cedzich et al (1996) установяват липса на N20/ P20 обръщане при 9 % от техните пациенти, като това авторите обясняват с недобро позициониране в оста перпедикулярна на ЦБ [8]. И двете изследвания се фокусират предимно върху туморни случаи, ангажиращи в някаква степен перироландовата област. Подобни неуспехи при получаване на ФО обръщане на ССЕП са описани и в серии с чисто епилептични случаи [27]. Някои автори съобщават за невъзможност за регистрация на ФО при част от болните с тежки парези [1], докато други по-скоро отдават значение на тежкия соматосетивен дефицит като основен фактор [7, 26]. В най-голямата докладвана серия от 230 пациента с тумори Romstöck et al (2002) ясно демонстрират ефекта на локализацията на туморната лезия спрямо централната бразда върху кортикалните ССЕП [24]. Те отдават по-голямо значение на положението на тумора в близост до ЦБ, отколкото на наличието и изразеността на предоперативния дефицит – моторен или сетивен. Възможните причини, които се посочват в литературата за липса на ФО на ССЕП са: 1) туморът десинхронизира аферентните разряди в таламокортикалния път; 2) обемният ефект на тумора изкривява нормалната анатомия и променя проекцията на електрическите диполи по мозъчната повърхност; 3) мястото на регистрация на кортикални ССЕП може да не съответства на съответния стимулиран периферен нерв, например електродът на е поставен върху областта на дисталната ръка при медианусна стимулация [24].

При 60 интервенции (93,75 %) бе възможна успешна локализация на ЦБ – при 57 (89%) бе налице класическо фазово обръщане, а при останалите 3 (4,7%) локализиращи париеални ССЕП. Делът на успешна локализация в серията ни е висок, като в литературата варира от 89-97% [8, 14, 16, 19, 24, 25, 27]. Това може да бъде частично отдадено на относително високият дял на нетуморна патология в нашата серия (18 от 64;

28%), въпреки че наличието на тумор не бе свързано с риска от неуспех в настоящото проучване ($p=0,57$).

Единственият фактор, който бе статистически достоверно свързан с неуспех на картирането със ССЕП-ФО беше ангажирането от патологичния процес на постцентралния гирус ($p=0,002$). Всички останали изследвани фактори – предоперативен моторен и соматосензорен дефицит, ангажиране на прецентралната гънка и наличието или не на мозъчен тумор не показаха статистически достоверна асоциация с успеха при картиране на ЦБ. Нашите резултати се доближават до тези на Romstöck et al [24], а именно – централната локализация на туморна лезия е в най-голяма степен свързано с неуспех от картирането на ЦБ, а не наличието на моторен или соматосензорен дефицит [1, 7, 26].

Заклучение

Картирането на ЦБ с помощта на кортикални ССЕП е бърз и надежден метод за първоначално картиране централната мозъчна област с висока успеваемост и без фалшиво локализиращи резултати.

Библиография

1. Aiba, T. and Y. Seki, Intraoperative identification of the central sulcus: a practical method. *Acta Neurochir Suppl (Wien)*, 1988. 42: p. 22-6.
2. Allen, A., A. Starr, and K. Nudleman, Assessment of sensory function in the operating room utilizing cerebral evoked potentials: a study of fifty-six surgically anesthetized patients. *Clin Neurosurg*, 1981. 28: p. 457-81.
3. Allison, T., Localization of sensorimotor cortex in neurosurgery by recording of somatosensory evoked potentials. *Yale J Biol Med*, 1987. 60(2): p. 143-50.
4. Allison, T., Scalp and cortical recordings of initial somatosensory cortex activity to median nerve stimulation in man. *Ann N Y Acad Sci*, 1982. 388: p. 671-8.
5. Allison, T., G. McCarthy, C.C. Wood, T.M. Darcey, D.D. Spencer, and P.D. Williamson, Human cortical potentials evoked by stimulation of the median nerve. I. Cytoarchitectonic areas generating short-latency activity. *J Neurophysiol*, 1989. 62(3): p. 694-710.
6. Amassian, V.E. and R.Q. Cracco, Human cerebral cortical responses to contralateral transcranial stimulation. *Neurosurgery*, 1987. 20(1): p. 148-55.
7. Babu, K.S. and M.J. Chandy, Reliability of somatosensory evoked potentials in intraoperative localization of the central sulcus in patients with perirolandic mass lesions. *Br J Neurosurg*, 1997. 11(5): p. 411-7.
8. Cedzich, C., M. Taniguchi, S. Schafer, and J. Schramm, Somatosensory evoked potential phase reversal and direct motor cortex stimulation during surgery in and around the central region. *Neurosurgery*, 1996. 38(5): p. 962-70.
9. Cruccu, G., M.J. Aminoff, G. Curio, J.M. Guerit, R. Kakigi, F. Manguiere, P.M. Rossini, R.D. Treede, and L. Garcia-Larrea, Recommendations for the clinical use of somatosensory-evoked potentials. *Clin Neurophysiol*, 2008. 119(8): p. 1705-19.

10. D'Andrea, G., A. Angelini, A. Romano, A. Di Lauro, G. Sessa, A. Bozzao, and L. Ferrante, Intraoperative DTI and brain mapping for surgery of neoplasm of the motor cortex and the corticospinal tract: our protocol and series in BrainSUITE. *Neurosurg Rev*, 2012. 35(3): p. 401-12; discussion 412.
11. Desmedt, J.E. and G. Cheron, Somatosensory evoked potentials in man: subcortical and cortical components and their neural basis. *Ann N Y Acad Sci*, 1982. 388: p. 388-411.
12. Firsching, R., N. Klug, U. Borner, and P. Sanker, Lesions of the sensorimotor region: somatosensory evoked potentials and ultrasound guided surgery. *Acta Neurochir (Wien)*, 1992. 118(3-4): p. 87-90.
13. Goldring, S., A method for surgical management of focal epilepsy, especially as it relates to children. *J Neurosurg*, 1978. 49(3): p. 344-56.
14. Goldring, S. and E.M. Gregorie, Surgical management of epilepsy using epidural recordings to localize the seizure focus. Review of 100 cases. *J Neurosurg*, 1984. 60(3): p. 457-66.
15. Grant, G.A., D. Farrell, and D.L. Silbergeld, Continuous somatosensory evoked potential monitoring during brain tumor resection. Report of four cases and review of the literature. *J Neurosurg*, 2002. 97(3): p. 709-13.
16. Gregorie, E.M. and S. Goldring, Localization of function in the excision of lesions from the sensorimotor region. *J Neurosurg*, 1984. 61(6): p. 1047-54.
17. Grundy, B.L., Intraoperative monitoring of sensory-evoked potentials. *Anesthesiology*, 1983. 58(1): p. 72-87.
18. Kombos, T., Somatosensory evoked potentials for intraoperative mapping of the sensorimotor cortex, in *Handbook of Clinical Neurophysiology*, R.N. Marc, Editor. 2008, Elsevier. p. 211-215.
19. Kombos, T., O. Suess, T. Funk, B.C. Kern, and M. Brock, Intra-operative mapping of the motor cortex during surgery in and around the motor cortex. *Acta Neurochir (Wien)*, 2000. 142(3): p. 263-8.
20. Lesser, R.P., R. Koehle, and H. Lueders, Effect of stimulus intensity on short latency somatosensory evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1979. 47(3): p. 377-82.
21. Lueders, H., R.P. Lesser, J. Hahn, D.S. Dinner, and G. Klem, Cortical somatosensory evoked potentials in response to hand stimulation. *J Neurosurg*, 1983. 58(6): p. 885-94.
22. Marinov, M. and M. Taniguchi. Sulcus centralis localization with N. medianus cortical SSEP during surgery of cerebral gliomas. in 2nd National Congress of Neurosurgery. 1992. Borovetz.
23. Nuwer, M.R., Localization of motor cortex with median nerve somatosensory evoked potentials., in *Intraoperative Neurophysiological Monitoring*, J. Schramm and A. Moller, Editors. 1991, Springer Verlag: Berlin Heidelberg. p. 63-71.
24. Romstock, J., R. Fahlbusch, O. Ganslandt, C. Nimsky, and C. Strauss, Localisation of the sensorimotor cortex during surgery for brain tumours: feasibility and waveform patterns of somatosensory evoked potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2002. 72(2): p. 221-9.
25. Sala, F. and P. Lanteri, Brain surgery in motor areas: the invaluable assistance of intraoperative neurophysiological monitoring. *J Neurosurg Sci*, 2003. 47(2): p. 79-88.
26. Sonoo, M., T. Shimpo, K. Takeda, K. Genba, I. Nakano, and T. Mannen, SEPs in two patients with localized lesions of the postcentral gyrus. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1991. 80(6): p. 536-46.
27. Wood, C.C., D.D. Spencer, T. Allison, G. McCarthy, P.D. Williamson, and W.R. Goff, Localization of human sensorimotor cortex during surgery by cortical surface recording of somatosensory evoked potentials. *J Neurosurg*, 1988. 68(1): p. 99-111.
28. Woolsey, C.N., T.C. Erickson, and W.E. Gilson, Localization in somatic sensory and motor areas of human cerebral cortex as determined by direct recording of evoked potentials and electrical stimulation. *J Neurosurg*, 1979. 51(4): p. 476-506.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Калоян Габровски
 Клиника по неврохирургия
 УМБАЛ Св. Иван Рилски
 Бул. „Акад. Иван Гешов” 15
 1431 София, България
 Тел.: +359 887 46 84 88
 E-mail: k_gabrovski@abv.bg

Address for Correspondence:

Kaloyan Gabrovski, MD
 Clinic of Neurosurgery
 St. Ivan Rilski University Hospital
 15 Acad. Ivan Rilski Blvd
 1431 Sofia, Bulgaria
 Tel.: +359 887 46 84 88
 E-mail: k_gabrovski@abv.bg

ОСИФИКАЦИЯ НА ЗАДНИЯ НАДЛЪЖЕН ЛИГАМЕНТ В ЦЕРВИКАЛНИЯ ОТДЕЛ – ХИРУГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ

Христо Христов

Клиника по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“, София

Резюме

Цел. Да представи клиничните резултати при лечението на дегенеративна миелопатия предизвикана от осификация на задния надлъжен лигамент след прилагане на предна корпектомия и корпорозеза и задна техника с ламинопластика.

Материал и методи. Авторът проспективно проследява клиничните резултати и усложнения при 38 пациента с осификация на задния надлъжен лигамент клинично оценени предоперативно по Japanese Orthopaedic Association scale (mJOA) при средни стойности от 11.2 т. (6-14). Клинично са проследени 36 пациента, 29 мъже и 7 жени с данни за осификация на задния надлъжен лигамент. Тези пациенти 36 пациенти са 18.18% от 198 пациента с дегенеративна миелопатия оперирани от автора за 10 год. период.

Резултати: Средният период на клинично проследяване е 4 мес. Постоперативно установихме средно неврологично подобрение от 14.8 т. (в диапазона между 6 и 16т.) по Japanese Orthopaedic Association scale (mJOA). При предният достъп е установен 1 случай на дуротомия без постоперативна ликворея, при двама пациентите регистрирахме дисфонии и при един дисфагия в ранни постоперативен период. Временна пареза са C5 нерв беше регистриран при 1 пациент след ламинопластика.

Изводи: Предната декомпресия и фузия е основна оперативна техника при тези пациенти, която води до директна декомпресия и възможност за възстановяване на сагиталния баланс. Селектирана група от пациенти с висок риск от предния достъп са кандидати за задна декомпресия с ламинопластика.

Ключови думи: предна корпектомия и фузия, ламинопластика, осификация на задния надлъжен лигамент, дегенеративна цервикална миелопатия.

OSSIFICATION OF THE POSTERIOR LONGITUDINAL LIGAMENT IN THE CERVICAL SPINE – SURGICAL TREATMENT

Hristo Hristov

Clinic of Neurosurgery, St. Ivan Rilski University Hospital, Sofia, Bulgaria

Abstract

Aim: To present the clinical results from the treatment of degenerative myelopathy, caused by ossification of the posterior longitudinal ligament by anterior approach and corpectomy, followed by vertebrodesis and posterior approach, followed by laminoplasty.

Material and methods: The author has prospectively reviewed the clinical results and complications of 38 patients, diagnosed with ossification of the posterior longitudinal ligament, clinically graded by the Japanese Orthopaedic Association scale (mJOA) with mean results of 11.2 points (6-14). The material includes 36 patients, 29 men and 7 women with ossification of the posterior longitudinal ligament. These 36 patients are 18.8% from a total of 198 patients, diagnosed with degenerative myelopathy, operated by the author for a period of 10 years.

Results: The average follow-up period of the patients is 4 months. Postoperative average grade of clinical improvement is 14.8 points. (between 6 and 16 points) according to the Japanese Orthopaedic Association scale (mJOA). In the anterior approach group there is 1 case of unintended durotomy without postoperative liquorrhea, two patients had dysphonia and one had dysphagia in the early postoperative period. Transient C5 paresis was diagnosed in 1 patient after laminoplasty.

Conclusions: Anterior decompression, followed by fusion is the main operative technique for these patients, resulting in direct decompression with a potential for restoring the sagittal balance. Selected group of patients with high risk for anterior approach are candidates for posterior decompression with laminoplasty.

Keywords: anterior decompression and fusion, laminoplasty, ossification of the posterior longitudinal ligament, degenerative cervical myelopathy.

Въведение

Осификацията на задния надлъжен лигамент в шийния спинален отдел е резултат на прогресивно ектопично калциране на ligamentum longitudinale posterius, обикновено съчетано с хипертрофия на последния, водещо до хронична гръбначномозъчна компресия и развитие на миелопатна симптоматика. Според последната

съвременна дефиниция дегенеративната цервикална миелопатия включва всички възрастови дегенеративни дискови и костнолигаментарни състояния, включително и тези с хипертрофия и осификация на задния надлъжен лигамент (OPLL) и ligamentum flavum, които причиняват гръбначномозъчна компресия и последваща миелопатия [1]. Това е причина OPLL да се раз-

глежда като част от дегенеративната цервикална миелопатия, като често се среща и в съчетание с други дегенеративни костнолигаментарни патологични състояния, водещи до цервикална медуларна компресия. OPLL се класифицира на 4 основни типа – дифузна (разположена зад няколко прешленни тела и интервертебрални диска), сегментна (ограничена зад прешленните тела), смесена (комбинация от дифузна и сегментна) и локализирана (зад интервертебралния диск) [24]. Дифузният и смесен тип OPLL са с най-голяма вероятност да предизвикат миелопатна симптоматика. Хирургичното лечение, ковто включва директна или индиректна декомпресия, е единствената алтернатива за лечение при пациенти с прогресираща цервикална миелопатна симптоматика.

Материал и методи

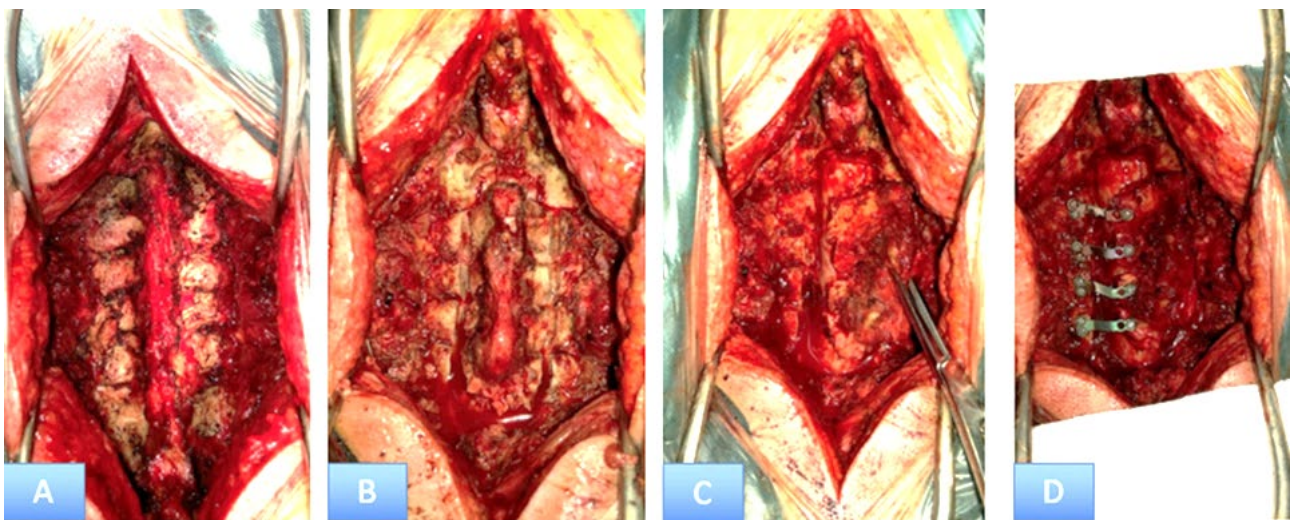
От общо 198 пациента с дегенеративна миелопатия, оперирани от автора през периода 2012-2021 г. са регистрирани 8 (4.04%) класически случая на изолирана осификация и хипертрофия на задния надлъжен лигамент. Съчетание на дегенеративна стеноза с OPLL се установи при 28 (14.14%) пациенти. Съотношението мъже към жени е 29 към 7, като в групата с изолирана класическа OPPL 8 (100%) от пациентите са от мъжки пол. При трима пациенти от тази група се установи съчетание на OPPL с болестта на Forestier, известна като дифузна идиопатична костна хиперостоза (DISH). Средната възраст на пациентите е 55,5 г. в диапазона между 44 и 78 г.

Диагнозата е поставена след проведени МРТ и КТ с данни за OPLL и гръбначно мозъчна компресия, миелопатия и наличие на евентуални дурални осификации. Рентгенографското изследване диагностицира евентуални промени в сагиталния баланс.

Пациентите са оценени по модифицираната Japanese Orthopaedic Association scale (mJOA) 0-17 т. при средни стойности от 11,2 т. (в диапазона между 6 и 14т.). Хирургично лечение прилагаме при пациенти с тежка mJOA 0-11 т. и умерено тежка форма на дегенеративна цервикална миелопатия mJOA 12-14 т..

Двете основни оперативни техники, които сме прилагали са задна декомпресия с ламинопластика и предна декомпресия и фузия с медианна корпектомия и корпородеза с меш и плака. Основен критерий при избора на оперативна техника е наличието на кифотичен деформитет (показание за предна декомпресия), данните от СТ за интрадурални осификации, възрастта на пациентите и наличие на остеопороза.

Ламинаoplastика сме прилагали при 6 случая с изразена осификация и хипертрофия на задния надлъжен лигамент и съхранена цервикална лордоза, както и при възрастни пациенти с данни за остеопороза и интрадурални осификации. Прилагаме модифицирана техника на open door ламинопластика с имплантиране на open door ламинарни титаниеви плаки (Фиг. 1, 2 и 3) [23]. Осъществяваме двустранна субпериостална дисекция на мускулите от спинозните израстъци и дъгите, включваща ставните израстъци и *massa laterales* едно ниво над и под дегенеративно стенозичната зона (А). Резецираме проксималната част на спинозните израстъци и идентифицираме латералния сегмент на дъгите двустранно в областта на границата с вертебралните педикули. На страната на по-тежко и изразената латерална стеноза в тази област с помощта на високооборотен дрил вертикално резецираме най-латералните отдели на дъгите до достигане на задно медиалната област на вертебралния педикул и идентификация на дура (В).

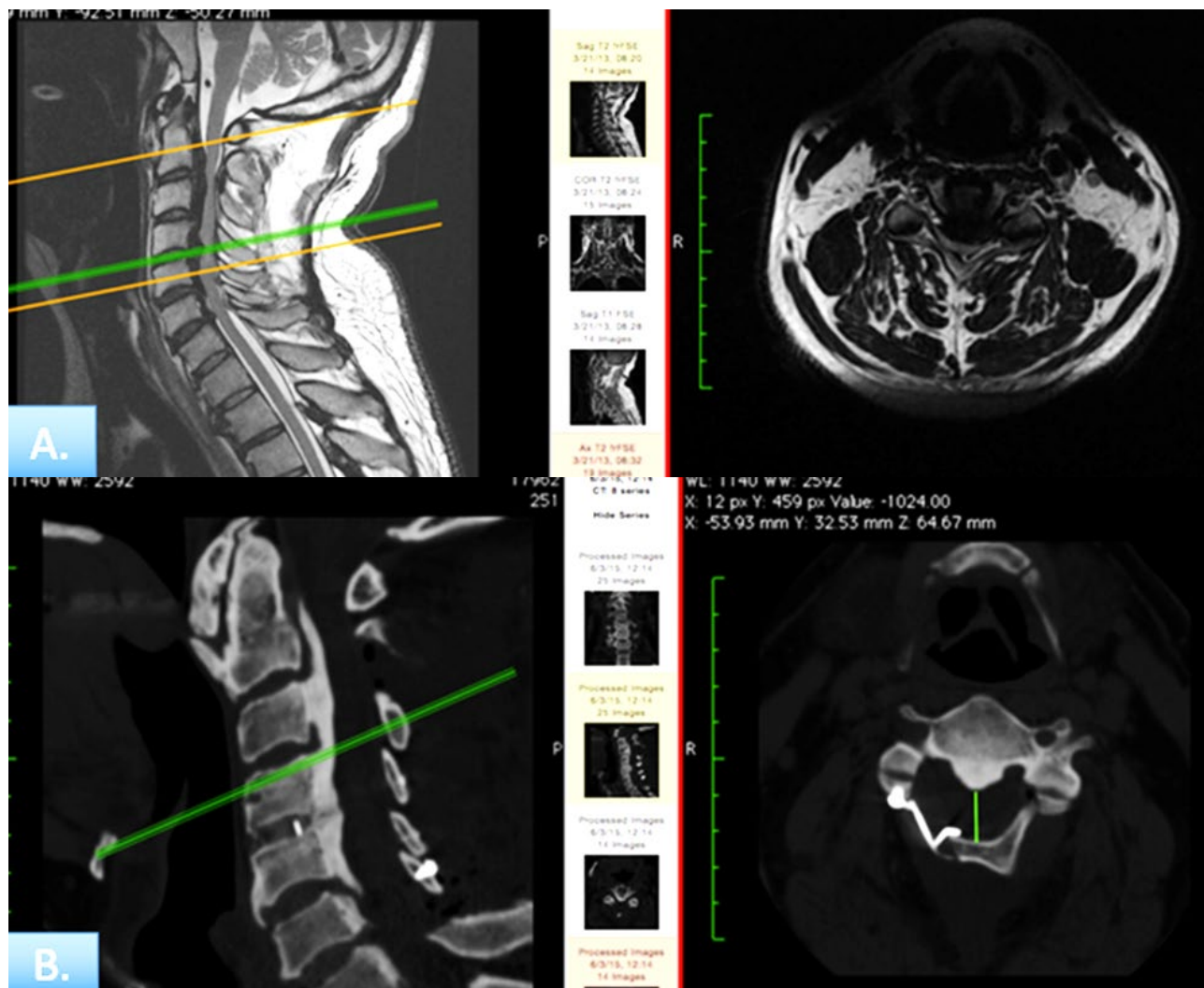


Фиг. 1. Етапи от мултисегментарна ламинопластика: **А.** Субпериостална дисекция на дъгите и *massa laterales*; **В.** Вертикална костна резекция на нивото на вертебралните педикули; **С.** En-block ротация на ламинарния комплекс; **Д.** Фиксиране на дъгите към *massa laterales* с титаниеви ламинарни плаки.

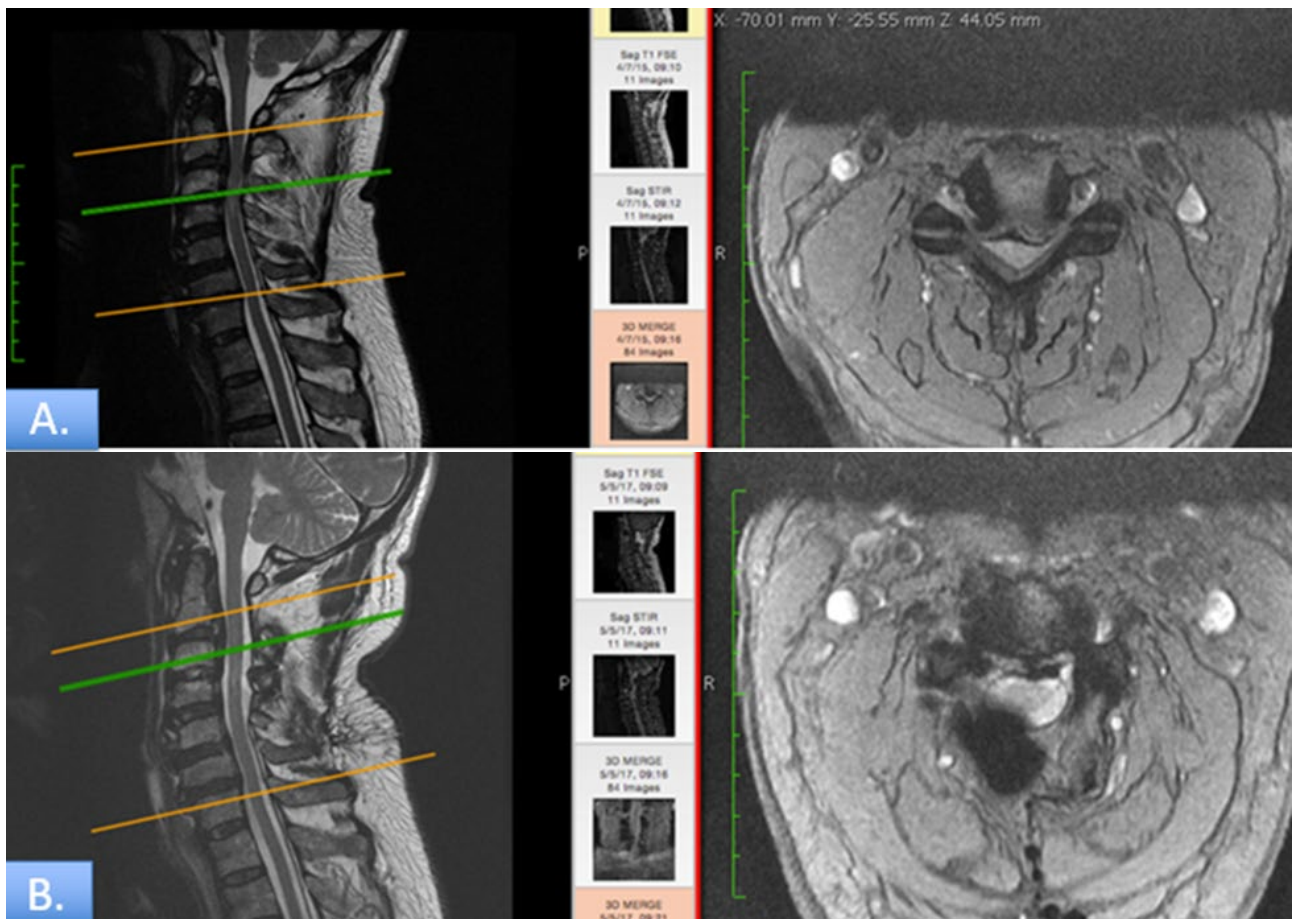
Подобна костна резекция във вертикална посока осъществява на контралатералната страна около 2 мм по-латерално, като съхраняваме компактната на ламината медиално и на същата страна елевираме en block ламинарния комплекс след предварителна ексизия на ligamentum flavum в краниалния и каудален участък на ламино-пластиката (С). По-латералната резекция се налага поради риск от ламинарна дислокация и неврална компресия в този участък. При необходимост адхезиите на дурата към дъгите се освобождават по остър начин. Дъгите фиксираме с помощта на винтове към massa laterales с open door плака (D).

Медианна корпектомия и корпородеза с меш и плака сме прилагали при пациенти с нарушена цервикална лордоза и при соматично съхранени пациенти без данни за остеопороза. Предимствата на корпектомията са възможностите за декомпресия зад прешленното тяло, както и да се осъ-

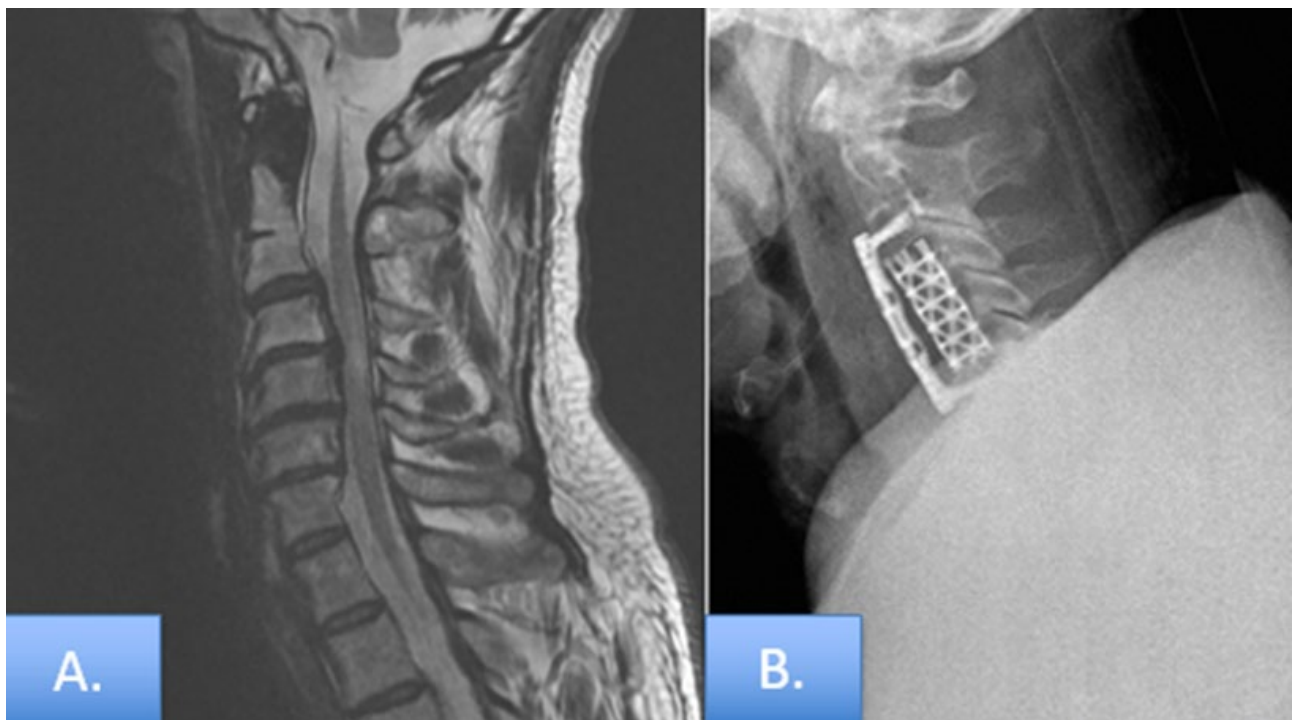
ществи корекция на кифотичните деформитети. Това е предпочитана от автора техника, която прилагаме рутинно при мултисегментарни стенози, изискващи декомпресия на две или три нива (Фиг 4). При повече от 3 нива съчетаваме със skip-корпектомия – с хибридни техники с корпектомия корпородеза с меш, съхранение на прешленно тяло, диск- и остеофитектомия и имплантиране на интервертебрален кейдж (Фиг. 5) или според индивидуалната патология корпектомии със съхранение на прешленното тяло между тях позволяваща декомпресия на четири интервертебрални нива. Друго предимство на тази техника пред интервертебралната декомпресия е възможността при тежки неврални компресии да се декомпресията осъществи първоначално зад прешленното тяло, последвано от диск- и остеофитектомия в зоните на максимален конфликт. Това значително намалява риска от интраоперативна неврална увреда.



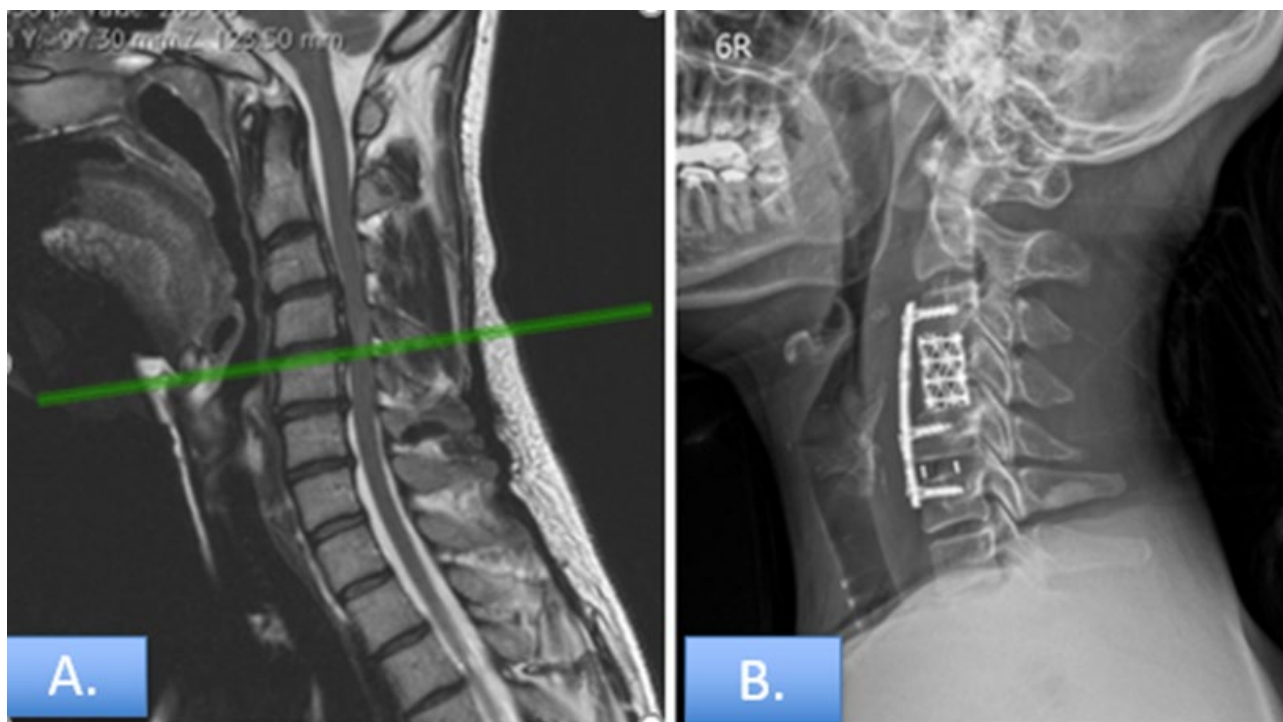
Фиг. 2А. Предоперативен МРТ с данни за дифузна OPLL с тежка компресия върху миелона и данни за миелопатия. В. Постоперативен СТ с костен прозорец с данни за ламинопластика и адекватна декомпресия.



Фиг. 3А. Предоперативен МРТ с данни за C2-3 OPLL и компресионна миелопатия **В.** Задна декомпресия след ламинопластика на C3 и ламинектомия на C2.



Фиг. 4А. Предоперативен МРТ с данни за OPLL, миелопатично огнище на ниво C3-4 и кифотичен деформитет **В.** Състояние след корпородеза на две нива меш и предна фиксация с плака.



Фиг. 5А. Предоперативен МРТ с данни за мултисегментарна OPLL и дискови дегенеративни промени, с миелопатична зона на ниво С4-5 и кифотичен деформитет. **В.** Състояние след хибридна skip корпектомия и корпектодеза с меш, РЕЕК кейдж и плака, съхраняване тялото на С5 и корекция на кифозата.

При изразена хипертрофия и осификация на задния надлъжен лигамент прилагаме т.нар. floating техника с максимална резекция на медианните и парамедианните отдели на осифицирания заден надлъжен лигамент, последвани от двустрана латерална ексцизия на лигамента, което дава възможност за изпъкване напред на дурата и осифицирания лигамент с оптимална декомпресия. След декомпресия позиционираме меш под умерена дистракция. При най-голям процент от случаите сме имплантирани цилиндричен титаниев меш 26 случая и при 4 случая РЕЕК-меш. Цилиндричният титаниев меш, изпълнен с костни фрагменти, дава възможност за по-добра странична фузия, сравнено с РЕЕК меща, което е причина да го прилагаме рутинно.

Резултати

От интраоперативните усложнения регистрирахме един случай с дурална лезия (единствен в групата от 198 пациента с дегенеративна миелопатия) при предна корпектомия. Осъществена е пластика на дуралния дефект с мастна тъкан и фибриново лепило без данни за постоперативна ликворея. Периоперативно не се установиха случаи на допълнителен неврологичен дефицит, с изключение на 1 случай с временно засягане на С5 спинален нерв при пациент с осъществена ламинопластика. При двама от пациентите с преден достъп регистрирахме дисфонии и при един дисфагия в ранния постопера-

тивен период. На проведени контролни прегледи на 1-3 и 6 мес. (при среден период на проследяване от 4 мес.) постоперативно установихме средно неврологично подобрение 14.8 т. (в диапазона между 6 и 16 т.) по Japanese Orthopaedic Association scale (mJOA). При двама от пациентите с предоперативни данни за тежка миелопатия не регистрирахме неврологично подобрение.

Не сме установили случай на псевдоартроза или дислокация след прилагане на предна корпектодеза с меш и плака с изключение на 1 случай с минимално хлътване на титаниевия меш към прешленното тяло, което не наложи ревизия при рентгенографското проследяване.

Дискусия

Етиология и патогенеза. Редица публикации в последните години установява генетична предрасположеност към дегенеративна цервикална миелопатия, свързана главно с тази към осификация и хипертрофия на задния надлъжен лигамент. Определени генетични фактори са отговорни за развитие на тези състояния – структурни (колаген XI), ензимни (MMP-2, гена отговорен за производството на ензима matrix metalloproteinase, който определя структурния екстрацелуларен матрикс за дегенеративната дискова болест), хормонални (VDR гена подаващ информация за производството на протеина vitamin D receptor, паратироидния хормон и естрогенни рецептори) и растежни фактори, (костния морфогенен про-

теин BMP 2 и BMP 4) [10, 11]. Други автори приемат, че OPLL е вариант на DISH - дифузната идиопатична костна хиперостоза [12].

За разлика от физиологичната тъканна хипертрофия, при която се установява увеличаване обема на нормалната тъкан при този тип лигаментарна хипертрофия се наблюдава съединително тъканна хиперплазия и метаплазия, съчетана с капилярна хиперплазия и инфилтрация на съединителната тъкан [14]. Локалната хипертрофия на задния надлъжен лигамент след настъпили дегенеративни промени с изпъкване на диска към спиналния канал често е последвана от реактивна осификация [13, 15].

Хроничната цервикална гръбначномозъчна компресия при OPLL, подобно на тази при дегенеративната миелопатия е причина за хронична редуция на интрапаренхимното гръбначномозъчно кръвоснабдяване [16]. Персистиращата микроглиална активация и акумулация на макрофаги в областта на компресията са в основата на невровъзпалителна реакция, допълнително подпомогната от хронична ендотелно клетъчна дисфункция, нарушената кръвно-гръбначномозъчна бариера и невротоксичния ефект на глутамата [17, 18]. Персистиращата гръбначномозъчна исхемия и последващ невровъзпалителен отговор са предпоставка за прогресираща невронална и олигодендроглиална клетъчна смърт [19]. Тази патологична каскада е причина за развитие на глиозни гръбначномозъчни промени, дегенерация на кортикоспинални тракт и предногова атрофия.

Епидемиология. Осификацията на задния надлъжен лигамент (OPLL) като дегенеративна патология, водеща до прогресираща миелопатна симптоматика, се среща сравнително рядко в бялата раса, но според Epstein около една четвърт от пациентите с дегенеративна цервикална миелопатия от Северна Америка и Японската популация са с данни за тази дегенеративна нозология – 27% от японската популация и между 20 и 23% от бялата популация в Северна Америка [2]. Класическа изявена OPLL сред бялата популация според други автори е едва 0.01 to 2% [6]. Честотата на OPLL в Япония е висока като достига между 1.9 и 4.3% [3-5]. Тази компресивна патология се среща два пъти по-често при мъже, като обхваща предимно повисоките шийни отдели (C2-C4) [7, 8]. Сравнително по-голяма честота на OPLL се установява сред бялото население в Средиземноморския басейн с фамилно унаследяване и съчетание с т.н. дифузна идиопатична костна хиперостоза (DISH) [9].

Клинична картина. Макар че клиничният ход и проявата на различните симптоми варират при

отделните пациенти с OPLL, характерни са прогресиращият моторен дефицит със слабост и непохватност в горните крайници (изпускане на предмети, загуба на фините движения), спастичитет и слабост за долните крайници с нарушение на походката и координацията (затруднено слизане и изкачване по стълби) и наличие на парестезии.

Диагноза. Определянето на настъпили промени в сагиталния баланс (хиперлордоза и кифоза) на цервикалния спинални отдел са от съществено значение по отношение избора на преден или заден оперативен достъп. C2-C7 лордозата се измерва като ъгъл определен от линиите минащи през долните end plate на C2 и C7 – ъгъл на Cobb, като стойности под 20 градуса се приемат за кифоза. Ефективната лордоза се измерва с линията, минаваща по задно-каудалната повърхност на C2 и задно-каудалната повърхност на C7. Ако задната повърхност на останалите шийни прешлени е зад тази линия се счита, че тези пациенти са подходящи за задна декомпресия. СТ изследване диагностицира дуралните осификации в областта на задния надлъжен лигамент, като СТ с костен прозорец може да отдиференцира обхващане на дурата при наличие на двойна хиперденсна зона разделена с хиподенсна такава [20]. МРТ изследване диагностицира степента на гръбначно-мозъчна компресия и наличието на миеломалатични зони. Сигналните интрамедуларни промени в МРТ секвенциите T1W1 и T2W1 могат да се използват като фактор определящ постоперативната прогноза при тези пациенти [21, 22]. Наличието на T2 хиперинтенсни зони дифузно без ясни граници са свързани с относително обратими промени като медуларен едем, демиелинизация и глиоза. При едновременно наличие на изразена и ясно ограничена хиперинтенсност в T2 образите и T1 хипоинтенсност се отнася за относително необратими промени свързани с миеломалация и невронална некроза. Компресионният коефициент се изчислява като отношение между преднозадния размер на максиларна компресия и размера на канала в съседство. Стойности под 0.4 корелират с лоша прогноза, както и стойности под 0.6 се приемат за гранични при прилагане на задна декомпресия [28].

Клинични резултати. Метаанализ обхващащ 712 пациента с OPLL показва, че предния достъп е с по-добро неврологично подобрение и по-малък риск от късно неврологично утежняване сравнено със задната декомпресия [29]. Предният достъп, от друга страна, е свързан с по-голямо оперативно време. По отношение на компликациите и реоперациите не се установява разлика между двата достъпа.

Макар че ламинопластиката дава възможност за адекватна декомпресия, при над петдесет процента от случаите се установява прогресия на OPLL, като само при около 5% се установява неврологично утежняване [27]. При метаанализ на усложненията от 27 публикации на пациенти оперирани по повод на OPLL са регистрирани хардуерни компликации при 3.5%, ликвореи при 5.1%, дисфония и дисфагия при 0.3%, аксиална болка след задна декомпресия при 3.5%, пареза на C5 при 4.2% [25]. В друго изследване обхващащо близо две хиляди оперирани пациента се установява значително по-висок процент на ликвореите при OPLL, сравнено при пациенти без данни за осификация на задния надлъжен лигамент [26]. Персистиращата силна аксиална болка след ламинопластика и по-високият процент на ликвореи след преден достъп са усложнения, характерни при пациенти с OPLL.

Заклучение

Въпреки че е смятана за сравнително рядко срещаща се патология осификацията на задния надлъжен лигамент заема съществен процент от случаите с дегенеративна миелопатия и представлява предизвикателство за хирургичния екип, предвид техническите трудности при осъществяване на декомпресивните процедури. Предната декомпресия и фузия е основна оперативна техника при тези пациента, която води до директна декомпресия и възможност за възстановяване на сагиталния баланс. Селектирана група от пациенти с висок риск от предния достъп са кандидати за задна декомпресия с ламинопластика, техника която доказано намалява възможностите за развитие на постоперативни кифотични деформитети, сравнено с широката ламинектомия.

Библиография

1. Nouri A, Tetreault L, Singh A, Karadimas SK, Fehlings MG. Degenerative Cervical Myelopathy: Epidemiology, Genetics, and Pathogenesis. *Spine (Phila Pa 1976)*;40(12):E675-93, 2015.
2. Epstein N: Ossification of the cervical posterior longitudinal ligament: a review. *Neurosurg Focus* 13(2):ECP1, 2002.
3. Matsuoka T, Yamaura I, Kurosa Y, Nakai O, Shindo S, Shinomiya K: Long-term results of the anterior floating method for cervical myelopathy caused by ossification of the posteriorlongitudinal ligament. *Spine* 26:241–248, 2001.
4. Sakou T, Matsunaga S, Koga H: Recent progress in the study of pathogenesis of ossification of the posterior longitudinal ligament. *J Orthop Sci* 5:310–315, 2000.
5. Taketomi E, Sakou T, Matsunaga S, Yamaguchi M: Family study of a twin with ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine. *Spine* 17 (3 Suppl):S55–S56, 1992.
6. Matsunaga S, Sakou T. OPLL: disease entity, incidence, literature search and prognosis. In: Yoneobu K, Nakamura K, Toyama Y, eds. *OPLL: Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament*. 2nd ed. Tokyo, Japan: Springer 11–17, 2006.
7. Epstein NE: Diagnosis and surgical management of ossification of the posterior longitudinal ligament. *Contemp Neurosurg* 14:1–6, 1992.
8. Epstein NE: Identification of ossification of the posterior longitudinal ligament extending through the dura on preoperative computed tomographic examinations of the cervical spine. *Spine* 26:182–186, 2001.
9. Havelka S, Veselá M, Pavelková A, Ruzicková S, Koga H, Maeda S, et al: Are DISH and OPLL genetically related? *Ann Rheum Dis* 60:902–903, 2001.
10. Wilson J, Patel A, Brodt E, et al. Genetics and heritability of cervical spondylotic myelopathy and ossification of the posterior longitudinal ligament: results of a systematic review. *Spine* 38 (suppl 1): 46, 2013.
11. Ren Y, Feng J, Liu ZZ, Wan H, Li JH, Lin X. A new haplotype in BMP4 implicated in ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) in a Chinese population. *J Orthop Res*; 30(5):748–756, 2012.
12. Resnick D, Guerra J Jr, Robinson CA, Vint VC. Association of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH) and calcification and ossification of the posterior longitudinal ligament. *AJR Am J Roentgenol* 131(6):1049–1053, 1978.
13. Kong Q, Ma X, Li F, Guo Z, Qi Q, Li W, et al: COL6A1 polymorphisms associated with ossification of the ligamentum flavum and ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine (Phila Pa 1976)* 32:2834–2838, 2007.
14. Inamasu J, Guiot BH, Sachs DC: Ossification of the posterior longitudinal ligament: an update on its biology, epidemiology, and natural history. *Neurosurgery* 58:1027–1039, 2006.
15. Mizuno J, Nakagawa H, Hashizume Y: Analysis of hypertrophy of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine, on the basis of clinical and experimental studies. *Neurosurgery* 49:1091–1098, 2001.
16. Karadimas SK, Gatzounis G, Fehlings MG: Pathobiology of cervical spondylotic myelopathy [published online ahead of print March 14, 2014]. *Eur Spine J* ; 24 (suppl 2): 132–8, 2015.

17. Beattie M , Manley G . Tight squeeze, slow burn: inflammation and the aetiology of cervical myelopathy. *Brain* ; 134 (pt 5): 1259 – 61, 2011.
18. Moon E , Karadimas S , Yu W-R , et al. Riluzole attenuates neuropathic pain and enhances functional recovery in a rodent model of cervical spondylotic myelopathy. *Neurobiol Dis* ; 62 : 394 – 406, 2014.
19. Kalsi-Ryan S , Karadimas S , Fehlings M . Cervical spondylotic myelopathy: the clinical phenomenon and the current pathobiology of an increasingly prevalent and devastating disorder. *Neuroscientist* ; 19 : 409 – 21, 2013.
20. Min JH, Jang JS, Lee SH. Significance of the double-layer and single-layer signs in the ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine. *J Neurosurg Spine*; 6(4): 309–312, 2007.
21. Nouri A, Martin AR, Mikulis D, Fehlings MG. Magnetic resonance imaging assessment of degenerative cervical myelopathy: a review of structural changes and measurement techniques. *Neurosurg Focus* 40(6): E 5, 2016.
22. Vedantam A, Rajshekhar V. Does the type of T2-weighted hyperintensity influence surgical outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy? A review. *Eur Spine J*.;22(1):96-106, 2013.
23. Hirabayashi k, Watanabe K, Wakano K et al. Expansive Open-Door Laminoplasty for Cervical Spinal Stenotic Myelopathy. *Spine*, 8(7), 693–699, 1983.
24. Tanaka M, Kanazawa A, Yonenobu K. Diagnosis of OPLL and OYL:overview. In: Yoneobu K, Nakamura K, Toyama Y, eds. *OPLL:Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament*. 2nd ed. Tokyo, Japan: Springer: 111–114, 2006.
25. Li H, Dai LY. A systematic review of complications in cervical spine surgery for ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine J*; 11(11):1049–1057, 2011.
26. Hannallah D, Lee J, Khan M, Donaldson WF, Kang JD. Cerebrospinal fluid leaks following cervical spine surgery. *J Bone Joint Surg Am*; 90(5):1101–1105, 2008.
27. Iwasaki M, Kawaguchi Y, Kimura T, Yonenobu K. Long-term results of expansive laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine: more than 10 years follow up. *J Neurosurg*; 96(2, Suppl):180–189, 2002.
28. Law Jr, Bernhardt M, White AA 3rd. Cervical spondylotic myelopathy: a review of surgical indications and decision making. *Yale J Biol Med.*; 66(3):165-77, 1993.
29. Chen T, Qian L, Jiao J, Li Q, Sun B, Chen K, Meng J. Anterior decompression and fusion versus laminoplasty for cervical myelopathy due to ossification of posterior longitudinal ligament. *Medicine*, 98(1), e13382, 2019.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Христо Христов
 Клиника по неврохирургия
 УМБАЛ Св. Иван Рилски
 Бул. „Акад. Иван Гешов” 15
 1431 София, България
 Тел.: +359 888 83 88 20
 Е-mail: hristovh@hotmail.com

Address for Correspondence:

Kaloyan Gabrovski, MD
 Clinic of Neurosurgery
 St. Ivan Rilski University Hospital
 15 Acad. Ivan Rilski Blvd
 1431 Sofia, Bulgaria
 Tel.: +359 888 83 88 20
 E-mail: hristovh@hotmail.com

СРАВНЕНИЕ НА КОЛИЧЕСТВЕНАТА КТ-ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИЯ И DXA ЗА ОЦЕНКА НА КОСТНАТА МИНЕРАЛНА ПЛЪТНОСТ ПРИ ПАЦИЕНТИ С ОСТЕОПОРОТИЧНИ ВЕРТЕБРАЛНИ КОМПРЕСИОННИ ФРАКТУРИ

Димо Янков^{1,2}, Асен Бусарски^{1,2}, Дилиян Фердинандов^{1,2}, Васил Каракостов^{1,2}

¹Клиника по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“, София

²Катедра по неврохирургия, Медицински факултет, Медицински университет – София

Резюме

Въведение: Остеопорозата е все по-разпространено заболяване, свързано със значителни медицински, социални и финансови последици. Основният метод, приет за златен стандарт, за оценка на костната минерална плътност (BMD) и поставяне на диагнозата е т.нар. двуенергийна рентгенова абсорбциометрия (DXA). Всеки специалист, който се занимава с последиците от остеопорозата, в частност остеопоротичните компресионни вертебрални фрактури (OVCFs), е добре запознат с непълноценните и често надценени резултати получени при DXA. От този факт и изключително неадекватният демографски скрининг следва и постоянно нарастващият брой на пациенти постъпващи в клиниките с OVCF. Необходимо е да се намери по-разпространен и по-рентабилен метод за оценка на BMD и последваща насочена профилактика на заболяването. Целта на проучването е да изследваме съпоставимостта между Hounsfield Units (HU) от КТ изследване на L1-L4 прешлени и стойностите за BMD, получени от DXA, при пациенти интервенирани по повод на единична OVCF. **Материал и методи:** Изследвахме световната литература за оптималните методи за изчисляване на средна плътност на минералното костно вещество на базата на КТ. Ретроспективно приложихме съответните методи при кохорта от 37 пациентки, изследвани и лекувани в Клиниката по неврохирургия към УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ и ги съпоставихме с резултатите получени на база на DXA изследване. **Резултати:** Статистически значима е зависимостта между напредващата възраст на пациентите и средните стойности в HU (коэффициент на корелация $R^2=0.3459$). Не до такава степен е значима връзката между BMD измерената посредством DXA и HU от КТ ($R^2=0.2163$). При 4 пациента qCT дава стойности в HU <150 съответстващи на остеопения, при T-score >-1, което прави CT изследването превъзхождащо като предиктор за OVCF при тези пациентки. **Заклучение:** Наблюдаваните статистически отношения между възрастта на пациентите, BMD от DXA и HU от КТ повтарят наличните доказателства в литературата. Малкият брой на изследваните и ретроспективният характер на изследването редуцира клиничната му значимост.

Ключови думи: остеопороза, остеопоротични вертебрални компресионни фрактури (OVCF), количествена КТ (qCT) остеоденситометрия, двуенергийна рентгенова абсорбциометрия (DXA).

COMPARISON OF QUANTITATIVE CT-OSTEODENSITOMETRY AND DXA BONE MINERAL DENSITY ESTIMATION IN PATIENTS WITH OSTEOPOROTIC VERTEBRAL COMPRESSION FRACTURES

Dimo Yankov^{1,2}, Assen Bussarsky^{1,2}, Dilyan Ferdinandov^{1,2}, Vasil Karakostov^{1,2}

¹Clinic of Neurosurgery, St. Ivan Rilski University Hospital, Sofia, Bulgaria

²Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Medical University – Sofia, Bulgaria

Abstract

Introduction: Osteoporosis is a disease that carries a significant medical, social and financial burden, and is becoming increasingly prevalent in an ever-aging population. The golden standard for estimating bone mineral density (BMD) is the dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). If your specialty is involved in dealing with the consequences of osteoporosis, in our case the osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs), then you have most likely encountered DXA BMD readings that have grossly underestimated the degree of disease progression in certain patients. The limitations of the “gold standard for diagnosis” and the vastly inadequate demographic screening for the disease are some of the leading causes for an alarming increase of patients with OVCF. A less flawed and more accessible method for screening and prophylaxis is clearly warranted. We aim to assess the correlation of qCT derived Hounsfield unit (HU) density of the L1-L4 lumbar spine and the results from standard DXA bone mineral density readings in patients with a single clinically significant osteoporotic OVCF. **Material and Methods:** A systematic review of the literature was conducted to determine the optimal algorithm for estimating bone mineral density as an expression of mean HU readings on qCT and spiral CT scans. We then conducted a retrospective study on a group of 37 patients treated for OVCFs in the Clinic of Neurosurgery at St. Ivan Rilski University Hospital, Sofia, comparing the mean HU readings and the patients DXA results. **Results:** A statistically significant correlation between mean HU readings and patients age was discovered (correlation coefficient $R^2=0.3459$) and a less significant correlation between patients HU readings and BMD estimates from DXA ($R^2 = 0.2163$). In 4 patients with T-score >-1 (normal bone density) the mean HU reading of <150 proved to be a better predictor of underlying osteopenia than the DXA. **Conclusion:** The observed statistical relationships between the age of the patients, BMD from DXA and HU from CT repeat the evidence available in the literature. The small patient sample and the retrospective nature of this study limits its clinical significance.

Keywords: osteoporosis, osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF), quantitative CT (qCT) osteodensitometry, dual-energy X-ray absorptiometry (DXA).

Въведение

Световната тенденция към увеличаване на преживяемостта и съответно на средната възраст на населението води до отбелязано нарастване на заболяванията, свързани с естествените дегенеративни процеси. Един от най-общо наблюдаваните патологични процеси успоредни с напредване на възрастта, на който обаче обществото отдава сравнително ниска важност, е остеопорозата

DXA (dual-energy x-ray absorptiometry) е възприета от Американската национална фондация за остеопороза като основен метод за изследване на костната минерална плътност (BMD). За критично понижена стойност, дефинираща остеопороза, е определен T-score 2.5 стандартни отклонения под среднестатистическата, измерена за популация от здрави жени [8,9]. В световен мащаб и до ден днешен DXA остава най-разпространеният скрининг метод, въпреки че още през 1994 СЗО докладва за съществуващ значителна неточност на така приетите стойности от нея в оценката на риска от възникване на т.нар. нискоенергийни костни фрактури (фрактури на крехкостта). Приетият за патогномоничен T score ≤ -2.5 SD е силно чувствителен ($>95\%$) за наличие на остеопоротичен синдром, но крайно неспецифичен (30-50%) при дефиниране на риска от възникване на посочените фрактури [8]. От изследваните по този начин пациенти с налични остеопоротични фрактури повече от 1/3 ще бъдат със стойности на BMD T-Score > -2.5 SDs.

Впечатляващо и притеснително е наличието на толкова голямо несъответствие на основния диагностичен метод и предиктивната му стойност за едни от най-важните клинични прояви на остеопорозата – остеопоротичните вертебрални компресионни фрактури.

Имайки предвид огромната медицинска, икономическа и социална тежест на последствията от това заболяване следва методите за изследването му да бъдат системно обновявани и рафинирани.

Съществува и друг метод за оценка на BMD, установен още през 70-те години на XX век, количествената КТ (qCT) използва първоначално калибрационни фантоми и елементарен софтуер, на базата на които може да се изчисли BMD в трабекуларната кост на прешлена изразена като милиграми на кубичен сантиметър [1,4,14]. Този метод е отпаднал бързо поради значителното време, което е отнемало изследването и високата радиационна доза в сравнение с новата за времето си DXA. В следствие методиката е развита и измерванията могат да бъдат достоверни и без използването на фантом, но клиничното приложение на това изследване е било изключително ограничено и насочено към научно изследователска дейност върху опорно-двигателната система [11].

Стандартите на СЗО за остеопения и остеопороза използвани при DXA не могат да бъдат напълно съпоставени с получените от КТ данни, понеже последните измерват плътността в трабекуларната кост, изключвайки кортикалните повърхности.

Проучванията, които използват безфантомни модели на стандартизация, ни дават и основните формули за превръщането на КТ плътността, измерена в Хънсфилдови единици (HU) към BMD в mg/cm^3 . От тези автори се наблюдава и пълноценно съответствие между qCT и стандартната аксиална томография съчетана с постпроцедурна обработка и анализ на образите [11].

Способността на qCT да преодолее недостатъците на DXA при измерване на BMD при пациенти със сколиоза, ентезопатии, дегенеративни дискови заболявания, авансирала остеохондроза, аортна калциноза, обезитет и други, прави изследването значително по-точно при широка кохорта от пациенти. При тях стойностите на BMD, получени от DXA, са доказано изкуствено надценени [3,5,15,17]. Това значително превъзходство се отдава на възможността на qCT да анализира реалната костна минерална плътност в зададен обем от структурата на спонгиозата на прешлените и дългите кости, без артефактите и абсорбционните изменения причинени от кортикалните повърхности на костта в норма или при физиологично или патологично повишена плътност [10].

Допълнително преимущество на този метод е възможността за постфактум използването на осъществени КТ скенеграми с друга насоченост, на които се изобразява и част от вертебралната колона (Бял дроб, КТ на абдомен, колонография и друг), което спестява допълнителното излагане на пациента на йонизираща радиация [2,13].

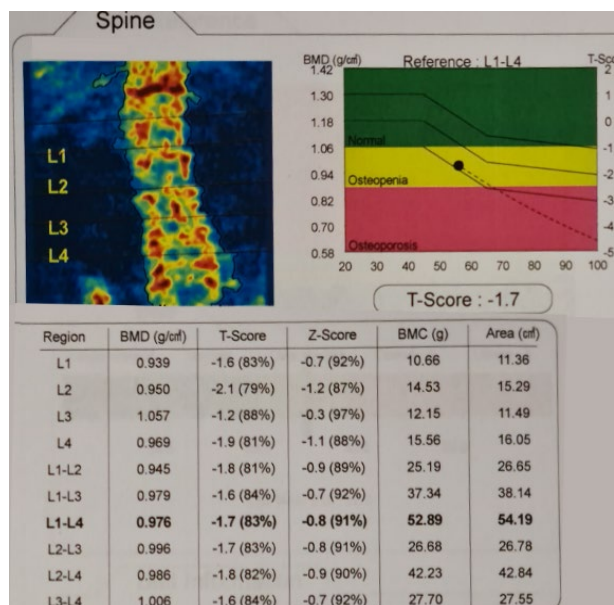
Цел на текущото проучване е да съпоставим точността на количествената КТ остеоденситометрия и DXA при оценка на костната минерална плътност при пациенти с налични и клинично изяви OVCF.

Материал и методи

Ретроспективен анализ върху пациенти изследвани и лекувани в Клиника по неврохирургия към УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ по повод на OVCF в периода от януари 2018 до януари 2020 година. В проучването са включени пациенти от женски пол, чиито оплаквания произлизат от единична, новодиагностицирана OVCF. Изключихме пациенти с анамнеза за значителен по интензитет травматизъм, както и с придружа-

ващи онкологични и системни заболявания асоциирани с промени в разпределението на костното минерално вещество, например ревматоиден артрит, първичен хиперпаратиреоидизъм, анкилозиращ спондилит, и др.

Използвани са данни от DXA изследвания върху лумбален гръбнак на L1-L4 сегмент, като се приема стандартът на СЗО за оценка на BMD: T-score ≥ -1 – нормално изследване; стойности между -1 и -2.5 – остеопения; ≤ -2.5 – остеопороза, *Фиг. 1*. От получените резултати от DXA вземаме директно измерената минерална костна плътност в g/cm^3 за съпоставка с получените от КТ средни плътности в HU.



Фиг. 1. Пациентка, лекувана в клиниката с остеопоротична вертебрална компресионна фрактура на T_x12, без данни за остеопороза от DXA.

Образи са от мултидетекторен КТ на УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ са използвани, като замерванията са осъществени на базата на техниката описана от Lee и сътр. [18] и Schreiber и сътр. [19]. Чрез стандартен freeware DICOM viewer софтуер се измери плътността на прешлените L1-L4 в аксиална равнина, като се използва овален RoI (region of interest – зона на интерес) с максимален възможен обем, изключващ кортикалните повърхности на прешлена. От всеки прешлен се взеха 3 измервания – едно директно под горния ендплейт, едно през средата на прешлена и последно – директно над долния ендплейт. От получените общо между 9 и 12 стойности се извежда средно аритметично, което се използва при статистическия анализ. Фрактурите поради морфологичните си изменения и вторично компактиране на трабекуларната костна структура или поради проведени към момента на

образното изследване оперативна интервенция, *Фиг. 2*.

Резултати

От пациентите 37 жени отговарят на гореописаните критерии. Средната възраст е 63 г. (47-87 г.). При всички пациенти беше проведен КТ след хоспитализацията, като при повечето пациенти (n=25) DXA беше осъществен за първи път след вече налична OVCF. Това означава, че едва 12 жени (32,4%) са изследвани за наличие на остеопороза преди клинична изява на заболяването.

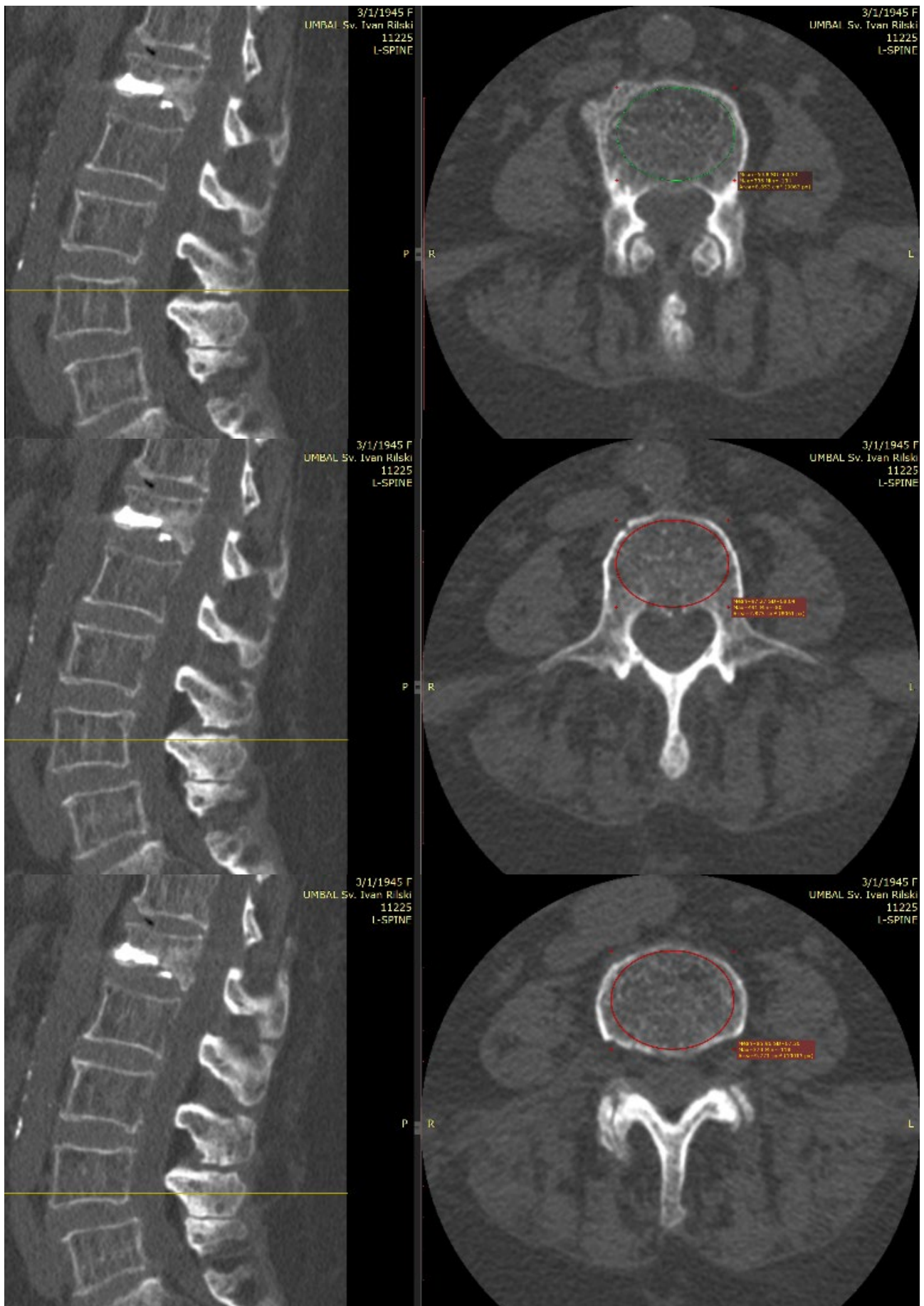
От DXA изследването 4 жени (11%) са с T score > -1 , което отговаря на нормална костна плътност за възрастовата група; 9 пациентки (24%) са с T score < -1 , но по-голям от -2.5 – остеопения и останлите 24 случая (65%) отговарят на критерия на СЗО за остеопороза – T-score ≤ -2.5 . В повече от 1/3 от представените случаи се наблюдава OVCF при пациенти с надгранични стойности по стандарт на СЗО.

Минималните стойности на костна плътност, измерени с КТ са 54,6 HU при пациентка на 81 годишна възраст, а максималната 150,3 HU при пациентка на 52 г. При 22 случая е изчислена плътност < 110 HU, а при 15 стойността е между 110 и 150 HU.

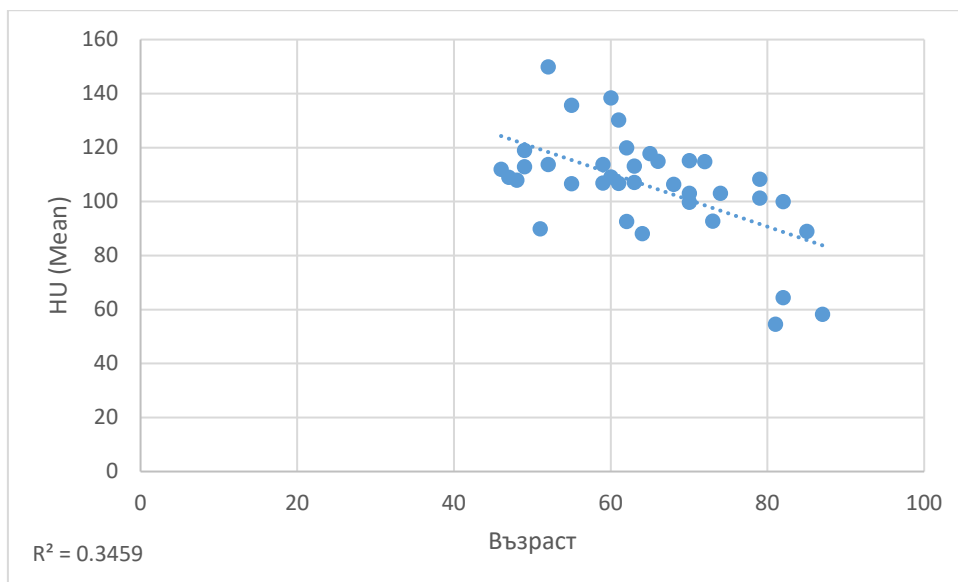
Направихме съпоставка, използвайки Pearson product-moment correlation за изследване на статистически значима корелация, между резултатите получени от qCT-остеоденситометрията, по гореописаният метод, изразени в HU, възрастта на пациентите (*Фиг. 3*) и костната минерална плътност, получена от проведените DXA изследвания (*Фиг. 4*)

Дискусия

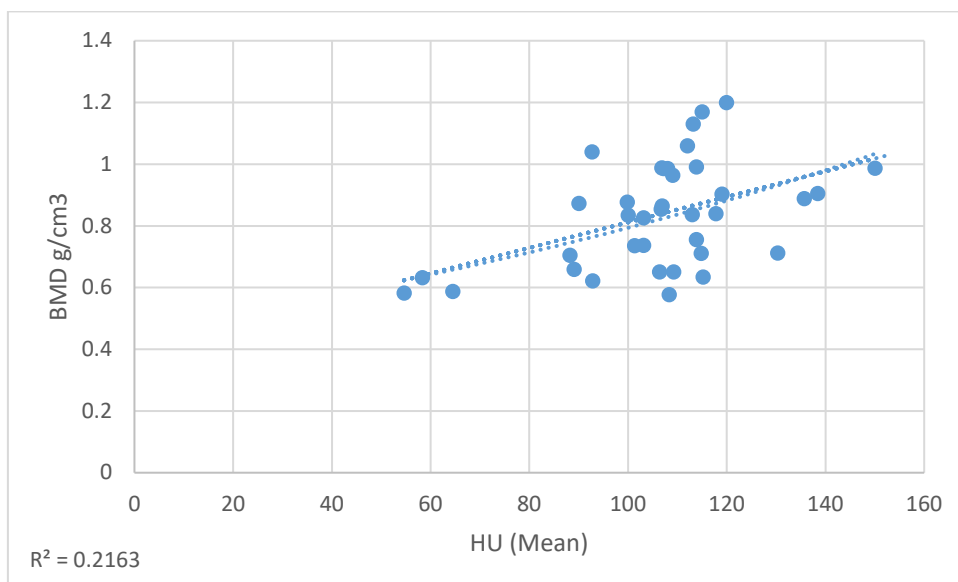
Последиците от остеопорозата представляват значителна медицинска, социална и икономическа тежест. През 2013 год. Hernlund и сътр. в колаборацията с Международната фондация за остеопороза IOF и Европейската федерация на фармацевтичните индустрии и асоциации EFPIA изготвят доклад, насочен към количествената оценка на последиците от т.нар. „тиха пандемия“. Техните изчисления показват че около 22 милиона жени и 5,5 милиона мъже от ЕС отговарят на клиничните критерии за остеопороза и са с повишен риск от възникване на фрактури на крехкостта. Общият брой на тези фрактури възлиза на приблизително 3,1 милиона, като от тях около 500 хил. са клинично значими фрактури на прешлените Изчислено е, че те са довели пряко или косвено до поне 43 000 смъртни случая, като общата финансова тежест е оценена на над 37 млрд. евро [6].



Фиг. 2. Методология на измерването на костна плътност: обхваща се максимален възможен обем, изключващ кортикалните повърхности, като от всеки прешлен се взеха 3 измервания – едно директно под горния ендплейт, едно през средата на прешлена и последно – директно над долния ендплейт (Техника на Lee и сътр. [18]).



Фиг. 3. Наблюдаваме сигнификантна корелация ($R^2=0.3459$) между понижаване на средната костна плътност, измерена в HU, и напредващата възраст на пациентите.



Фиг. 4. Наблюдаваме слаба корелация ($R^2 = 0.2163$) в отношението между костната минерална плътност (BMD) измерена чрез DXA и измерванията получени от КТ изразени в HU.

Социалната, медицинска и финансова тежест на остеопорозата е съпоставима с това на най-често разпространените ракови заболявания. Ежегодно в развити държави като Швейцария болничният престой свързан с нови остеопоротични фрактури надвишава този, асоцииран с остър миокарден инфаркт, инсулт и рак на гърдата [12].

В световен мащаб при населението над 50 г. възраст се наблюдават около 9 милиона нови фрактури годишно, от тях приблизително 1,4 милиона са клинично изявиени фрактури в телата на прешлените, което означава че на всеки 24 часа още 3800 пациента търсят лекарска помощ поради клинична изява на остеопоротична фрактура на прешлен [7]. Тези данни свидетелстват за

значимостта на заболяването, на OVCF като последицие от него, както и за необходимостта да бъдат прилагани всички възможни модалности за ранното му диагностициране и профилактика.

Количествената КТ-остеоденситометрията е алтернативен метод на DXA, като отдавна е известна чувствителността на това изследване за наличие на остеопороза, но поради обективно по-високата си себестойност и по-изразено лъчево натоварване преотстъпва мястото си на стандарт на DXA.

Малкият обем на текущото изследване и неговият ретроспективен характер не дават възможност да се определи коефициентът на чувствителност и специфичност на КТ остеоденситометрията, поради което не можем да заключим

дефинитивно за превъзходството на този метод. От друга страна подобно проучване върху 252 пациента дава насоки за определена стратификация на база на измерените средни НУ – стойност от 100 е със 100% чувствителност и 46% специфичност за остеопороза [16]. Друго проучване върху 1867 пациента определя три основни групи: 1. Всички с НУ>200 са с нормална костна плътност. 2. Остеопения в различна степен на развитие се наблюдава при тези със стойности 110-160. 3. На практика всички със стойности <100 са с остеопороза (>99%) [20].

На практика всички пациенти в текущото проучване са със средно измерена плътност за сегмента Л1-Л4 <150НУ, което според стандартите, определени от изброените проучвания, ги зачислява към пациенти с остеопения в различна степен на развитие и остеопороза. Сравнявайки този резултат с получените от DXA намираме четири пациента, при които qCT-остеоденситометрията се явява превъзхождащ метод за оценка риска от възникване на OVCF. Въпреки това, тези резултати не са клинично значими поради малкият брой пациенти.

Заклучение

Наблюдаваните статистически отношения между възрастта на пациентите, BMD от DXA и НУ от КТ повтарят наличните доказателства в литературата. Необходими са по-големи, проспективни проучвания за доказване на превъзходството на qCT-остеоденситометрията над приетата за златен стандарт DXA при преценка на риска за възникване на фрактурите на крехкостта.

Библиография

1. Adams JE. Quantitative computed tomography. *Eur J Radiol.* 2009;71:415–24.
2. Bauer JS, Henning TD, Müller D, Lu Y, Majumdar S, Link TM. Volumetric quantitative CT of the spine and hip derived from contrast-enhanced MDCT: conversion factors. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;188:1294–301.
3. El Maghraoui A, Roux C. DXA scanning in clinical practice. *QJM Mon J Assoc Physicians.* 2008;101:605–17.
4. Felsenberg D, Gowin W. [Bone densitometry by dual energy methods]. *Radiol.* 1999;39:186–93.
5. Guglielmi G, Floriani I, Torri V, Li J, van Kuijk C, Genant HK, et al. Effect of spinal degenerative changes on volumetric bone mineral density of the central skeleton as measured by quantitative computed tomography. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987. 2005;46:269–75.
6. Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden: A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Arch Osteoporos.* 2013;8:136.
7. Johnell O, Kanis JA. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA.* 2006;17:1726–33.
8. Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA.* 1994;4:368–81.
9. Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* 1994;9:1137–41.
10. Khoo BCC, Brown K, Cann C, Zhu K, Henzell S, Low V, et al. Comparison of QCT-derived and DXA-derived areal bone mineral density and T scores. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA.* 2009;20:1539–45.
11. Link TM, Koppers BB, Licht T, Bauer J, Lu Y, Rummeny EJ. In vitro and in vivo spiral CT to determine bone mineral density: initial experience in patients at risk for osteoporosis. *Radiology.* 2004;231:805–11.
12. Lippuner K, von Overbeck J, Perrelet R, Bosshard H, Jaeger Ph. Incidence and Direct Medical Costs of Hospitalizations due to Osteoporotic Fractures in Switzerland. *Osteoporos Int.* 1997;7:414–25.
13. Pickhardt PJ, Lee LJ, del Rio AM, Lauder T, Bruce RJ, Summers RM, et al. Simultaneous screening for osteoporosis at CT colonography: bone mineral density assessment using MDCT attenuation techniques compared with the DXA reference standard. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* 2011;26:2194–203.
14. Prevrhal S, Genant HK. [Quantitative computer tomography]. *Radiol.* 1999;39:194–202.
15. Smith JA, Vento JA, Spencer RP, Tendler BE. Aortic calcification contributing to bone densitometry measurement. *J Clin Densitom Off J Int Soc Clin Densitom.* 1999;2:181–3.

16. Summers RM, Baecher N, Yao J, Liu J, Pickhardt PJ, Choi JR, et al. Feasibility of Simultaneous Computed Tomographic Colonography and Fully Automated Bone Mineral Densitometry in a Single Examination. *J Comput Assist Tomogr.* 2011;35:212–6.
17. Yu EW, Thomas BJ, Brown JK, Finkelstein JS. Simulated increases in body fat and errors in bone mineral density measurements by DXA and QCT. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* 2012;27:119–24.
18. Correlation between Bone Mineral Density Measured by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Hounsfield Units Measured by Diagnostic CT in Lumbar Spine [Internet].
19. Hounsfield Units for Assessing Bone Mineral Density and Stre... : JBJS [Internet].
20. Opportunistic Screening for Osteoporosis Using Abdominal Computed Tomography Scans Obtained for Other Indications | *Annals of Internal Medicine* [Internet].

Адрес за кореспонденция:

Д-р Димо Янков

Клиника по неврохирургия

УМБАЛ Св. Иван Рилски

Бул. „Акад. Иван Гешов“ 15

София, 1431

E-mail: yankovda@gmail.com

Тел.: +359888146081

Address for Correspondence:

Dimo Yankov, MD

Clinic of Neurosurgery

St. Ivan Rilski University Hospital

15 Acad. Ivan Geshov Bld.

1431 Sofia, Bulgaria

E-mail: yankovda90@gmail.com

Tel.: +359888146081

РЕЦИДИВИРАЩ МНОЖЕСТВЕН ЕПИТЕЛИОМ НА MALHERBE (ПИЛОМАТРИКСОМ). ПРЕДСТАВЯНЕ НА КЛИНИЧЕН СЛУЧАЙ И ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА.

Февзие Недим¹, Георги Юруков¹, Маргарита Каменова², Николай Велинов¹, Николай Габровски¹

¹Клиника по неврохирургия, УМБАЛСМ „Н.И.Пирогов“, София

²Отделение по патология, УМБАЛСМ „Н.И.Пирогов“, София

Резюме

Въведение: Пиломатриксомът е рядко срещано доброкачествено неопластично заболяване преобладаващо предимно в детска възраст и ангажиращо окосмената част на главата и шията. Същото съставлява по малко от 1% от доброкачествените туморни лезии на главата и шията. Характеризира се с генна мутация CTNNB1, патогномонична за поредица от генетични заболявания.

Клиничен случай: Представяме 43-годишна пациентка, хоспитализирана в Клиника по неврохирургия на УМБАЛСМ „Н.И.Пирогов“ с данни за множество възловидни плътни образувания разположени фронтално по скалпа и ретро-аурикулярно в ляво. Проведена оперативна интервенция с хирургична екстирпация на аналогична лезия в окосмената част на главата в друго лечебно заведение без хистологична верификация. Предвид рецидив с повторно нарастване на лезията и поява на нови лезии пациентката бе хоспитализирана в Клиника по неврохирургия с оглед провеждане на оперативно лечение и хистологична верификация. Проведеното хистологично изследване демонстрира наличие на множествен калциращ епителиом на Malherbe или т.нар пиломатриксом.

Заключение: Пиломатриксомът е относително рядко срещана лезия при възрастни, и често бива неправилно диагностицирана като липом. В повечето случаи се касае за доброкачествено неопластично заболяване. В редки случаи се наблюдава малигнизация на заболяването т.нар пиломатриксен карцином. Провеждане на ранно оперативно лечение и хистологично изследване е важно с оглед избора на правилен терапевтичен подход и широката диференциална диагноза при този тип лезии.

Ключови думи: pilomatrixoma, malignant pilomatrixoma, pilomatrix carcinoma, multiple calcifying epithelioma.

RECURRENT MULTIPLE EPITHELIOMA OF MALHERBE (PILOMATRIXOMA). PRESENTATION OF A CLINICAL CASE AND REVIEW OF THE LITERATURE.

Fevzie Nedim¹, Georgy Yurukov¹, Margarita Kamenova², Nikolay Velinov¹, Nikolay Gabrovski¹

¹Clinic of Neurosurgery, University Hospital „Pirogov“, Sofia, Bulgaria

²Department of Pathology, University Hospital „Pirogov“, Sofia, Bulgaria

Abstract

Introduction: Pilomatrixoma is a rare benign neoplasm affecting the predominantly the paediatric population. It accounts for less than 1% of all benign skull and head and neck tumours. It usually appears on the scalp, head and neck. A typical characteristic of this disease is the CTNNB1 mutation, which is also present in a variety of genetic syndromes.

Clinical case: A 43-year-old female presenting with multiple subcutaneous lesions located on the frontal scalp and left retroauricular area was hospitalized in the Dept. of Neurosurgery in University Hospital Pirogov. The patient was previously operated in another hospital for one of these lesions, although no histological evaluation was performed. Due to local recurrence and presence of new subcutaneous lesions the patient was hospitalized for surgical treatment. Histological evaluation after surgical excision revealed multiple calcifying epithelioma of Malherbe (Pilomatrixoma).

Conclusion: The pilomatrixoma is a rare benign neoplastic disease, usually misdiagnosed for a subcutaneous lipoma. In some cases malignization is possible leading to the formation of a malignant pilomatrixoma. Wide differential diagnosis of subcutaneous head and neck lesions suggests early surgical treatment with histopathological evaluation in order to choose the right therapeutic modality.

Keywords: pilomatrixoma, malignant pilomatrixoma, pilomatrix carcinoma, multiple calcifying epithelioma.

Въведение

Пиломатриксом е описан за първи път от Malherbe и Chenantais през 1880 година като "калциращ епителиом", зараждащ се от клетки на мастните жлези. През 1961 г. Forbis и Helwig публикуват патохистологичната находка при полиматриксом изследвана хистологично и чрез електронна микроскопия. През 1980 г. Loransri и Mihm съобщават за случай на пиломатриксом със злокачествени черти и предлагат термина „карцином на пиломатрикс“. През 1999 година Bremnes et al публикува случай на „пилематрикс-

сен карцином“ устойчив, както на химиотерапия, така и на лъчетерапия с множество системни метастази и разглежда четири подобни случая в литературата. Пиломатриксомът (pilomatrixoma, epithelioma calcificans Malherbe) е рядко срещано доброкачествено кожно плътно новообразуване, което произхожда от примитивният матрикс на косата [11,12]. Същото съставлява по-малко от 1% от доброкачествените туморни лезии на главата и шията. Епидемиологично, заболяването се среща по-често при жени. При 40% от пациентите лезиите се проявяват в детска въз-

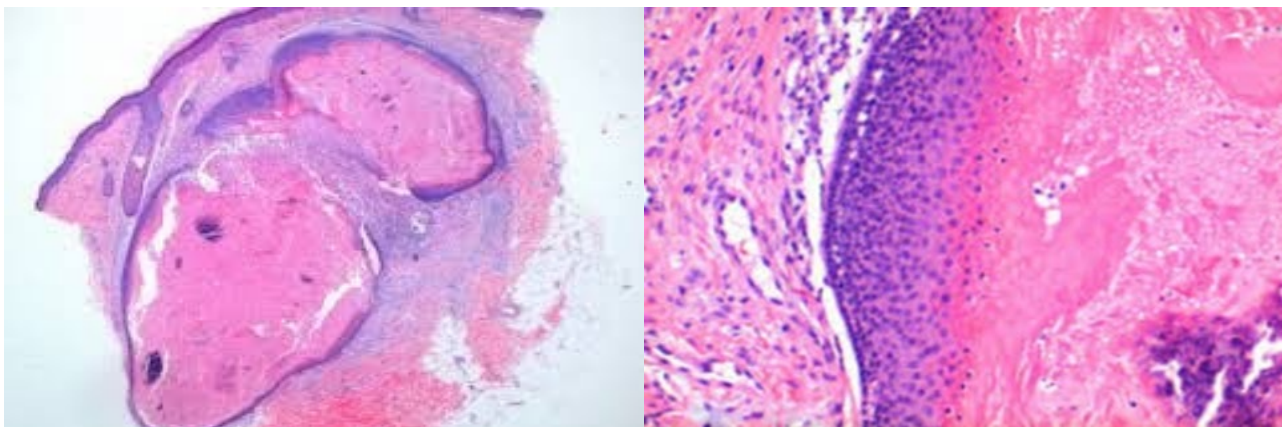
раст (до 10 години), а в останалите 60 % във всички останали възрастови групи [1]. Обикновено се появяват през първото десетилетие на живота и по-рядко в средна възраст [3]. По литературни данни пиломатриксоми се наблюдават и при някои животински видове, например кучета [2]. Епителиомът на Malherbe се появява характерно върху скалпа, лицето, шията и горните крайници. Описани са поредица от атипични локализации, в областта на веждите, долни крайници, тестиси, гръден кош, костни синуси на лицев скелет, гърда и други [6-14]. Локализацията на пиломатриксом в областта на гърдата би могъл неправилно да бъде интерпретиран като рак на гърдата [6]. Размерите на доброкачествените лезии варират от 0,5 cm до 3,0 cm. Пиломатриксомът се определя като гигантски при размер над 5 cm. Най-големият гигантски пиломатриксом е описан при 52-год. пациент с размери 24x21x9 cm разположен дорзално паравертебрално в гръдна област [8]. Пиломатриксомът присъства при различни генетични заболявания, като: синдром на Търнър, миотонична дистрофия, синдром на Рубинщайн-Тайби, синдром на Сотос, тризомия 9 и синдром на Гарднър. Доброкачествените лезии при синдрома на Гарднър, са патогномоничен признак за наличие на полипоза на дебелото черво [5]. При пиломатриксом патохистологично се различават два основни вида клетки – базофилни и еозинофилни сенчести клетки. Първият тип са разположени в периферията на клетъчния остров, където отсъства цитоплазма и се наблюдават хиперхроматични ядра с обилни митози. Еозинофилните сенчести клетки са с централно разположение и повече цитоплазма в сравнение с базофилните клетки. Мутацията CTNNB1 присъства в почти всички случаи на пиломатриксом [14]. Основният метод на лечение е хирургичният. Рецидив на лезиите са наблюдава относително рядко в 2,8% от случаите. По литературни данни няма установен протокол за проследяване и провеждане на допълнително лечение при този тип

лезии. Допълнително лечение се налага най-често при малигнизация и наличие на „пиломатриксен карцином“.

Клиничен случай

Касае се за 43-годишна пациентка, хоспитализирана в Клиника по неврохирургия на УМБАЛСМ „Н.И.Пирогов“ с множество възловидни плътни образувания разположени фронтално по скалпа и ретро-аурикуларно в ляво. При хоспитализацията се установи нормален физикален и неврологичен статус. Придружаващи заболявания: хипотиреоидизъм и идиопатична тромбоцитопения. По данни на пациентката е проведена оперативна интервенция с хирургична екстирпация на аналогична лезия в окосмената част на главата в друго лечебно заведение. Не е проведена хистологична верификация.

Предвид рецидив с повторно нарастване на лезията и поява на нови лезии пациентката бе хоспитализирана в Клиника по неврохирургия с оглед провеждане на оперативно лечение и хистологична верификация. Наличие на множество (девет) плътни подкожни образувания по окосме-ната част на главата с различни размери и локализация. Описаните лезии са със значителни размери. Данни за рецидив на лезия, която е хирургично ексцизирана веднъж в друго лечебно заведение. Проведе се оперативно лечение с тотална ексцизия на две от лезиите разположени фронтално и ретроаурикуларно на фона на локална анестезия с Лидокаин 1%/10мл. След-оперативният период протече без усложнения. Пациентката бе дехоспитализирана на 2-ри постоперативен ден. Проведеното хистологично изследване демонстрира наличие на множествен калциращ епителиом на Malherbe или т.н. пиломатриксом. Предвид бенигният хистологичен тип на лезията описаният рецидив най-вероятно е бил свързан с проведена субоптимална резекция на лезията. След проведената нова оперативна интервенция при проследяване за период от една година не бе наблюдаван рецидив.



Фиг. 1. Хистологично изследване на пиломатриксом (Хемалаун-Еозин).

Заклучение

Пиломатриксомът е относително рядка лезия, която се наблюдава предимно при възрастни пациенти. В повечето случаи се касае за доброкачествено неопластично заболяване. В редки случаи се наблюдава малигнизация на заболяването т.нар пиломатриксен карцином. Главният терапевтичен подход е оперативният целящ хирургична ексцизия. При пиломатриксен карцином се налага значимо разширяване на хирургичната ексцизия в хистологично здрава кожна тъкан с оглед профилактика на рецидив. При някои пациенти с данни за малигнизация се налага провеждане на допълнително лечение (лъчелечение). В диференциално диагностичен и патоморфологичен план, в областта на капилициума се наблюдават множество субкутанни лезии, част от които са обект на неврохирургията (липом, фибром, метастаза и др). Пиломатриксомът е рядка лезия с възможност за малигнизация особено при възрастни пациенти. Същата трябва да се има в предвид в широката диференциално диагностична група подкожни лезии в окосмената част главата и шията. Поставянето на ранна хистологична диагноза е от изключителна важност с оглед избора на правилна терапевтична модалност и необходимостта от провеждане на допълнително лечение.

Библиография

1. Avramov T., Tchalakov I., Tcenova V.; Department of Otorhinolaryngology, University Hospital „Tzaritza Joanna“, Sofia Department of Pathology, University Hospital „Tzaritza Joanna“, Sofia.
2. Barrot Anne-Charlotte, Carioto Lisa, Gains Malcolm, Nadeau Marie-Eve; Metastatic malignant pilomatrixoma, acanthomatous ameloblastoma, and liver tumor in a dog with polyphagia, polyuria, polydipsia, and weight loss Can Vet J. 2013 Apr; 54(4): 387–391.
3. Beattie G, Tai C, Pinar Karakas S, Cham E, Idowu O, Kim S; Colossal pilomatrixoma Ann R Coll Surg Engl. 2018 Feb; 100(2): e38–e40.
4. Cardia R., Ieni A., Michele R.; Pilomatrixoma of the right thigh: Sonographic-pathologic correlation in a young man Maria Adele Marino, Giorgio Ascenti, Colonna Radiol Case Rep. 2020 Mar; 15(3): 230–233.
5. Chan E., Gat U., McNiff J. M., and Fuchs E., “A common human skin tumour is caused by activating mutations in β -catenin,” Nature Genetics, vol. 21, no. 4, pp. 410–413, 1999.
6. Clark Aurela, Leddy Rebecca, Spruill Laura, Cluver Abbie; Pilomatrixoma, a Rare Mimicker of Male Breast Cancer J Clin Imaging Sci. 2019; 9: 46.
7. Dinç Süren, Mustafa Yıldırım, Bekir Erol, Birsal Tutuş Pilomatrixoma-like testicular tumour without teratomatous elements BMJ Case Rep. 2014; 2014: bcr2013200179.
8. Gongidi P., Meshekow J., Holdbrook T., Germaine P.; Giant Pilomatrixoma Presenting in the Posterior Thorax, a Rare Location and the Largest Described Case Rep Radiol. 2015; 2015: 590742.
9. Ismail Burak Atalay, Izzet Korkmaz, Safak Gungor; Pilomatrixoma located on the cruris: an uncommon localization J Surg Case Rep. 2017 Jul; 2017(7):
10. Kumar S. Rapidly growing pilomatrixoma on eyebrow Indian J Ophthalmol. 2008 Jan-Feb; 56(1): 83–84.
11. Michael V. Birman, Jonathan B. McHugh, Radford J. Hayden, Peter J.L. Jebson; Pilomatrixoma of the forearm: A Case Report Iowa Orthop J. 2009; 29: 121–123.
12. Pilomatrix Carcinoma of the Thoracic Spine: Case Report and Review of the Literature Sanjay Yadia, Ciro G Randazzo, Sajjad Malik, Eric Gressen, Moshe Chasky, Lawrence C Kenyon, John K Ratliff J Spinal Cord Med. 2010 Jun; 33(3): 272–277.
13. Sruthi T. R., Subrat K. Behera, Smruti Swain, Monalisa Patsani - Pilomatrixoma arising from maxillary sinus – First of its kind; South Asian J Cancer. 2019 Jul-Sep; 8(3): 197.
14. Syed A R Rizvi, Mohammad Naim, Mohammad S Alam; A giant upper eyelid ossifying pilomatrixoma; Indian J Ophthalmol. 2008 Nov-Dec; 56(6): 509–511.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Февзие Недим
Клиника по неврохирургия
УМБАЛСМ „Н.И.Пирогов“
Бул. „Тотлебен“ 21
София 1606, България
E-mail: fevzienedim@outlook.com

Address for Correspondence:

Fevzie Nedim, MD
Clinic of Neurosurgery
University Hospital “Pirogov”
21 Totleben Blvd
1606 Sofia, Bulgaria
E-mail: fevzienedim@outlook.com

ЕЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧНО КОНТРОЛИРАНА МАКСИМАЛНА БЕЗОПАСНА РЕЗЕКЦИЯ НА ПЕДИАТРИЧНИ ДИЕНЦЕФАЛНИ ГЛИОМИ – КЛИНИЧНА СЕРИЯ

Милко Милев, Стойчо Стоянов, Тома Спириев, Лили Лалева, Владимир Наков

Аджибадем СитиКлиник МБАЛ Токуда Болница, София

Резюме

Диенцефалните глиоми в детска възраст са сравнително редки, но представляват изключително трудни за лечение туморни формации поради ангажиране на значими нервни и васкуларни структури на главния мозък, много високия риск за последващи хирургични и ендокринни нарушения. През последните години, поради развитие главно на методите за електрофизиологичното мониториране, както и технологиите за предоперативно планиране и интраоперативна визуализация, рисковете при хирургично лечение на този тип тумори са значително намалени, макар и не напълно изключени. В настоящата статия представяме нашия опит при хирургично лечение на 4 пациента, дискутираме хирургичната стратегия, както и методите за интраоперативно невромониториране като основно средство за намаляване на морбидитета.

Ключови думи: глиом, деца, педиатрични тумори, таламус, диенцефалон, интраоперативно електрофизиологично невромониториране.

ELECTROPHYSIOLOGICALLY CONTROLLED MAXIMAL SAFE RESECTION OF PEDIATRIC DIENCEPHALIC GLIOMAS – CLINICAL SERIES

Milko Milev, Stoycho Stoyanov, Toma Spiriev, Lili Laleva, Vladimir Nakov

Clinic of Neurosurgery, Acibadem CityClinic MBAL Tokuda Hospital, Sofia, Bulgaria

Abstract

Diencephalic gliomas in children are relatively rare pathological entities but represent an extreme surgical challenge due to their location within critical brain regions which predispose for higher risk of postoperative neurological and endocrine deterioration. In recent years, due to the advances in the field of intraoperative electrophysiological neuromonitoring, as well as in the technologies for preoperative planning and intraoperative visualization, the risks associated with the surgical treatment of this type of tumors is significantly reduced, although not yet eliminated. In the current paper we present our experience with the surgical treatment of four patients, discuss the surgical strategy as well as the methods for intraoperative neuromonitoring as a mean for decreasing the postoperative neurological morbidity.

Keywords: glioma, children, pediatric tumors, diencephalon, thalamus, intraoperative electrophysiological neuromonitoring.

Въведение

Диенцефалните глиоми при деца са сравнително рядко заболяване, което представлява значително предизвикателство за хирургично лечение и традиционно се обвързват с висок риск за настъпване на периоперативни функционални увреди при понякога неясни ползи от провеждането на хирургия в толкова функционално значими зони [1-9]. През последните години интраоперативният електрофизиологичен контрол предоставя възможности за постигане на разширени туморни резекции при запазване на функционалната цялост на асоциираните функционално важни зони [10-13]. В настоящата клинична серия представяме четири педиатрични случая (3 момичета и 1 момче), подложени на хирургично лечение в клиниката по повод диенцефални глиоми с ангажиране на таламични структури, като при всички е била планирана максимална безопасна резекция под динамичния контрол на интраоперативно невромониториране.

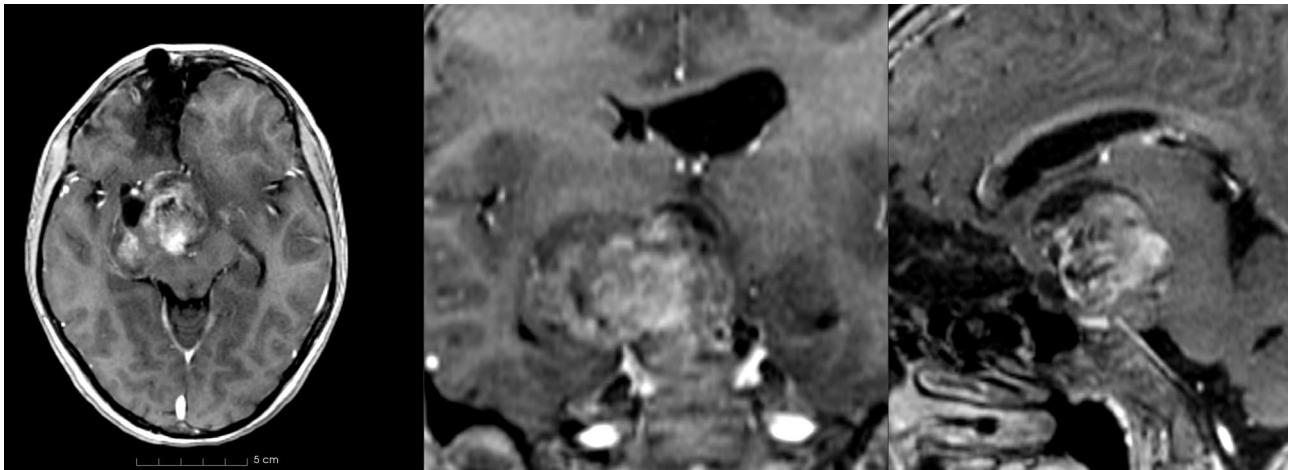
Клиничен случай №1

Касае за 8 годишно момиче, при което по повод оплаквания от главоболие, сънливост, за-

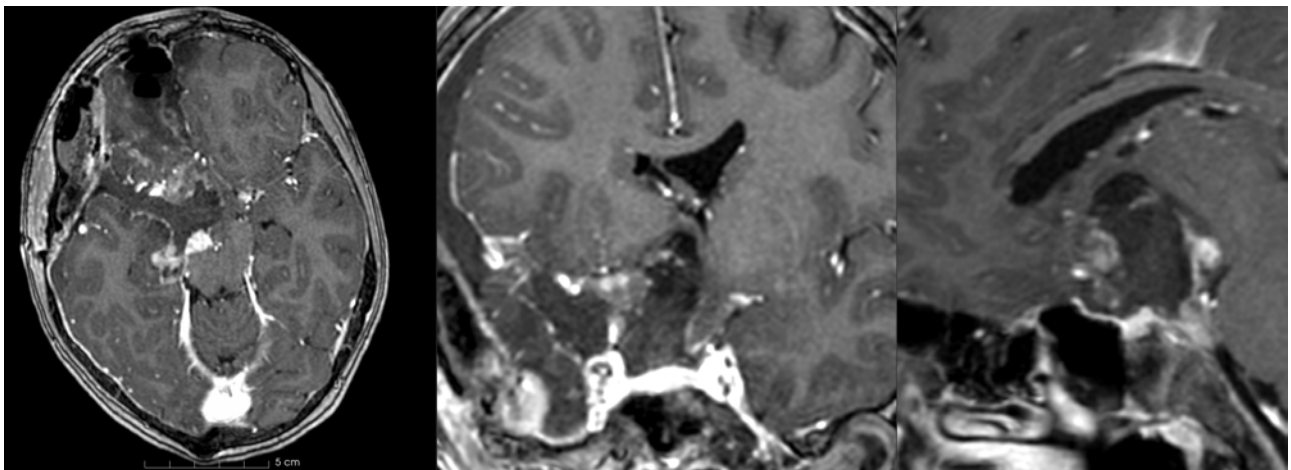
литане и повръщане е била диагностицирана туморна формация на диенцефалона. В друга институция е била осъществена парциална резекция на тумора, който е верифициран хистологично като папиларен глионеврален тумор (I степен по СЗО) и, с цел превенция на обструкция на ликворните пътища, е поставен вентрикулоперитонеален шънт. Постоперативно е проведена химиотерапия по протокол SIOP-LGG. Тридесет и шест месеца след поставянето на диагнозата при контролни образни изследвания е установена прогресия на формацията и е стартирана терапия и с бевацизумаб, темозоламид и еролимус. Независимо от проведената терапия оплакванията от силно главоболие, резистентно на медикаментозна антиедемна терапия, се засилват, а при проследяването с МРТ се намира прогресия на формацията с резултираща обструкция на левия форамен на Монро и изолиране на левия латерален вентрикул и локализирана хидроцефалия (Фиг. 1). С оглед горното бе взето решение за хирургично лечение с цел максимална безопасна резекция на формацията под електрофизиологично невромониториране на соматомоторни и соматосензорни системи и

корекция на ликворния пасаж. През фронтоорбитозигоматичен достъп вдясно се локализира разположен супраселарно и в крурална и каротидна цистерни екзофитен туморен компонент, дислоциращ рострално и дорзално хиазма оптикум и латерално – същестранните елементи на Вилизиевия кръг, както и трети черепномозъчен нерв в базална посока. Постигната бе субтотална резекция, като в предния полюс се оставиха тъканни прослойки, адхериращи към перфорантни артериални клонове, а резекцията на прирастналата към мозъчните крачета формация се лимитира

при провокиране на отговори от мускулите на леви крайници при интензитет на динамична стимулация от 3-5 мА и при запазени амплитуди и латенции на моторни и соматосензорни евокирани потенциали. Контролна МРТ верифицира постигането на субтотална резекция на формацията в обемите, описани по-горе (Фиг. 2). Пациентката бе дехоспитализирана без добавен двигателен дефицит или такъв на черепномозъчни нерви и остана без данни за клинична или образнодиагностична прогресия при период на проследяване от 27 месеца.



Фиг. 1. Предоперативна МРТ, контрастно усилен Т1 серия, на клиничен случай №1. Установява се рецидивна формация вдясно, обширно ангажираща диенцефалните структури и нарушаваща ликворния пасаж.



Фиг. 2. Постоперативна контрастно усилен МРТ Т1 серия при клиничен случай №1 – забелязва се резидуалната прослойката от туморна тъкан, прилежаща към мозъчните крачета.

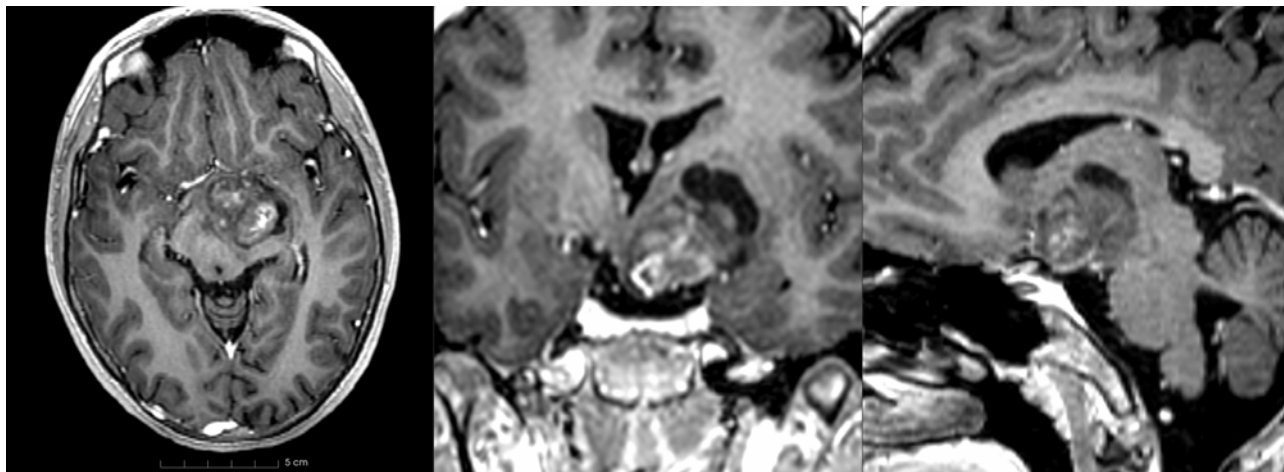
Клиничен случай №2

Момиче на 16 години дебютира с оплаквания от затруднено свиване на пръстите и неволеви движения в дясната ръка и нарушение в почерка с продължителност от няколко месеца и разпространение на неволевите движения и спазми в лицето и крака вдясно от няколко седмици. При проведеното МРТ на главен мозък се установи наличието на туморна формация, ангажираща диенцефалона и ляво мозъчно краче с типичните характеристики на пилоцитен астроцитом (Фиг.

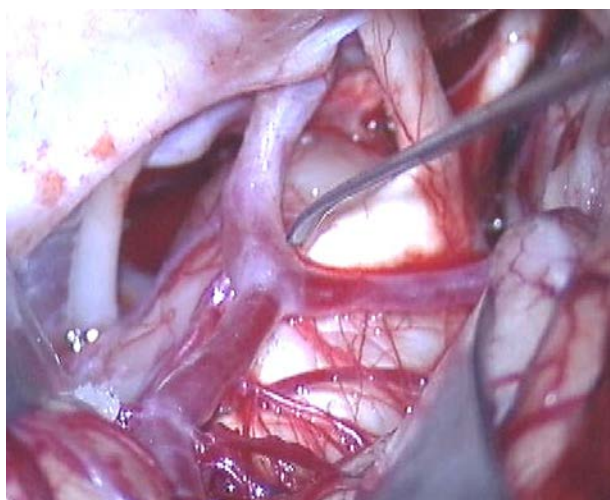
3). Предприето бе хирургично лечение с цел постигане на максимална резекция под контрола на електрофизиологично невромониторирание. Посредством пре- и субтемпорален достъп отляво се достигна до туморна формация с екзофитна компонента, обхващаща диенцефалона и границата му с ляво мозъчно краче, с рострална екстензия и прилежание до хипофизарния инфундибулум. През хирургичен прозорец между зрителния тракт и задна мозъчна артерия се предприе резекция на формацията под контрола на

моторни и соматосензорни евокирани потенциали и динамична субкортикална стимулация (Фиг. 4). Постигна се субтотална резекция на формацията в частите ѝ в обема на диенцефалон и церебрален педункул, до зона на перитуморна киста в дорзална посока и в направление към базални ядра. Резекцията бе преустановена при достигане на зона на прослойка в медиално направление, съпътствано със сигнификантен спад на моторните евокирани потенциали, обратим при преустановяване на ексцизията. Още в ранния постоперативен период при пациентката

настъпи подобрене в движенията на десни крайници и овладяване на дистонииите. Хистологичното изследване потвърди диагнозата ювенилен пилоцитен астроцитом, поради което при пациентката не бе предприето адювантно лечение. Пациентката остана без моторен дефицит в късния постоперативен период и е без клинична или образнодиагностична прогресия през следващите 29 месеца. Провежданите серийни постоперативни МРТ изследвания не установяват рецидив на туморната формация което е показано на Фиг. 5.

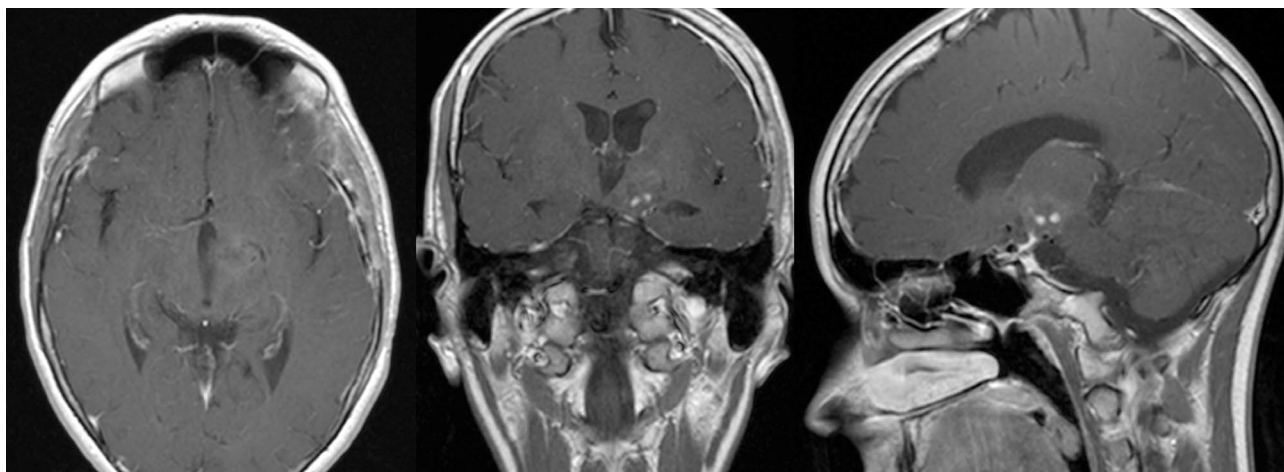


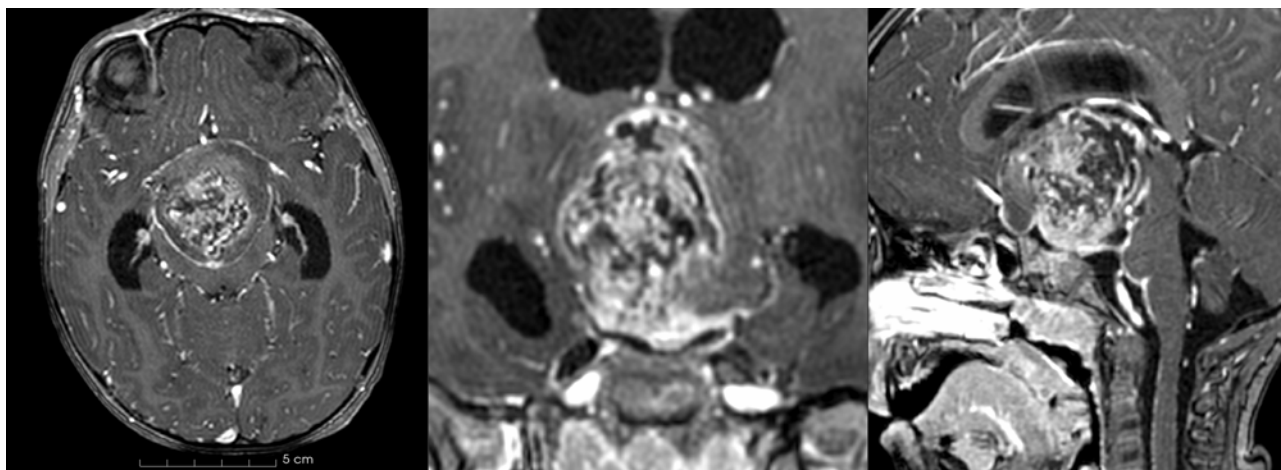
Фиг. 3 (горе). Предоперативна МРТ, контрастно усилен Т1 серия, на клиничен случай №2. Характерна картина на левостранен таламо-педункуларен пилоцитен астроцитом с перитуморна киста по дорзолатерална граница.



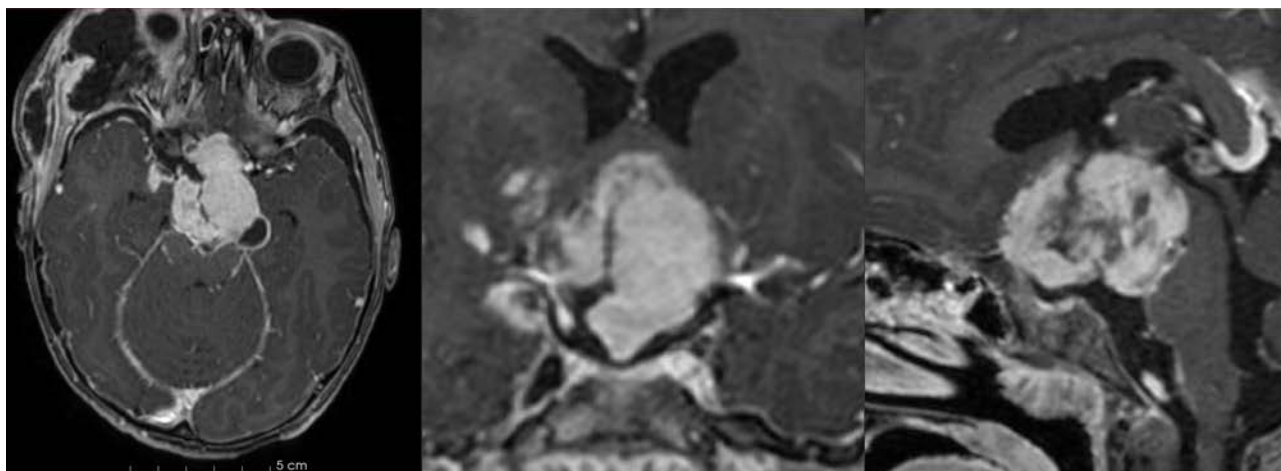
Фиг. 4 (ляво). Клиничен случай №2 - интраоперативен изглед.

Фиг. 5 (долу). Късна контрола (6 месеца) – постоперативна контрастно усилен Т1 МРТ серия на случай №2 без данни за рецидивна формация.





Фиг. 6. Предоперативна T1 контрастно усилена МРТ серия към клиничен случай №3 – визуализира се хетерогенна туморна формация, обхващаща хиазма и зрителни пътища и диенцефалон, изпълваща трети вентрикул и водеща до обструктивна хидроцефалия.



Фиг. 7. Постоперативна T1 контрастно усилена МРТ серия към клиничен случай №3 – визуализира се постигнатата парциална резекция и възстановения ликворен пасаж.

Клиничен случай №3

При четиригодишно момче се наблюдава прогресивно влошаване на зрението и на двете очи, последвано от епизоди на силно главоболие и повръщане. По повод на оплакванията е проведена МРТ на главен мозък, при която се установява туморна формация, ангажираща хиазмата, пода на трети вентрикул и разпростираща се в диенцефалона, както и обструкция на ликворния поток със съпътстваща хидроцефалия *Фиг. 6*). Предприета бе хирургична интервенция с цел постигане на максимална допустима резекция на формацията, възстановяване на ликворния поток и хистологично профилиране на тумора. След осъществяване на фронтно-орбито-зигоматична краниотомия и след овладяване на изразения общомозъчен едем чрез вентрикулопункция и ликворен дренаж се достигна до туморна формация, раздуваща и изхождаща от зрителни нерви и хиазма. През оптико-каротидния и каротидо-окуломоторния триъгълник се навлезе в екзофитната част на обилно кръвоснабдената

туморната формация и се осъществи вътрешна декомпресия, последвана от резекция под контрола на соматосензорни евокирани потенциали. В началото на резекцията не можеше да се отведат моторни отговори, независимо от провеждането както на транскортикална, така и на директна кортикална стимулация при високи интензитети. Такива бяха възстановени след резекцията на туморната компонента от интерпунктурната цистерна и след значима декомпресия на паренхима. В хода на интервенцията се идентифицира и запази хипофизарния инфундибулум, резецира се туморната компонента в хиазмата и десния зрителен нерв при видимо анатомично съхранение на незазегнатите им части. Постоперативно пациентът беше в ясно съзнание, със запазено зрение в ляво око, но при развитие на тежка форма на инсулиден диабет с хемоконцентрация и хипернатриемия. Контролната образна диагностика демонстрира наличието на резидуална туморна компонента в трети вентрикул. След обсъждане

на опциите за лечение с родителите бе взето решение за осъществяване на втори етап на резекция чрез транскалозен трансвентрикулен достъп, която бе отложена във времето след стабилизиране на нарушенията на водно-електролитния баланс. При втората интервенция посредством интерхемисферен транскалозен трансвентрикулен достъп и под контрола на моторни евокирани потенциали от директна кортикална и транскраниална стимулация и соматосензорни евокирани потенциали се достигна изпълващата III вентрикул резидуална формация, инфилтрираща пода на трети вентрикул, таламусите и хиазма оптикум. Постигната бе парциална резекция на формацията, като бяха оставени дорзо-латералните ѝ компоненти и прилежащите към базиларна артерия и задна перфорантна зона части с възстановяване на добър ликворен дренаж от трети вентрикул към базалните цистерни, както и към акведукта. Детето бе дехоспитализирано в стабилно състояние и ясно съзнание, но с редукция на зрението до интермитентна перцепция на светлина. Хистологичните изследвания на формацията поставиха диагноза дифузен астроцитом, впоследствие ревизирана до пилоцитен астроцитом. Постоперативно проведената МРТ демонстрира доброто възстановяване на ликворния пасаж и допълнителна редукция на формацията от около 50% (Фиг. 7). Детето е претърпяло последваща парциална резекция на формацията и имплантация на клапа система за вентрикуло-перитонеална анастомоза, но е изгубено от проследяване.

Клиничен случай №4

Касае се за момиче на 11 години с оплаквания от прогресираща слабост за дясна ръка и крак, по повод на които е проведена МРТ на главен мозък и е установена туморна формация, ангажираща ляв таламус (Фиг. 8). Предоперативно е осъществена пробалистична трактография (Фиг. 9), изобразяваща латерално изместване на кортико-спиналния тракт и инфилтрация на елементи на соматосензорната система, поради което бе взето решение за осъществяване на максимална безопасна резекция, фокусирана върху съхраняване на моторната система. Посредством дясна парасагитална краниотомия, задна калозотомия и контралатерален трансвентрикулен достъп се достигна до атриума на латералния вентрикул и се визуализира инфилтрирана зона в пулвинара на таламуса. Туморът бе резециран под електрофизиологично невромониторирание до данни за траен сигнификантен спад на соматосензорни евокирани потенциали при работа в заднолатерална посока и частично обратим сигнификантен спад на моторни евокирани потенциали за десен

крак в преднолатерална посока, в който етап от интервенцията се прецени да се преустанови резекцията. Постигната бе субтотална резекция, верифицирана с постоперативните образни изследвания (Фиг. 10). В ранния постоперативен период бе наблюдавано сигнификатно подобрение в движенията за крака при персистирание на предходно налични сетивни нарушения. Хистологичните характеристики на туморната формация съвпадаха с такива на глиобластом. Пациентката е жива с период на проследяване от 14 месеца.

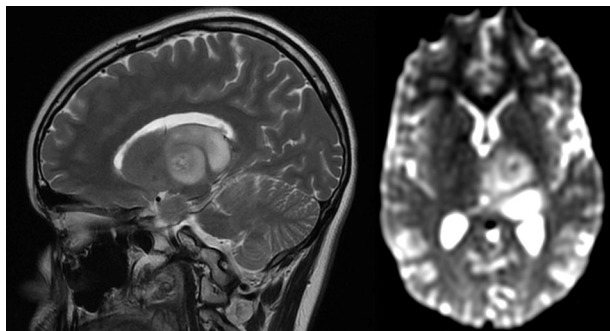
Литературен обзор

Туморите на таламуса съставляват от два до пет процента от мозъчните тумори при деца [14-16]. Около 65-81% от тях са астроцитни тумори и близо две трети са нискостепенни тумори [14-16]. Приблизително една трета от астроцитомите са пилоцитни астроцитомите (I степен по СЗО), а други близо две трети – дифузни астроцитомите [16]. Продължителността на симптомите преди поставянето на диагнозата корелира с хистологичните характеристики на туморната формация и, като следствие от това, е с прогностична стойност по отношение преживяемостта [14, 15].

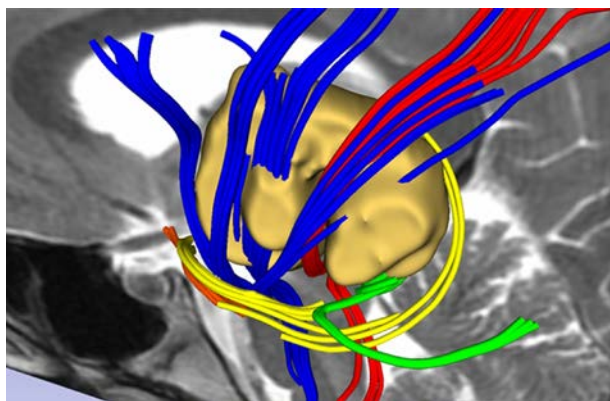
Пилоцитните астроцитомите на таламуса са най-често сравнително добре отграничени, понякога екзофитни, интензивно контрастиращи се туморни формации с често развитие на интраили перитуморни кисти и ниска пролиферативна активност. Този тип тумори се характеризират с бенигнен клиничен ход и сравнително по-добра прогноза [7]. Петгодишната преживяемост при парциално или тотално резециране на тези тумори достига над 90% [6, 17, 18].

Разпространящите се в дорзална посока хипоталамични глиоми (Групи 3 и 4 Н+ по Dodge-PLAN класификацията) могат да инфилтрират по съседство таламичните структури (вж. Клиничен случай №3) [19]. Най-често хипоталамично-хиазмалните глиоми са пилоцитни астроцитомите със сравнително бенигнен ход на развитие и добра преживяемост от 50-90% за 10-годишен период на проследяване; по-рядко срещаните пиломиксоидни хистологични форми се асоциират с по-чести ангажиране на диенцефални структури и хипоталамична дисфинкция и като цяло по-лоша прогноза [20-26]. Локализирането на диенцефалните тумори предимно в хипоталамуса и постигането на суб- и тотална резекция се асоциират с удължена обща преживяемост и време до рецидив [9].

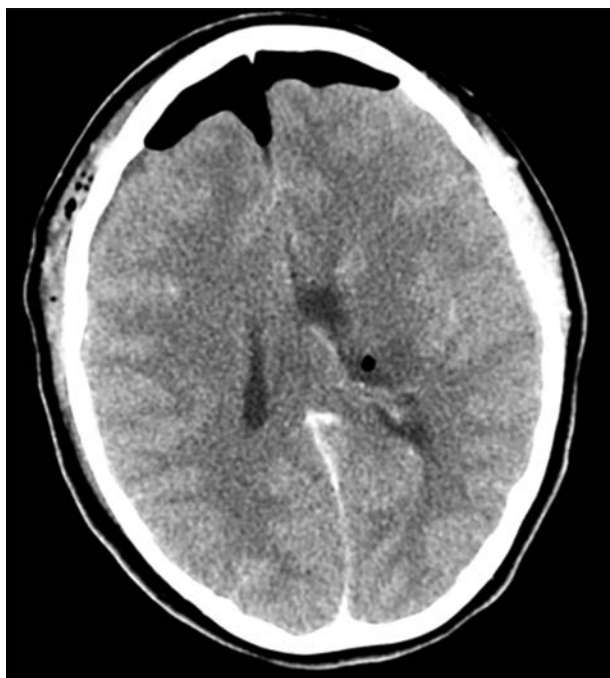
Дифузните астроцитомите представляват повече от половината (55-61%) от таламичните тумори при деца или 68% от всички таламични астроцитомите, като около една трета от тях са



Фиг. 8. Предоперативни T2 и дифузионни МРТ серии при клиничен случай №4 – визуализира се инфилтративна таламична туморна формация.



Фиг. 9. Пробабилитична МР трактография (случай №4) – видимо е ангажирането на лемнискус медиалис и таламо-кортикални влакна към сетивен кортекс (червено) от туморната формация (охра), латералното изместване на кортико-спиналния тракт (синьо) при запазване интегритета на radiatio optica (зелено), форникс (жълто) и tractus opticus (оранжево).



Фиг. 10. Ранна постоперативна контрастно усилена КТ при случай №4 демонстрира постигнатата разширена резекция.

нискостепенни глиоми (II степен по СЗО), а останалите две трети – високостепенни (III и IV степен по СЗО) [16]. През последните години при голяма част (50-90%) от високостепенните таламични глиоми е установена мутация на H3F3A/HIST1H3V K27M (H3K27M). Същата се наблюдава и при 12% от нискостепенните форми [27-29]. Наличието на H3K27M мутация води до дефинирането на тумора като срединен инфилтративен глиом и според ревизираните насоки на СЗО се дефинира като IV степен, независимо от хистопатологичните му характеристики [30]. Този тип мутация се свързва с изразено песимистична диагноза, макар че други проучвания не намират статистически значима разлика в преживяемостта между пациенти с K27M мутация в тумора и такива с ген от див тип [29, 31].

Осъществяването на резекция на унилатерални таламични тумори при деца в обем над 90% води до значимо по-висока преживяемост [14]. Отграничени таламични нискостепенни дифузни астроцитомии се характеризират с относително висока двугодишна преживяемост от 80%, тригодишна от 44% и 5-годишна преживяемост от 50%-86% [14, 15, 18, 32]. Постигането на субтотална или тотална резекция на таламичните тумори се наблюдава постигането на сравнително висока преживяемост от 83% спрямо 48% при биопсия или парциална резекция [14]. Попесимистична е прогнозата при пациентите с високостепенни таламични глиоми с очаквана петгодишна преживяемост от около 15 до 41% [9, 14, 33]. Независимо от това и при тези случаи с високостепенни тумори се намира по-благоприятно протичане на заболяването при постигането на разширена резекция, с достигане на преживяемост от над 17-20 месеца [14, 15]. Тези данни са в ярък контраст с преживяемостта на пациенти, при които е проведена само биопсия или дори парциална резекция (ок. 12 мес.) [15].

В клинична серия на Dorfer и съавт. от 2021 г. [31] от 25 пациенти в детска възраст с глиоми II-IV степен по СЗО при 20 (80%) са установени първично малигнени тумори (III и IV ст. по СЗО, съответно 13 и 7 случая), с медиана на преживяемост съответно 1,1 и 1,0 години. Независимо от преобладаването в серията на тумори със сравнително негативна биологична характеристика установяват значима разлика в преживяемостта в полза на провеждане на резекция над 50% от туморната маса съпоставено с биопсия, като тази тенденция остава статистически значима при мултивариантен анализ по степен на резекция, хистологична група и H3K27M мутационен статус.

Аналогично, редица проучвания показват възможността за постигане на подобрена прежи-

ваемост и контрол върху прогресията и рецидивите на нискостепенните туморни формации при осъществяване на разширени суб- или тотални резекции, в единичен или стадирен порядък, съобразени с индивидуалните анатомо-топографски характеристики на лезията, при допустим риск за перипроцедурен морталитет и морбидитет [1-6]. Немалка роля в тази промяна на традиционното схващане за неоправдаността на хирургичното лечение на педиатричните таламични тумори има и развитието на спомагащите хирургичната интервенция техники и методики. Така разширените предоперативни магниторезонансни изследвания и в частност трактографският анализ на перилезионното бяло вещество позволяват доброто дефиниране на морфологичните аспекти на туморната формация, нейните взаимоотношения с околните нормални тъкани и степента на ангажиране и изместване на прилежащите нервни пътища със специален акцент върху запазването целостта на кортико-спиналния тракт [34-38]. Разбира се, трябва да се има предвид, че това е компютърно генериран пробалистичен образ и като такъв трябва да служи само за ориентация за разположението на кортико-спиналния път. Основен метод за идентифициране и интраоперативна ориентация за функционално важни зони в нашата практика остават методите за електрофизиологичното невромониторирание. Ето защо интраоперативната невронавигация, ехографския контрол и интраоперативната образна диагностика способстват интраоперативната анатомична ориентация, докато електрофизиологичното невромониторирание дава възможност за динамичен анализ на функционалните системи и за локализация и определяне на дистанцията до близко разположените нервни пътища (най-често кортико-спинален тракт) [10, 11, 36]. В нашата серия, макар и лимитирана, се установява относително висока степен на съвпадение при сравнение на резултатите за локация на кортико-спинален тракт при интраоперативна субкортикална стимулация и данните от пробалистичната МР трактография, както и корелацията между отстоянието на резекционната граница от дефинирания посредством горните методи тракт и постоперативния функционален статус. Това позволява комбинацията от двата метода да даде подобра сигурност в при определянето на крайните лимити на резекция на тумора и значимо да повиши безопасността на разширената лезионна резекция [13, 39-41].

В нашата серия сме прилагали комбинация от електрофизиологични методи за локализация и определяне на разстояние до сноповете на първи моторен неврон (динамична субкортикална сти-

мулация) и такива за анализ на функционалния интегритет на соматичната двигателна система (транскраниална стимулация за генериране на моторни евокирани потенциали). Този подход позволява да се дефинира безопасната граница на резекция както на база отстоянието на моторните влакна от работния връх на деструктивния хирургичен инструмент, така и по анализа на характера на промените в моторните евокирани потенциали в отговор на хирургичната травма в пограничната зона. С цел гарантиране обратимостта на последните в хода на интервенциите са прилагани стандартни невропротективни мероприятия.

С оглед основната роля на таламуса като релейна станция в провеждането на соматосензивната информация друг стандартен компонент от електрофизиологичното невромониторирание в серията са били соматосензорните евокирани потенциали. В този контекст специално внимание заслужава Клиничен случай № 4, при който, след анализ на предоперативната трактография, се установи инфилтриране в периферията на формацията на лемнискус медиалис и таламо-кортикалните влакна към соматосензорния кортекс, както и на съответстващите им таламични ядра, и латерално изместване на кортико-спиналния тракт. С оглед наличието на предоперативен сегивен дефицит и незначителната възможност за обратното му развитие, бе преценено туморната резекция да бъде лимитирана единствено от стремежа за запазване на моторните нервни влакна, поради което практически пълната загуба на соматосензорните евокирани потенциали в хода на резекцията не бе последвана от корекция в оперативния ход. Така комбинирането на предоперативен трактографски анализ с интраоперативно невромониторирание позволи от една страна предходно знание за функционални пътища и планиране на настъпването на допустим траен функционален сензорен дефицит за целите на постигане на разширена резекция, а от друга – функционална верификация на анатомичните граници на резекцията.

С въвеждането на гореизброените методики за пери- и интраоперативен контрол може значимо да се повиши нивото на безопасност на хирургичните резекции и да се ограничат драстично процедурните морталитет и морбидитет. В случаите с пилоцитните астроцитомии, при които радикалната резекция често може да бъде с куративен резултат, и до голяма степен и при дифузните астроцитомии II степен по СЗО, с тяхната типично добра прогноза, прилагането на принципа за максимална безопасна хирургична резекция в един или няколко етапа може да поведе в по-благоприятна посока еволюцията на

забляването. При високостепенни глиоми на таламуса, с оглед възможността за провеждане на акуратно планирано и динамично контролирано по отношение морфологични и най-вече функционални увреди оперативно лечение, е възможно целево да бъде обсъждано залагането на радикално хирургично лечение при благоприятното изменение на съотношението ползи към рискове, за сметка на лимитирането на втория фактор, независимо от липсата на достоверни данни за повишаване на първия.

Заклучение

Осъществяването на динамичен функционален контрол посредством интраоперативно невромониторирание, както и подробното предоперативно планиране и навигиране на операцията, позволяват осъществяването на разширени резекции на ангажиращи таламичните структури тумори в детска възраст. Този подход дава възможност за извършването на хирургични резекции с практически оздравителен ефект при нискостепенни глиоми, докато в случаите на високостепенни глиоми се предоставя необходимата първична възможност за оптимално намаляване обема на тумора и контрол на вътречерепното налягане и обструктивната хидроцефалия при контролиран риск за оперативна вреда на функционални системи.

Библиография

- Cinalli, G., et al., Surgical treatment of thalamic tumors in children. *J Neurosurg Pediatr*, 2018. 21(3): p. 247-257.
- Albright, A.L., Feasibility and advisability of resections of thalamic tumors in pediatric patients. *J Neurosurg*, 2004. 100(5 Suppl Pediatrics): p. 468-72.
- Steiger, H.J., et al., Thalamic astrocytomas: surgical anatomy and results of a pilot series using maximum microsurgical removal. *Acta Neurochir (Wien)*, 2000. 142(12): p. 1327-36; discussion 1336-7.
- Sunderland, G., et al., Evolution of surgical attitudes to paediatric thalamic tumours: the alder hey experience. *Childs Nerv Syst*, 2021. 37(9): p. 2821-2830.
- Wong, T.T., et al., Clinical considerations and surgical approaches for low-grade gliomas in deep hemispheric locations: thalamic lesions. *Childs Nerv Syst*, 2016. 32(10): p. 1895-906.
- Moshel, Y.A., M.J. Link, and P.J. Kelly, Stereotactic volumetric resection of thalamic pilocytic astrocytomas. *Neurosurgery*, 2007. 61(1): p. 66-75; discussion 75.
- Fernandez, C., et al., Thalamic gliomas in children: an extensive clinical, neuroradiological and pathological study of 14 cases. *Childs Nerv Syst*, 2006. 22(12): p. 1603-10.
- Franzini, A., et al., Low-grade glial tumors in basal ganglia and thalamus: natural history and biological reappraisal. *Neurosurgery*, 1994. 35(5): p. 817-20; discussion 820-1.
- Eisenstat, D.D., et al., Impact of tumor location and pathological discordance on survival of children with midline high-grade gliomas treated on Children's Cancer Group high-grade glioma study CCG-945. *J Neurooncol*, 2015. 121(3): p. 573-81.
- Carrabba, G., et al., Role of Intraoperative Neurophysiologic Monitoring in the Resection of Thalamic Astrocytomas. *World Neurosurg*, 2016. 94: p. 50-56.
- Coppola, A., et al., Intra-operative neurophysiological mapping and monitoring during brain tumour surgery in children: an update. *Childs Nerv Syst*, 2016. 32(10): p. 1849-59.
- Roth, J., et al., Intraoperative neurophysiology in pediatric supratentorial surgery: experience with 57 cases. *Childs Nerv Syst*, 2020. 36(2): p. 315-324.
- Zhukov, V.Y., et al., Diffusion tensor imaging tractography and intraoperative neurophysiological monitoring in surgery of intracranial tumors located near the pyramidal tract. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*, 2016. 80(1): p. 5-18.
- Puget, S., et al., Thalamic tumors in children: a reappraisal. *J Neurosurg*, 2007. 106(5 Suppl): p. 354-62.
- Cuccia, V. and J. Monges, Thalamic tumors in children. *Childs Nerv Syst*, 1997. 13(10): p. 514-20; discussion 521.
- Gupta, A., N. Shaller, and K.A. McFadden, Pediatric Thalamic Gliomas: An Updated Review. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 2017. 141(10): p. 1316-1323.
- Boesten, T., et al., Management of primary thalamic low-grade glioma in pediatric patients: results of the multicenter treatment studies HIT-LGG 1996 and SIOP-LGG 2004. *Neurooncol Pract*, 2017. 4(1): p. 29-39.
- Nishio, S., et al., Thalamic gliomas: a clinicopathologic analysis of 20 cases with reference to patient age. *Acta Neurochir (Wien)*, 1997. 139(4): p. 336-42.
- Taylor, T., et al., Radiological classification of optic pathway gliomas: experience of a modified functional classification system. *Br J Radiol*, 2008. 81(970): p. 761-6.
- Garvey, M. and R.J. Packer, An integrated approach to the treatment of chiasmatic-hypothalamic gliomas. *J Neurooncol*, 1996. 28(2-3): p. 167-83.
- Massimi, L., T. Tufo, and C. Di Rocco, Management of optic-hypothalamic gliomas in children: still a challenging problem. *Expert Rev Anticancer Ther*, 2007. 7(11): p. 1591-610.
- Guillamo, J.S., et al., Prognostic factors of CNS tumours in Neurofibromatosis 1 (NF1): a retrospective study of 104 patients. *Brain*, 2003. 126(Pt 1): p. 152-60.
- Fried, I., et al., Optic pathway gliomas: a review. *CNS Oncol*, 2013. 2(2): p. 143-59.
- Komotar, R.J., et al., Pilocytic and pilomyxoid hypothalamic/chiasmatic astrocytomas. *Neurosurgery*, 2004. 54(1): p. 72-9; discussion 79-80.
- Opocher, E., et al., Prognostic factors for progression of childhood optic pathway glioma: a systematic review. *Eur J Cancer*, 2006. 42(12): p. 1807-16.
- Grill, J., et al., When do children with optic pathway tumours need treatment? An oncological perspective in 106 patients treated in a single centre. *Eur J Pediatr*, 2000. 159(9): p. 692-6.

27. 27. Aihara, K., et al., H3F3A K27M mutations in thalamic gliomas from young adult patients. *Neuro Oncol*, 2014. 16(1): p. 140-6.
28. 28. Zhang, L., et al., Exome sequencing identifies somatic gain-of-function PPM1D mutations in brainstem gliomas. *Nat Genet*, 2014. 46(7): p. 726-30.
29. 29. Ryall, S., et al., Targeted detection of genetic alterations reveal the prognostic impact of H3K27M and MAPK pathway aberrations in paediatric thalamic glioma. *Acta Neuropathol Commun*, 2016. 4(1): p. 93.
30. 30. Louis, D.N., et al., cIMPACT-NOW update 2: diagnostic clarifications for diffuse midline glioma, H3 K27M-mutant and diffuse astrocytoma/anaplastic astrocytoma, IDH-mutant. *Acta Neuropathol*, 2018. 135(4): p. 639-642.
31. 31. Dorfer, C., et al., Infiltrative gliomas of the thalamus in children: the role of surgery in the era of H3 K27M mutant midline gliomas. *Acta Neurochir (Wien)*, 2021. 163(7): p. 2025-2035.
32. 32. Krouwer, H.G. and M.D. Prados, Infiltrative astrocytomas of the thalamus. *J Neurosurg*, 1995. 82(4): p. 548-57.
33. 33. Kramm, C.M., et al., Thalamic high-grade gliomas in children: a distinct clinical subset? *Neuro Oncol*, 2011. 13(6): p. 680-9.
34. 34. Celtikci, E., et al., High-Definition Fiber Tractography in Evaluation and Surgical Planning of Thalamopeduncular Pilocytic Astrocytomas in Pediatric Population: Case Series and Review of Literature. *World Neurosurg*, 2017. 98: p. 463-469.
35. 35. Foley, R. and F. Boop, Tractography guides the approach for resection of thalamopeduncular tumors. *Acta Neurochir (Wien)*, 2017. 159(9): p. 1597-1601.
36. 36. Kim, J.H., et al., Surgical Outcomes of Thalamic Tumors in Children: The Importance of Diffusion Tensor Imaging, Neuro-Navigation and Intraoperative Neurophysiological Monitoring. *Brain Tumor Res Treat*, 2018. 6(2): p. 60-67.
37. 37. Kis, D., et al., The role of probabilistic tractography in the surgical treatment of thalamic gliomas. *Neurosurgery*, 2014. 10 Suppl 2: p. 262-72; discussion 272.
38. 38. Moshel, Y.A., et al., Role of diffusion tensor imaging in resection of thalamic juvenile pilocytic astrocytoma. *J Neurosurg Pediatr*, 2009. 4(6): p. 495-505.
39. 39. Ohue, S., et al., Accuracy of diffusion tensor magnetic resonance imaging-based tractography for surgery of gliomas near the pyramidal tract: a significant correlation between subcortical electrical stimulation and postoperative tractography. *Neurosurgery*, 2012. 70(2): p. 283-93; discussion 294.
40. Vassal, F., F. Schneider, and C. Nuti, Intraoperative use of diffusion tensor imaging-based tractography for resection of gliomas located near the pyramidal tract: comparison with subcortical stimulation mapping and contribution to surgical outcomes. *Br J Neurosurg*, 2013. 27(5): p. 668-75.
41. Zhu, F.P., et al., Clinical application of motor pathway mapping using diffusion tensor imaging tractography and intraoperative direct subcortical stimulation in cerebral glioma surgery: a prospective cohort study. *Neurosurgery*, 2012. 71(6): p. 1170-83; discussion 1183-4.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Милко Милев

Клиника по Неврохирургия,

Аджибадем СитиКлиник Болница Токуда

Бул. "Никола Й. Вапцаров" 51Б, 1407 София

Тел. +359 898 41 00 71

E-mail: milko.d.milev@gmail.com**Address for Correspondence:**

Milko Milev, MD

Clinic of Neurosurgery

Acibadem CityClinic MBAL Tokuda Hospital

51B Nikola Vaptsarov Blvd, 1407 Sofia, Bulgaria

Tel. +359 898 41 00 71

E-mail: milko.d.milev@gmail.com

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Bulgarian Neurosurgery is a peer-reviewed journal publishing articles from all areas of neurosurgery with a focus on clinical research. Manuscripts are accepted in English or Bulgarian language in compliance with the uniform requirements for biomedical academic papers. The journal publishes research articles, reviews, and case reports, as well as letters to the editors, comments on articles, and short communications. As an official journal of the Bulgarian Society of Neurosurgery, correspondence and related information for passed and forthcoming events is also published here.

Manuscripts must be submitted online by one of the authors and should not be submitted by anyone on their behalf. The author/co-author carries responsibility for the article during submission and peer review. Authors of manuscript in Bulgarian language are required to provide title page, abstract, and keywords also in English. The following word processor formats are acceptable for the main manuscript document: DOC/DOCX, RTF and PDF. The specific requirements for the different article type are given below.

RESEARCH ARTICLES

Bulgarian Neurosurgery publishes original research articles in all related to clinical and experimental neurosurgery fields. The manuscripts should comply with universally accepted scientific publication methodology and requirements of evidence based medicine. The work should confirm or reject a theory, extend previous results or contribute to a new knowledge. Manuscripts for articles submitted to Bulgarian Neurosurgery are limited in length to no more than 10 pages.

The **Title Page** should provide the title of the article (up to 30 words), a short running title (up to 10 words), list the full names, institutional address, and email address of all authors. The corresponding author should be indicated. Please note that abbreviations within the title should be avoided.

The **Abstract** of the manuscript should not exceed 300 words and must be structured into separate sections: *Introduction*, including aim of the study, *Material and Methods*, *Results*, and *Conclusions*. Please minimize the use of abbreviations and do not cite references here. If your research reports on results of a controlled health care intervention,

please give your trial registry along with the unique identifying number.

The **Introduction** of the article must clearly state the background of the study and its aims. Reports of clinical research should, where appropriate, include a summary of a search of the literature to indicate how this study would contribute to the field. The section should end with a brief statement of what is being reported in the article.

The **Material and Methods** section should include the design of the study, the subjects or materials involved, description of all interventions and comparisons, and the type of analysis used.

The **Results** section contains a concise presentation of the obtained results, including statistical data, and illustrated with figures and tables, if possible, for large datasets. This section may be broken into subsections with short and informative headings.

In the **Discussion** an interpretation of the results should be provided. Statements to support or reject the research hypothesis should be given together with a comparison of available literature data related to the topic. We encourage discussion focused on the advantages and drawbacks of the research as well as the problems that were met during implementation. This section may be broken into subsections with short and informative headings.

In the **Conclusion** statement the authors should concisely present their main conclusions from the research and give a clear explanation of their importance and relevance.

REVIEWS

Reviews are summaries of recent insights in specific research areas within the scope of Bulgarian Neurosurgery. The aim is to provide systematic and substantial coverage of mature subjects, evaluations of progress in specific areas, and/or critical assessments of emerging technologies. Reviews are not limited in length but a concise style not exceeding 12 pages is recommended.

The **Title Page** should provide the title of the article (up to 30 words) as well as a short running title (up to 10 words), list the full names, institutional addresses, and email addresses for all authors as well as indicate the corresponding author. Please note that abbreviations within the title should be avoided.

The **Abstract** should be no more than 300 words and have to be structured in a single paragraph where the major points are raised making evident the key work highlighted in the article.

In the **Introduction** section the emphasis should be put on the scientific or technological background.

The structure of the **Review Body** is recommended to be divided into subsections with short and informative headings.

The **Conclusion** should give a clear explanation of the importance and relevance of the analyzed subject.

CASE REPORTS

Bulgarian Neurosurgery welcomes well-described reports of cases that include unexpected or unusual presentations of a disease, side effects or complications of treatment; presentations, diagnoses and/or management of new or rare disease or pathological entity, rare association between diseases and symptoms or event in the course of patient' surveillance; findings that shed new light on the possible pathogenesis of a disease or a complication.

Manuscripts submitted to Bulgarian Neurosurgery should make a contribution to medical knowledge and must have educational value or highlight the need for a change in clinical practice. Case Reports should include relevant positive and negative findings from history, examination and investigation, as well as clinical photographs. The manuscript should include an up-to-date review of previous cases in the field. Case Reports are limited in length to no more than 6 pages.

The **Title Page** should provide the title of the article (up to 30 words) and a short running title (up to 10 words), list the full names, institutional addresses, and email addresses of all authors. The corresponding author should be indicated. Please note that abbreviations within the title should be avoided.

The **Abstract** of the manuscript should not exceed 300 words. No special structure is required. Please minimize the use of abbreviations and do not cite references in the abstract.

The **Introduction** provides the reader with an explanation to the background of the discussed topic. This section should include a short literature

review and ends with a brief statement of what is being reported in the article.

The **Case Presentation** reports on all details regarding the case (patient's demographics, relevant medical history, symptoms and signs, tests and treatment carried out, and a description of any treatment) and contains a discussion with references to the literature. This section may be divided into subsections with appropriate subheadings.

In the **Conclusion** the importance and relevance of the case report should be outlined.

A statement to confirm that the patient has given a **Consent** for the manuscript to be published is necessary. The editorial office may request copies of the informed consent documentation at any time. If the patient has died or is a minor, or unable to provide consent, then consent must be sought from the relatives or legal guardians of the patient.

GENERAL INSTRUCTIONS

Figures

Illustrations should be provided as separate files, not embedded in the text file. Each figure should include a single illustration which fits on a page in portrait format with size not exceeding 17x25.7 cm. A figure that consists of separate parts should be submitted in a single composite illustration. Each part should be marked in consecutive sequence (A, B, etc.). The legends should be listed in the main manuscript text file at the end of the document. The number in sequence (Figure 1, Figure 2, etc.), short title up to 10 words and detailed legend up to 200 words should be provided. The reference of a figure taken from another publication stands at the end of the legend.

The following graphic file formats are acceptable for the figures: DOC/DOCX, PPT/PPTX, PDF, JPG, TIF, PNG, BMP.

Tables

Tables should be inserted at the point of the text where they have to be placed logically. Each should be numbered and cited in consecutive sequence (Table 1, Table 2, etc.). A title no longer than 10 words that summarizes the information is required. Detailed legend up to 200 words may then follow. The reference of a table taken from another publication stands at the end of the legend.

Tables should not exceed 17x25.7 cm. Both portrait and landscape presentations are acceptable. Larger datasets than the above mentioned size should be divided into appropriate number of pages. Columns and rows should be made visibly distinct by ensuring that the borders of each cell display as black lines. Color and shading may not be used. Parts of the table can be highlighted using symbols or bold text but the meaning of which should be explained in the legend. Tables should not be embedded as figures or spreadsheet files.

Keywords

Please give up to 5 words representing the main content of the article.

Disclosure

Authors must disclose any financial competing interests including reimbursements, fees, funding, salary, stocks, shares, patents, etc. They should also reveal any non-financial competing interests, including political, personal, religious, ideological, academic, intellectual, commercial, etc., which may cause them embarrassment after publication of the manuscript. All declared relationships will be listed at the end of the published articles otherwise the listing will read "The author(s) declare that they have no competing interests".

Authors' contribution

In order to give appropriate credit to each author the individual contributions of authors to the manuscript should be specified in this section. An author is generally considered to be someone who has made substantive intellectual contributions to a published study. Acquisition of funding, collection of data, technical help, writing assistance, or general supervision of the research group does not justify authorship. All contributors who do not meet the criteria for authorship should be listed in an acknowledgements section.

Authors' information

You may use this section to include any relevant information about the authors that may aid the reader's interpretation of the article, and understand their standpoint. This may include details about the authors' qualifications, current positions they hold at institutions or societies, or any other relevant background information.

Acknowledgements

In this section list anyone who contributed towards the article by making substantial contributions to conception, design, acquisition of data, or analysis and interpretation of data, or who was involved in drafting the manuscript or revising it critically for important intellectual content, but who does not meet the criteria for authorship. If a medical writer or a language editor has made significant revision of the manuscript, we recommend that you acknowledge this person. Please acknowledge anyone who contributed materials essential for the study. Include here also sources of funding for each author, the research project and the manuscript preparation.

Endnotes

Endnotes should be designated within the text using a superscript lowercase letter and all notes should be included in this section. Please format this section in a paragraph rather than a list.

References

All references must be listed in alphabetical order and numbered consecutively. Citations in the manuscript should be given in square brackets with their individual reference number [1, 2, 3, etc.]. Please avoid excessive referencing. If automatic numbering systems are used, the reference numbers must be finalized and the bibliography must be conclusively formatted before submission. Journal abbreviations follow Index Medicus. The reference list should include all named authors.

Unpublished abstracts, unpublished data and personal communications should not be included in the reference list, but may be included in the text and referred to as unpublished observations or personal communications giving the names of the involved researchers. Obtaining permission to quote personal communications and unpublished data from the cited colleagues is the responsibility of the submitting author.

Formatting

Please provide the manuscript in clear format style with unjustified text in a single column and a double line spacing. A standard page is defined as approximately 450 words, font Times New Roman 12 pt, single line spacing, 2.5 cm page margins. All pages should be numbered. Capitalize only the first

word and proper nouns in the title. Footnotes are not allowed, but endnotes are permitted.

Abbreviations

We recommend abbreviations to be used sparingly. They should be defined when first used and a list of abbreviations must be provided following the main manuscript text.

Brand names

When proprietary brands are used in research, include the brand names in parentheses in the Material and Methods section. The international generic names should be used for all drugs.

Symbols

Greek and other special characters may be included. If you are unable to reproduce a particular special character, please type out the name of the symbol in full. Please ensure that all special characters used are embedded in the text, otherwise they might be lost during conversion.

Units

SI units should be used throughout.

Misconduct

All suspicions and allegations of misconduct or plagiarism are investigated. In such circumstances the Editorial Board requests a written case statement and manuscript correction if necessary. Any reasonable evidence on the second check is a ground for manuscript rejection. Reviewers and editors will be replaced in the review process during investigation when allegations against them exist.

Copyright

The authors declare that their contribution has neither been published nor submitted for publication elsewhere. They agree that the copyright of their paper passes to the Bulgarian Society of Neurosurgery as soon as the contribution has been accepted for publication.

All articles published in this journal are protected by copyright, which covers the exclusive rights to reproduce and distribute the articles, all translation rights as well as the rights to publish the articles in any electronic form. No article published in this

journal may be reproduced or photocopied without obtaining written permission from the publisher.

Please note that it is the responsibility of the submitting author to concede permission from the copyright holder to reproduce figures or tables that have previously been published elsewhere.