



БЪЛГАРСКА НЕВРОХИРУРГИЯ

Година 2020, Том 25, Брой 3-4

...

BULGARIAN NEUROSURGERY

YEAR 2020, VOLUME 25, ISSUE 3-4

ISSN: 1310-2206



БЪЛГАРСКА НЕВРОХИРУРГИЯ

Година 2020, Том 25, Брой 3-4

•••

BULGARIAN NEUROSURGERY

YEAR 2020, VOLUME 25, ISSUE 3-4

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 Н. Габровски, д.м.

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., FRCS

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

Д-р Д. Фердинандов, д.м., FEBNS

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. N. Gabrovsky, MD, PhD

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

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
2019-2020**

**EXECUTIVE COMMITTEE
2019-2020**

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., FRCS
Проф. д-р В. Каракостов, д.м.

Deputy Chairmen

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

Секретар

Д-р Д. Фердинандов, д.м., FEBNS

Secretary

D. Ferdinandov, MD, PhD, FENS

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., FEBNS

Members

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

Касиер

Д-р Кр. Минкин, д.м.

Treasurer

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 Rilsky 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

МОЗЪЧНА КРИПТОКОКОЗА – ОПИСАНИЕ НА ТРИ СЛУЧАЯ.....	1
Р. Попов, Я. Енчев, В. Каракостов, В. Бусарски, К. Романски	
ОЦЕНКА НА НЕВРОНАВИГАЦИЯТА ПРИ РЕЗЕКЦИЯ НА КОНВEXИТЕТНИ МЕНИНГИОМИ.....	6
Я. Енчев, Р. Попов, Д. Фердинандов, А. Бусарски, К. Романски	
ФРАКТУРИ ПРИ АНКИЛОЗИРАЩИ ЗАБОЛЯВАНИЯ НА ГРЪБНАКА: ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР И НАСОКИ ЗА ЛЕЧЕНИЕ.....	12
Д. Фердинандов	
МИНИМАЛНО ИНВАЗИВНА СПИНАЛНА ХИРУРГИЯ ПРИ НЕСТАБИЛНИ ФРАКТУРИ НА ТОРАКАЛНИЯ И ЛУМБАЛЕН ГРЪБНАК.....	21
П. Илков, М. Лалева, Н. Габровски	
КЪСНА ТРОМБЕКТОМИЯ ПРИ ПАЦИЕНТ С ОСТРА ОКЛУЗИЯ НА СРЕДНА МОЗЪЧНА АРТЕРИЯ.....	28
М. Петров, Н. Велинов, Т. Сакеларова, Д. Илиев, Н. Алиоски, Ив. Мартинов, М. Димитрова, Н. Габровски	
ИНТРАОПЕРАТИВНО НЕВРОФИЗИОЛОГИЧНО МОНИТОРИРАНЕ ПРИ ГРЪБНАЧНИ ОПЕРАЦИИ: ОБЗОР НА СЪВРЕМЕННИТЕ НАСОКИ И ТЕНДЕНЦИИ.....	33
П. Василева, В. Каракостов	
ГРЪБНАЧНИ ДУРАЛНИ АРТЕРИОВЕНОЗНИ ФИСТУЛИ.....	39
Хр. Христов, Кр. Нинов	
ЕВОЛЮЦИЯ НА АНТЕРО-ЛАТЕРАЛНИ ДОСТЪПИ КЪМ ПРЕДНА, СРЕДНА И ЗАДНА ЧЕРЕПНИ ЯМКИ – ПРЕХОД ОТ КЛАСИЧЕСКА ФРОНТОТЕМПОРАЛНА КРАНИОТОМИЯ КЪМ КРАНИОТОМИИ ТИП КЛЮЧОВО ОТВЕРСТИЕ И ТРАНСОРБИТАЛНИ ДОСТЪПИ.....	46
Л. Лалева, Т. Спириев, М. Милев, Вл. Наков	
РЕЗЕКЦИЯ НА ЕКСТРААКСИАЛНИ ТУМОРИ В ПОНТО-ЦЕРЕБЕЛАРНИЯ ЪГЪЛ БАЗИРАНА НА ЕЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧНА ВЕРИФИКАЦИЯ НА БЛИЗОСТТА ДО ВЛАКНА НА ЛИЦЕВИЯ НЕРВ.....	54
М. Милев, Т. Спириев, Л. Лалева, В. Наков	
ИНТРАДУРАЛНА СЕЛЕКТИВНА ВЕНТРАЛНА РИЗОТОМИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИЕ НА СПАСТИЧЕН ТОРТИКОЛИС.....	60
Хр. Христов, Хр. Цонев	

TABLE OF CONTENTS

CEREBRAL CRYPTOCOCCOSIS – DESCRIPTION OF THREE CASES	1
R. Popov, Y. Enchev, V. Karakostov, V. Bussarsky, K. Romansky	
EVALUATION OF THE NEURONAVIGATION IN CONVEXITY MENINGIOMAS RESECTION	6
Y. Enchev, R. Popov, D. Ferdinandov, A. Bussarsky, K. Romankov	
FRACTURES IN ANKYLOSING SPINAL DISEASES: REVIEW OF THE LITERATURE AND TREATMENT GUIDELINES	12
D. Ferdinandov	
MINIMALLY INVASIVE SPINAL SURGERY FOR THE TREATMENT OF UNSTABLE FRACTURES OF THE THORACIC AND LUMBAR SPINE	21
P. Ilkov, M. Laleva, N. Gabrovsky	
LATE THROMBECTOMY IN A PATIENT WITH ACUTE OCCLUSION OF THE MIDDLE CEREBRAL ARTERY	28
M. Petrov, N. Velinov, T. Sakelarova, D. Iliev, N. Alioski, I. Martinov, M. Dimitrova, N. Gabrovsky	
INTRAOPERATIVE NEUROPHYSIOLOGICAL MONITORING DURING SPINAL SURGERIES: REVIEW OF THE CURRENT GUIDELINES AND TRENDS.....	33
P. Vasileva, V. Karakostov	
SPINAL DURAL ARTERIOVENOUS FISTULAS	39
H. Hristov, K. Ninov	
THE EVOLUTION OF CRANIAL ANTEROLATERAL APPROACHES TO ANTERIOR, MIDDLE AND POSTERIOR CRANIAL FOSSAE – TRANSITION FROM CLASSICAL FRONTO-TEMPORAL CRANIOTOMY TOWARDS KEYHOLE CRANIOTOMY AND TRANS-ORBITAL APPROACHES.....	46
L. Laleva, T. Spiriev, M. Milev, V. Nakov	
FACIAL NERVE FIBERS ELECTROPHYSIOLOGICAL PROXIMITY-TAILORED RESECTION OF PRIMARY EXTRAAXIAL CEREBELLOPONTINE ANGLE TUMOURS.....	54
M. Milev, T. Spiriev, L. Laleva, V. Nakov	
INTRADURAL SELECTIVE VENTRAL RHIZOTOMY IN THE TREATMENT OF SPASMODIC TORTICOLLIS	60
H. Hristov, H. Tsonev	

МОЗЪЧНА КРИПТОКОКОЗА – ОПИСАНИЕ НА ТРИ СЛУЧАЯ

Румен Попов¹, Явор Енчев³, Васил Каракостов², Венцеслав Бусарски², Кирил Романски²

¹Клиника по неврохирургия, УМБАЛ „Царица Йоанна – ИСУЛ“, София

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

³Клиника по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Марина“, Варна

Резюме

Три случая на мозъчна криптококова инфекция са оперирани и доказани в клиниката, при отрицателен резултат от изследване за HIV. Две от тях са били смятани предварително за глиални тумори, а третата за множествени метастази. При последната се доказва мозъчна глиоматоза и криптококова инфекция едновременно при хистологичното изследване пост мортем. Две от болните са починали и само едната е останала жива и без неврологичен дефицит. Високата смъртност и трудното разпознаване на това заболяване, както и необходимостта от ранно започване на лечението са основание за подробното му разглеждане.

Ключови думи: мозъчна криптококоза, оперативно лечение.

CEREBRAL CRYPTOCOCCOSIS – DESCRIPTION OF THREE CASES

Rumen Popov¹, Yavor Enchev³, Vasil Karakostov², Venceslav Bussarsky², Kiril Romansky²

¹Clinic of Neurosurgery, Queen Giovanna University Hospital, Sofia, Bulgaria

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

³Clinic of Neurosurgery, St. Marina, Varna, Bulgaria

Abstract

Three cases of brain cryptococcal infection were operated on and proven in the clinic, with a negative result for an HIV test. Two of them were previously considered glial tumors, and the third was considered multiple metastases. In the latter, cerebral gliomatosis and cryptococcal infection were detected simultaneously in the histological examination post mortem. Two of the patients died and only one survived and had no neurological deficit. The high mortality and difficult recognition of this disease, as well as the need for early treatment are grounds for its detailed consideration.

Keywords: cerebral cryptococcosis, surgical treatment.

Въведение

Cryptococcus neoformans се среща в почвата по целия свят и се предава по инхалационен път. Инкубационният период е неизвестен. Смята се, че белодробната инфекция предшества засягането на ЦНС с месеци или години. Представява опортюнистична гъбична флора и може да съществува в асимптомни колонии, както и да причинява различни по тежест менингити и енцефалити, главно при хора с потисната имунна система. При индивиди със запазен имунитет белодробната инфекция преминава асимптомно или с леки неспецифични прояви, но може да хронифицира и са описани и тежки и дори летални случаи от криптококова пневмония. Дисеминирането е полиорганно, но най-обичайни са проявите на менингит и менингоенцефалит [2,4,5,7,8]. Съпроводени са от главоболие, гадене и повръщане, сънливост и обърканост, личностови промени и интелектуален упадък. Рядко се наблюдава вратна ригидност и фебрилитет. Често срещани са епилептичните прояви. Може да има различен огнищен неврологичен дефицит и дори кома. Повишеното ликворно налягане може да доведе до хидроцефалия и деменция [2,3,7,9]. Често се срещат зрителни нарушения и

лезия на краниални нерви [7-9]. Остеомиелит на черепа също може да бъде открит. Нелекуваните криптококови инфекции на ЦНС водят до фатален изход за дни до месеци. Освен менингит и менингоенцефалит се срещат и огнищни обемни лезии, наречени криптококоми.

При пациенти със СПИН протичането е различно: най-често подостро, с главоболие и фебрилитет, с липса на характерните ментални увреждания, както при имунокомпентни болни. Огнищната симптоматика е необичайна при тях [4,5].

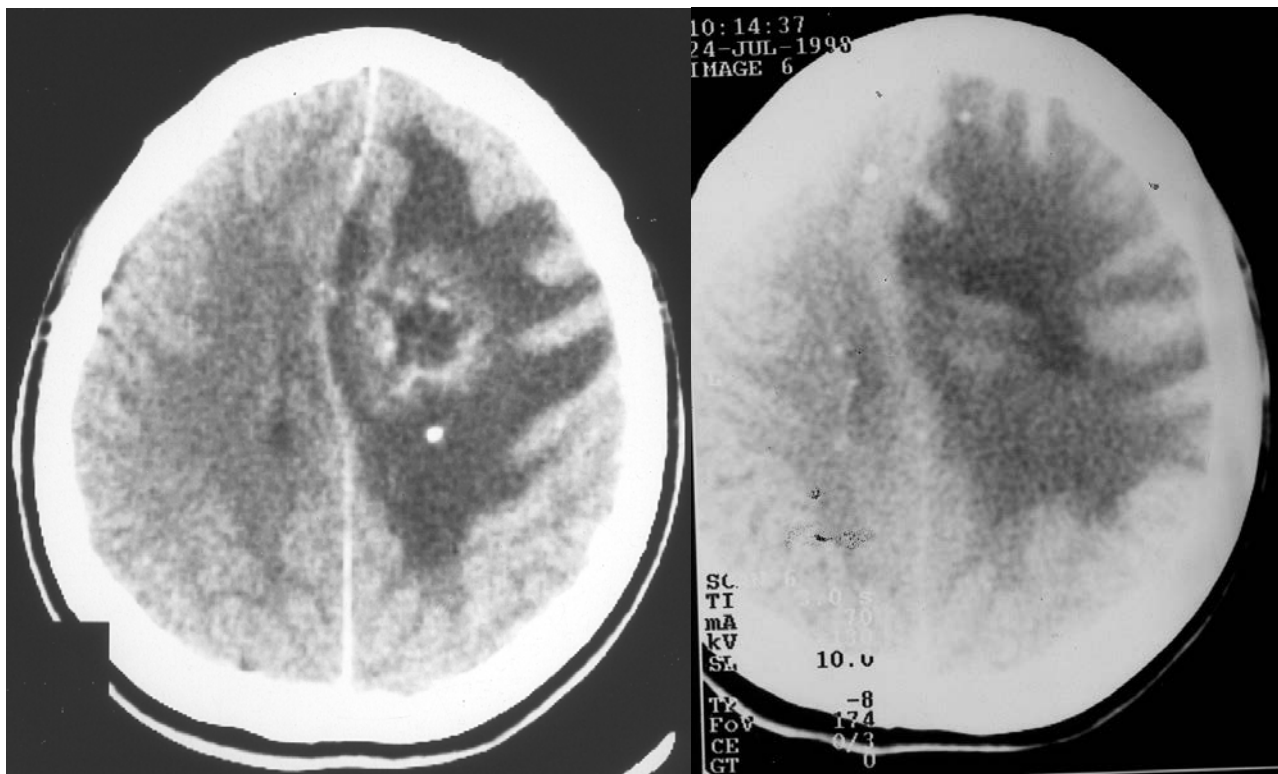
Криптококозата може да се докаже в тъканите с помощта на имунофлуоресценция или да се изолира от телесни течности с посявка. Латексовият аглутинационен тест или ELISA могат да открият *C. neoformans* – капсуларни антигени в кръв, ликвор или урина. Фалшиво позитивни резултати се наблюдават с други микроорганизми, като например *Trichosporon beigeli*, или при съществуващ ревматоиден фактор. Серологичните изследвания не са полезни при хората, поради наличие на антитела и при здрави индивиди [6,10]. Лечението се провежда с amphotericin β , 5-fluorocytosine, fluconazole, itraconazole, ketoconazole.

Неспецифичното клинично протичане прави диагностицирането трудно, а несвоевременно започнатото лечение протича с висока смъртност. Ето защо смятаме, че разглеждането на тази патология може да бъде полезно, особено при трудни за диагностициране случаи.

Случай №1

Жена на 20 години с прогресираща интракраниална хипертензия и папиледем, безкри-

тичност и левостранна хемипареза. От КТ личи хетероденсна туморна формация вдясно премоторно паравентрикулно с изразен едем и дислокация, *Фиг. 1*. Оперирана с вероятна диагноза високостепен астроцитом, ексцизирана туморната формация. Хистологично верифицирана като криптококком. Следоперативно с бързо обратно развитие на симптоматиката и към момента на изписването е без неврологичен дефицит. Проведен курс на лечение с флуконазол. Болната е с отрицателен HIV-тест.

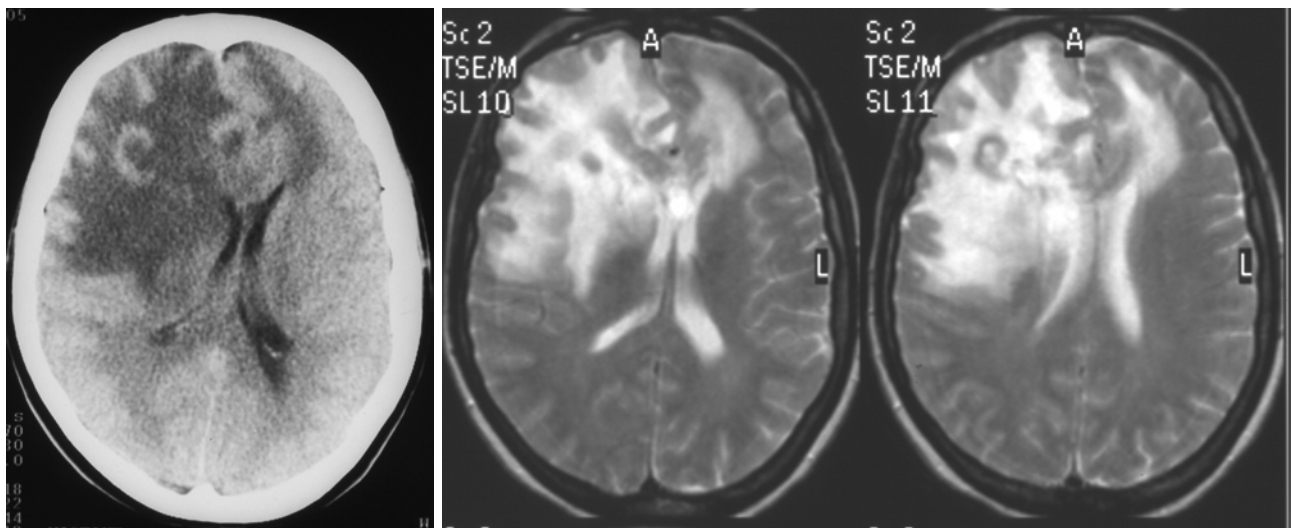


Фиг. 1. КТ преди и след ексцизия на инфилтрираща формация с централен разпад и тежък перифокален оток и дислокация при пациент №1.

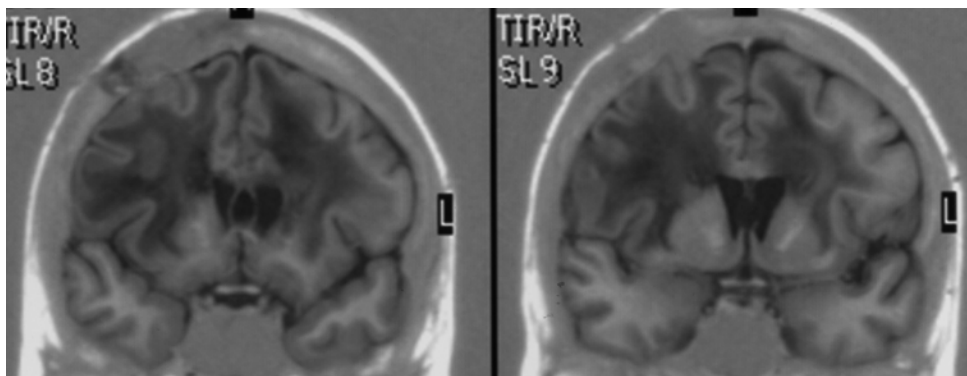
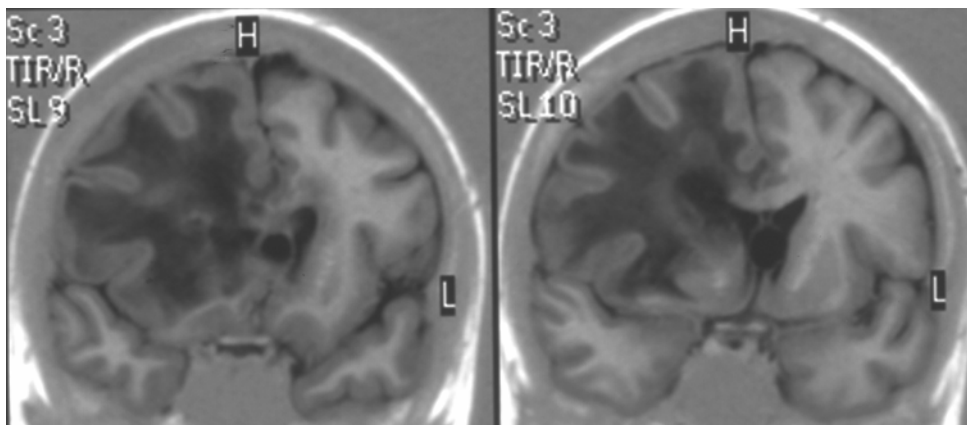
Случай №2

Жена на 40 г. с прогресираща интракраниална хипертензия и психоорганичен (челен) синдром с двумесечна давност. От КТ и МРТ личи паравентрикулна туморна формация с изразен перифокален едем и дислокация, *Фиг. 2*. Оперативно е ексцизиран жилив и недобре отграничен, слабо васкуляризиран възел, достигащ до страничния вентрикул. Хистологичен резултат – неспецифичен възпалителен процес без данни за туморни клетки. Добро следоперативно възстановяване, без неврологичен дефицит, но след 1 месец отново хоспитализирана след няколко големи припадъка, с КТ и МРТ данни за нараст-

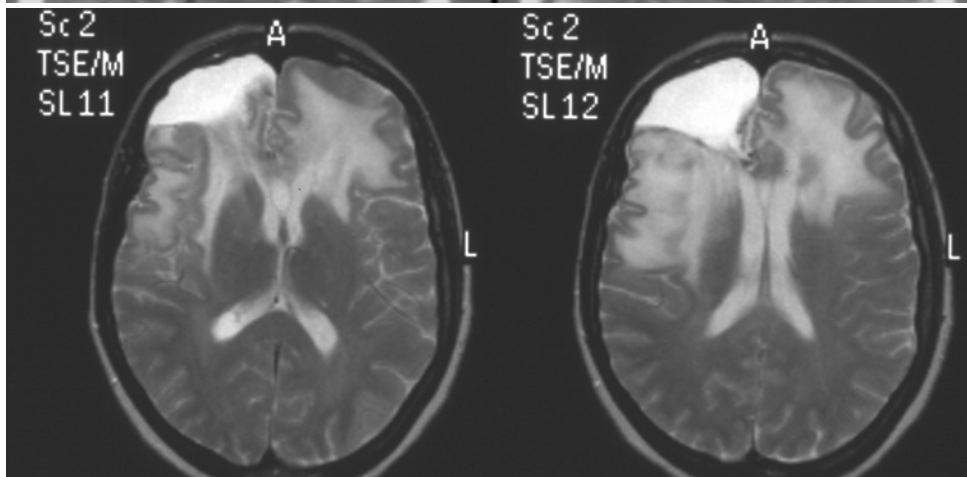
нал едем двустранно челно, *Фиг. 3*. Проведеното ликворно изследване с латекс-аглутинационен тест доказва наличие на криптококова инфекция. Започнато лечение с флуконазол и дехидратираща терапия с добро първоначално повлияване. Въпреки антиконвулсивната терапия и дехидратацията продължава да получава 1-2 пъти седмично големи припадъци, развива се прогресираща деменция и след един епилептичен статус последван от аспирационна пневмония болната екзитира около 4 месеца след оперативната интервенция. HIV-тест отрицателен, имунологичното изследване не показва нарушение на имунитета, *Фиг. 4*.

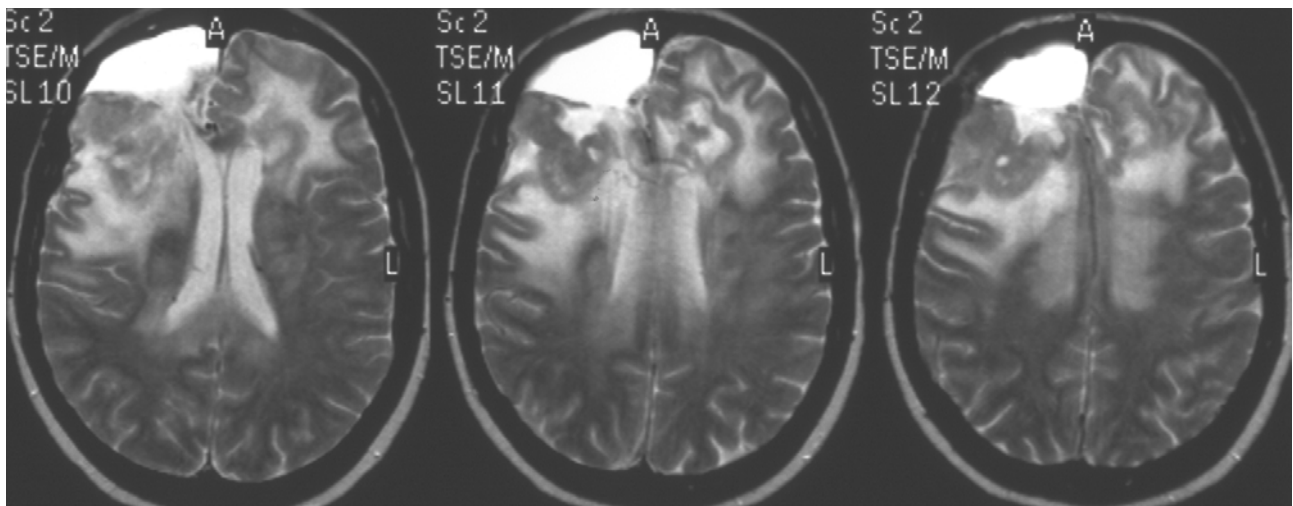


Фиг. 2. Предоперативни КТ и МРТ, показващи инфилтриращ процес вдясно челно с изразен перифокален едем и дислокация.

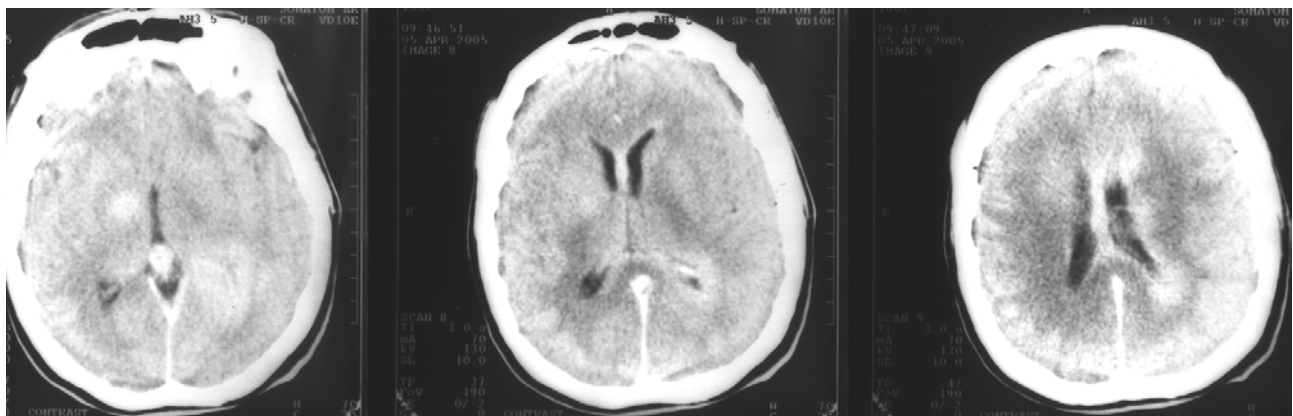


Фиг. 3. Контролен МРТ 1 месец след интервенцията показва оток двустранно челно, без компресия и дислокация на вентрикулите. Персистира кухината на мястото на оперативната резекция.





Фиг. 4. Последният МРТ контрол е с прогрес на паренхимните изменения назад включително и паравентрикулно, отново без дислокация.



Случай №3

Интраоперативно не се попада на сигурен туморен възел и хистологичното изследване не открива туморни клетки, а само хроничен възпалителен процес с изразена астроглиоза, поради което е проведена повторна интервенция: стереотаксична биопсия на най-големият възел вдясно путаминално, отново с хистологичен резултат – хроничен възпалителен процес. Проведено е впоследствие ликворно изследване, при което Латекс-аглутинационен тест доказва наличие на криптококова инфекция. HIV-тест отрицателен, имунологичното изследване показва силно изразена лимфопения с намален брой на лимфоцитната популация при запазени процентни съотношения. Започнато лечение с

флуконазол, но състоянието на пациентката прогресивно се влошава и около 1 месец след първата интервенция екзитира. След аутопсията се открива мозъчна глиоматоза с огнища диенцефално, паравентрикулно и др., както и криптококова инфекция в някои от препаратите.

Дискусия

Болните от СПИН и органно трансплантираните са най-възприемчиви към криптококова инфекция. 5-8% от СПИН болните развиват криптококоза [4,5]. Годишната заболеваемост е 0.4-1.3/100 00 от популацията; 2-7/1 000 от СПИН болните и 0.3 до 5.3 от трансплантираните се разболяват годишно. Инфекциите на ЦНС са фатални без лечение. Общата смъртност е 12-28% за криптококозата и 20-100% при трансплантираните. Поради този висок морбидитет и морталитет болните от СПИН се подлагат обикновено на профилактично лечение с антимикотични медикаменти [4].

Както видяхме обаче, HIV-негативни и имунокомпетентни болни също могат да развият

криптококов менингоенцефалит. Липсата на симптоми на менингоградикулерно дразнене и токсоинфекциозен синдром силно затрудняват откриването на подобна диагноза. Образните находки също са неспецифични.

Интракраниалната хипертензия, нерядко дори без венрикуломегалия е често срещана при това заболяване, поради което често са наложителни ликвородренажните интервенции [2,3,9]. Някои автори смятат, че отлагането на голямо количество полизахариди по повърхността и паренхимата правят мозъка и венрикулите “замръзнали” – без комплайанс, поради което липсата на венрикуломегалия не е контраиндикация за шънтиране [7]. Контролните образни изследвания при нашият пациент №2, Фиг. 3 и 4, също показват неразгъване на мозъка след ексцизията и кухината персистира – израз на загубената мозъчна еластичност. Vach et al. заключават, че ранното шънтиране е с по-добър изход от серийните лумбални пункции или прилагането на високи дози дексаметазон. Нито един от представените случаи не е наложил ликворно шънтиране.

Зрителните увреждания са друга честа проява на мозъчната криптококоза [7,8]. Те се дължат както на интракраниалната хипертензия, така и на директно увреждане на зрителните нерви. Kupfer et al. смятат, че загубата на зрение се дължи на криптококова инфилтрация на зрителните нерви. В нашите случаи не сме наблюдавали други зрителни смущения, освен папиледем.

В случай №3 има наслагване на криптококозата и мозъчната глиоматоза, поради което едва ли би могъл да бъде променен значително клиничният ход.

Хирургичната намеса при болни с мозъчна криптококоза освен контрол над интракраниалната хипертензия може да цели също хистологична и микробиологична верификация, както и стереотаксична евакуация на кистични колекции.

Заклучение

Малкият брой диагностицирани случаи може да означава, че част от болните са останали неразпознати. Заболяването протича с много висок морбидитет и смъртност и всяко забавяне на лечението може да има тежки последици. Наличието на подходящи медикаменти с възможност за пълно излекуване, особено при HIV-негативни пациенти налага по-често прилагане на лабораторните тестове, най-вече при диагностично неясни болни с хипертензия и образна находка за инфилтративен процес. За отбелязване е бързото и лесно изпълнение на

диагностичният Латекс-аглутинационен тест с ликвор. Смятаме, че един от нашите случаи би могъл да има по-добър изход, при по-рано поставена диагноза и започнато лечение. Максимально ранното започване на терапията, както и ликвородренажните операции при нужда са изключително важни за добрите резултати.

Библиография

1. Armonda, R.A., Fleckenstein, J.M., Brandvold, B., Ondra, S.L.: Cryptococcal Skull Infection: A Case Report with Review of the Literature. *Neurosurg*: 32(6): 1034-10 1993.
2. Bach, M.C., Tally, Ph.W., Godofsky, E.W.: Use of Cerebrospinal Fluid Shunts in Patients Having Acquired Immunodeficiency Syndrome with Cryptococcal Meningitis and Uncontrollable Intracranial Hypertension *Neurosurgery*: 41(6): 1280-1283, 1997.
3. Chan KH, Mann KS, Yue CP: Neurosurgical aspects of cerebral cryptococcosis. *Neurosurgery* 25: 44-48, 1989.
4. Chetchotisakd P, Sungkanuparph S, Thinkhamrop B, Moosikapun P, Boonyapawit P.: A multicentre, randomized, double-blind, placebo-controlled trial of primary cryptococcal meningitis prophylaxis in HIV-infected patients with severe immune deficiency. *HIV Med.*; 5(3): 131-2, 2004.
5. Frencha, N., Grayb, K., Waterab, Ch., Nakiyingib, J., Lugadab E., Moorea, M., Lallooa, D., Whitworth, J.A.G., Gilksa, Ch. F. Cryptococcal infection in a cohort of HIV-1-infected Ugandan adults. *AIDS* 2002, 16: 1031-1038.
6. Gray, L.D. and Roberts, G.D.: Experience with the Use of Pronase To Eliminate Interference Factors in the Latex Agglutination Test for Cryptococcal Antigen. *J Clin Microbiol* 1988; 26: 2450-1
7. Kupfer C, McCrane E: A possible cause of decreased vision in cryptococcal meningitis. *Invest Ophthalmol* 13: 801-804, 1974.
8. Rex JH, Larsen RA, Dismukes WE, Cloud GA, Bennett JE: Catastrophic visual loss due to cryptococcus neoformans meningitis. *Medicine* 72: 207-224, 1993.
9. Tan CT: Intracranial hypertension causing visual failure in cryptococcus meningitis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 51: 944-946, 1988.
10. Whittier S, Hopfer RL, and Gilligan P. Elimination of false-positive serum reactivity in latex agglutination test for cryptococcal antigen in human immunodeficiency virus-infected population. *J Clin Microbiol* 32: 2158-61, 1994.

Адрес за кореспонденция:

Доц. д-р Румен Попов, д.м.

Клиника по неврохирургия

УМБАЛ „Царица Йоанна – ИСУЛ“

Ул. „Бяло море“ 8, София 1527, България

E-mail: rvpopov@abv.bg

Address for Correspondence:

Assoc. Prof. Rumen Popov, MD, PhD

Clinic of Neurosurgery

Queen Giovanna University Hospital

8 Byalo more Str., 1527 Sofia, Bulgaria

E-mail: rvpopov@abv.bg

ОЦЕНКА НА НЕВРОНАВИГАЦИЯТА ПРИ РЕЗЕКЦИЯ НА КОНВЕКСИТЕТНИ МЕНИНГИОМИ

Явор Енчев¹, Румен Попов², Дилиан Фердинандов², Асен Бусарски², Кирил Романски²

¹Катедра по неврохирургия, Медицински университет – Варна

²Катедра по неврохирургия, Медицински университет – София

Резюме

Въведение: Целта на настоящето проучване е да се проучи ефектът на невронавигацията върху параметрите: кожен разрез, краниотомия, интраоперативна анатомична ориентация, водене на дисекцията, локализация на патологичната формация, оценка на степента на резекция и продължителност на оперативната интервенция при конвекситетни менингиоми, както и да се уточнят индикациите за приложение на невронавигацията при тези тумори. **Материал и методи:** За период от 2 години и 9 месеца в Клиниката по неврохирургия при УМБАЛ „Св. Ив. Рилски“ невронавигирано са оперирани общо 10 болни с интракраниални менингиоми, от които 5 са супратенториални конвекситетни менингиоми и 5 – менингиоми на черепната основа. Менингиомите на черепната основа са анализирани отделно, в групата тумори на черепната основа. Съотношението жени/мъже в серията е 4:1. Средната възраст на болните е 49.2 г. (от 26 до 67 г.) Проведеното проучване е проспективно, като болните са изследвани и проследявани по стандартен начин. **Резултати:** При всички случаи със супратенториални конвекситетни менингиоми е осъществена тотална резекция. При 1 от случаите малък менингиом (с размери 7/12 мм) е отстранен през краниотомия тип „монета“. Невронавигацията е оценена като особено полезна за планирането и точното позициониране на модифицирани и ограничени по размери краниотомии. Установено е пълно съвпадение между невронавигационната оценка на степента на резекция на туморите и постоперативните образни контроли при всички болни. **Заключение:** Прилагането на невронавигация при конвекситетните менингиоми води до по-малки кожни разрези и краниотомии. Невронавигираното водене е улеснило анатомичното възприятие, увеличило увереността на хирурга и повишило безопасността на процедурата.

Ключови думи: конвекситетни менингиоми, невронавигация, образно ръководена резекция, минимално инвазивна неврохирургия.

EVALUATION OF THE NEURONAVIGATION IN CONVEXITY MENINGIOMAS RESECTION

Yavor Enchev¹, Rumen Popov², Dilyan Ferdinandov², Assen Bussarsky², Kiril Romansky²

¹Department of Neurosurgery, Medical University – Varna, Bulgaria

²Department of Neurosurgery, Medical University – Sofia, Bulgaria

Abstract

Introduction: The aim of the current study was to analyze the effect of neuronavigation on the parameters: skin incision, craniotomy, intraoperative anatomic orientation, guiding of the dissection, localization of the tumor, assessment of the extent of resection, and duration of the operative procedure on convexity meningiomas and to clear the indications for the application of neuronavigation in these cases. **Material and Methods:** During the period of 2 years and 9 months in the Clinic of Neurosurgery at St. Ivan Rilski University Hospital by means of neuronavigation were operated on 10 patients with intracranial meningiomas, as 5 of them were supratentorial convexity ones and the rest – skull base. The last were analyzed separately in the group of the skull base tumors. The female/male ratio in the series was 4:1. The mean age of the patients was 49.2 years (range 26-67 years). The conducted study was prospective. The patients were examined and followed-up in a standard way. **Results:** Total extirpation of the preliminary preplanned and outlined with neuronavigation convexity meningiomas were achieved in all patients. In one case a small meningioma (7/12 mm) was removed through a coin-size craniotomy. For the series, neuronavigation was assessed as particularly useful for the planning and precise positioning of modified and restricted by size craniotomies. It was determined a full correlation between the neuronavigational valuation of the degree of tumor resection and the postoperative image examinations in 5 of 5 patients. **Conclusion:** The application of neuronavigation at the convexity meningiomas leads to smaller skin incisions and craniotomies. Neuronavigation facilitates the anatomical perception, increases the surgeon confidence and raises the procedure's safety.

Key words: convexity meningiomas, neuronavigation, image guided resection, minimal invasive neurosurgery.

Въведение

Невронавигацията е средство подпомагащо неврохирурзите в стремежът им към минимална инвазивност съчетана с висока ефективност и точност. Безрамковата стереотаксия намира все по-широко приложение в краниалната неврохирургия. Все още обаче, съществуват редица неизяснени аспекти относно нейното приложе-

ние, като предпочитана образна методика, вид регистрационна техника, предимства и недостатъци, индикации спрямо различни патологии.

Целта на настоящето проучване е да се проучи ефектът на невронавигацията върху параметрите: кожен разрез, краниотомия, интраоперативна анатомична ориентация, водене на дисекцията, локализация на патологичната

формация, оценка на степента на резекция и продължителност на оперативната интервенция при конвекситетни менингиоми, както и да се уточнят индикациите за приложение на невронавигацията при тези тумори.

Материал и методи

За период от 2 год. и 9 мес. (март 2003 – декември 2005 г.) в Клиниката по неврохирургия при УМБАЛ „Св. Ив. Рилски“ невронавигирано са оперирани общо 10 болни с менингиоми, от които 5 са супратенториални конвекситетни и 5 на черепната основа. Менингиомите на черепната основа са анализирани отделно, в групата тумори на черепната основа. Съотношението жени/мъже в серията е 4:1. Средната възраст на болните е 49.2 г. (от 26 до 67 г.).

Използва се невронавигационната система VectorVision2 (BrainLab, Heimstetten, Germany) [1,5]. Тя представлява интраоперативна, образно ръководена, безрамкова, немеханична (без механични рамена), локализационна система, която се базира на пасивна рефлексия на инфрачервени лъчи.

Проведеното проучване е проспективно, като болните са изследвани и проследявани по стандартизиран начин. Ефектът на невронавигацията по отношение на отделните етапи на оперативната интервенция най-общо може да бъде класифициран като положителен („+” - плюс ефект) или липсващ („0” - нулев ефект). За положителен ефект върху конкретен етап се приемат случаите, при които е реализирана поне една от потенциалните възможности на невронавигацията. Последните са оценени по отношение на посочените параметри:

- *Кожен разрез*: прецизна локализация; индивидуален дизайн; редуцирани размери в сравнение със съответния класически разрез; редуцирана кръвозагуба; по-добър козметичен ефект.
- *Краниотомия*: прецизна локализация; индивидуален дизайн; редуцирани размери в сравнение с класическата краниотомия; редуцирана кръвозагуба; редуцирана продължителност на краниотомията в сравнение с конвенционалната; по-добър козметичен ефект.
- *Интраоперативна анатомична ориентация*: ориентация за дурални синуси, мостови вени, мозъчни артерии и вени; ориентация за повърхността на мозъчната кора (дистанции, гънки, бразди и функционално важни зони); ориентация в условията на патологично или постоперативно променена анатомия.

- *Водене на дисекцията*: оценка на дистанцията до туморната граница и на субарахноидните цистернални пространства; дисекция по най-атравматичния спрямо мозъчносъдовите структури път в арахноиден план; дисекция с редуцирана продължителност в условията на по-добра ориентация и повишена степен на сигурност.
- *Локализация на патологичната формация*: прецизна локализация на патологичната формация; бърза локализация на базата на по-добра ориентация; редуциран риск за интраоперативни мозъчносъдови поражения
- *Оценка на степента на резекция*: оценка на границата патологична формация-мозъчен паренхим; оценка на обема резидуален тумор.
- *Оперативна продължителност*: редуцира продължителността на оперативната интервенция по отношение на отделните й етапи и като цяло.

Резултати

При всички случаи със супратенториални конвекситетни менингиоми (5/5) предоперативно планираният, с помощта на невронавигация, обем на туморна резекция е реализиран, а именно тотална резекция.

При един от случаите малък менингиом (с размери 7/12 мм) е отстранен през краниотомия тип „монета”, *Фиг. 1*. Болната е изписана без неврологично утежняване на третия постоперативен ден. Тук невронавигацията е оценена като особено полезна за прецизното позициониране на линейния кожен разрез и минималната по размери краниотомия.

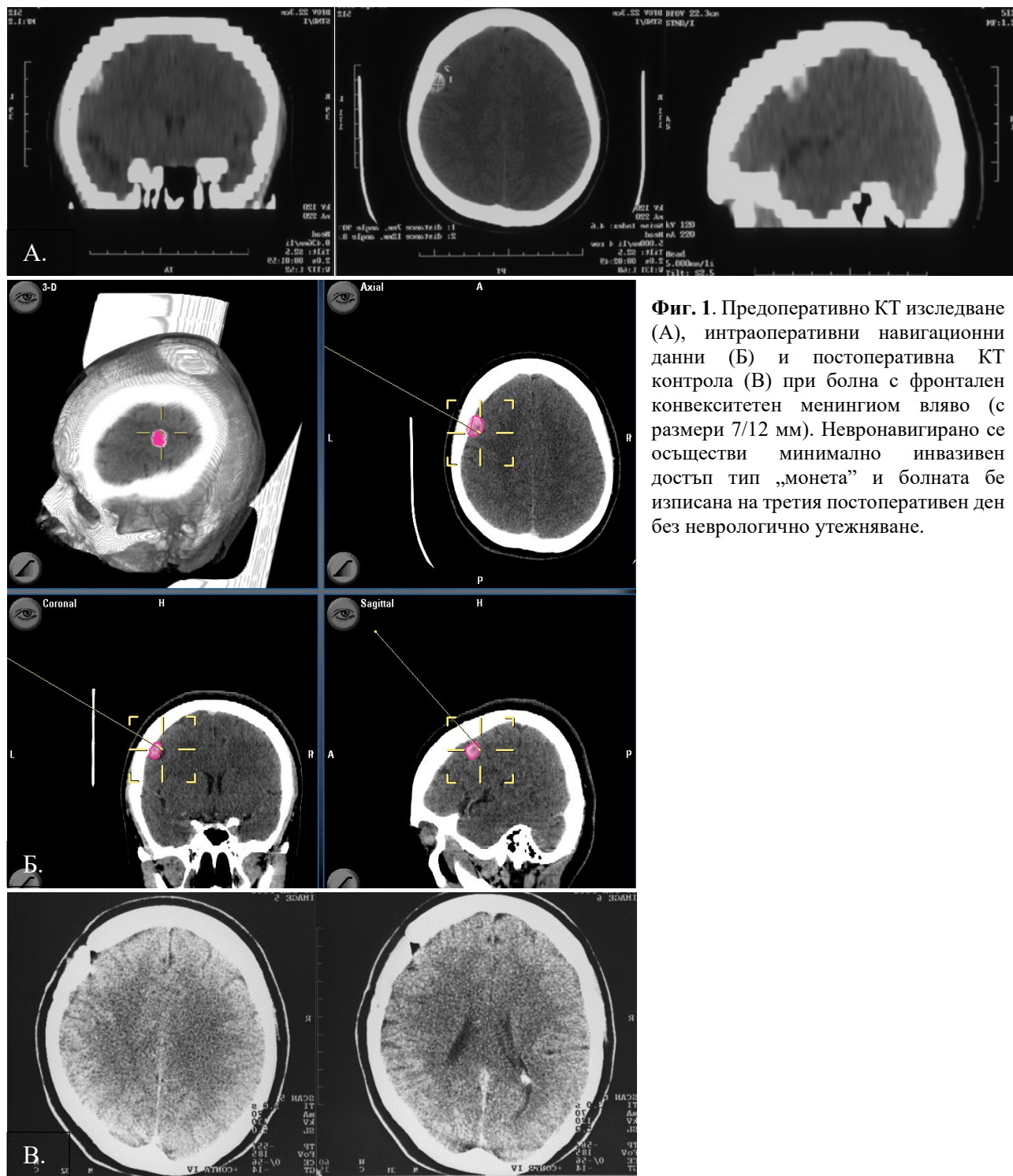
Друг болен е опериран по повод на рецидивиращи множествени менингиоми с изразена хистологична анаплазия, *Фиг. 2*. Тук навигираната ориентация, локализацията и воденето са отчетени като много ценни за отдиференциране на границата тумор-мозъчен паренхим.

При останалите 3 случая навигацията е използвана с отличен ефект за точно позициониране на редуцираните модифицирани кожен разрез и краниотомия (в 2/3), за интраоперативна ориентация и водене на туморната резекция (в 3/3). Невронавигираната преценка на степента на хирургична резекция съответства напълно с постоперативните образни контроли при 5/5 случая.

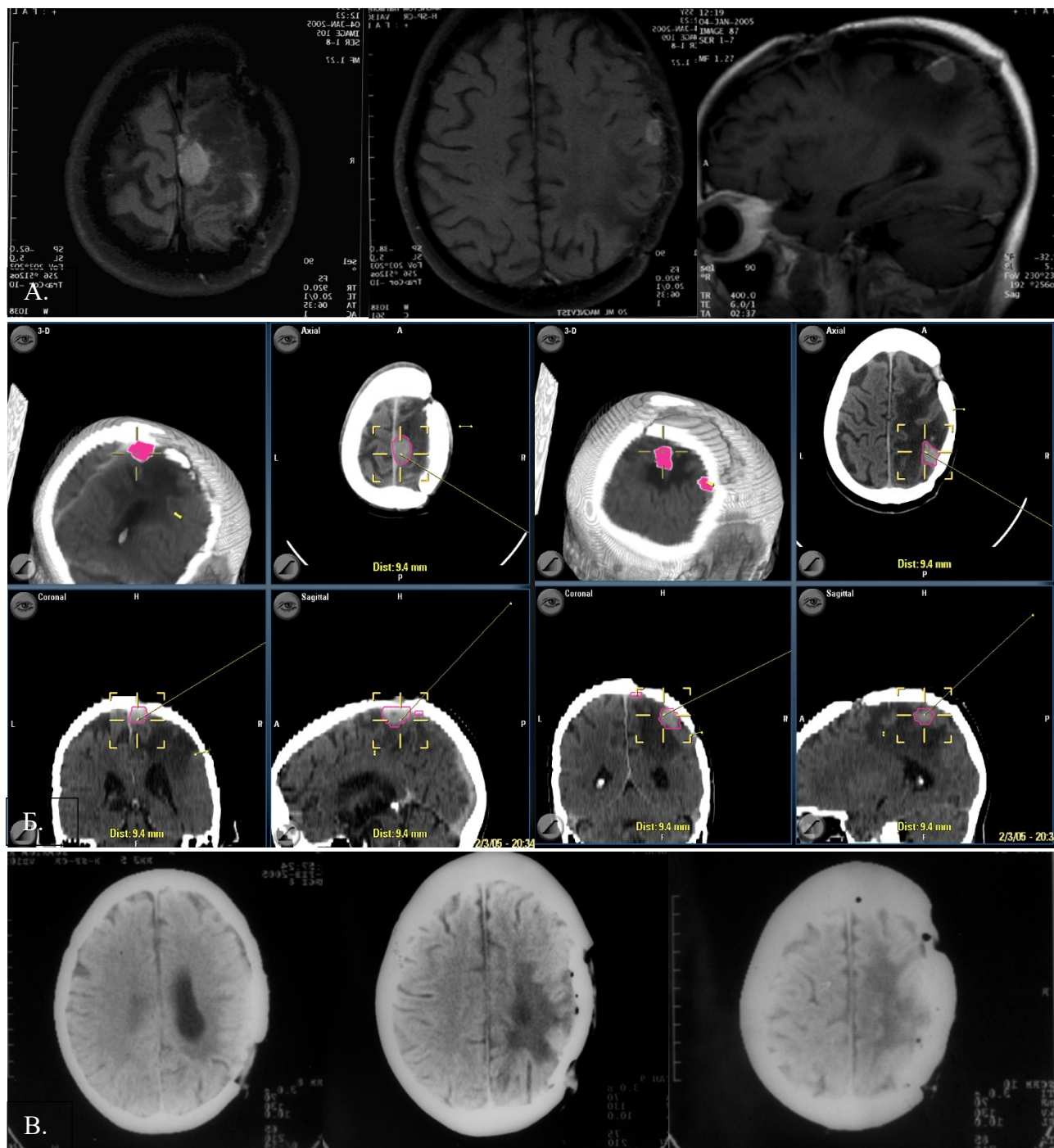
Положителният ефект на невронавигацията при супратенториалните конвекситетни менингиоми е обобщен в *Таблица 1*.

Параметър на оперативната интервенция	Положителен ефект, %
Кожен разрез	60
Краниотомия	60
Интраоперативна ориентация	100
Водене	80
Локализация	100
Оценка на степента на резекция	100
Редуциране оперативната продължителност	80

Табл. 1. Положителен ефект на невронавигацията при конвекситетни и парасагитални менингиоми.



Фиг. 1. Предоперативно КТ изследване (А), интраоперативни навигационни данни (Б) и постоперативна КТ контрола (В) при болна с фронтален конвекситетен менингиом вляво (с размери 7/12 мм). Невронавигирано се осъществи минимално инвазивен достъп тип „монета” и болната бе изписана на третия постоперативен ден без неврологично утежняване.



Фиг. 2. Предоперативно МР изследване (А), интраоперативни КТ навигационни данни (Б) и постоперативна КТ контрола (В) при пациент с рецидивиращи множествени менингиоми с изразена хистологична анаплазия. Едноетапно бяха отстранени три туморни възела (очертани в розово). Навигацията бе особено полезна за отдиференциране на границата тумор-оточен мозъчен паренхим.

Автор и година	Брой навигирани резекции на конвекситетни и парасагитални менингиоми
Barnett et al. 1995 (2)	16
Golfinos et al. 1995 (5)	31
Barnett 1996 (3)	21
Roessler et al. 1997 (8)	7
Wadley et al. 1999 (9)	64
Paleologos et al. 2000 (7)	100
Настоящата серия	5

Табл. 2. Серии с невронавигирани резекции на конвекситетни менингиоми.

Дискусия

Менингиомите са относително чести и обикновено резизируеми тумори. Ползата от безрамковата стереотаксия при този тип хирургия е обект на редица проучвания [2,3,7].

Серията ни включва навигирана резекция на конвекситетни и парасагитални менингиоми при 5 болни, което е твърде ограничен опит в сравнение с други автори, Табл. 2. С помощта на безрамковата стереотаксия предоперативно са очертани туморът и разположените в съседство важни анатомични структури и е планиран достъпа при всички процедури. Навигацията позволи осъществяването на индивидуално модифицирани по-малки и по-добре центрирани краниотомии в 3/5 случая, като при 1 случай, чиито размери и локализация позволяваха това се реализира минимално инвазивен достъп тип „монета”. Нашите данни съответстват на по-малките и по-прецизни кожни инцизии и краниотомии, описани в сериите на други автори [2,3,7]. Ние считаме, че това е особено полезно за конвекситетните менингиоми, тъй като според Barnett [3] и Paleologos et al. [7] по-малките краниотомии са асоциирани с редуцирана кръвозагуба. Това се дължи на факта, че размерът на костното ламбо е една от основните детерминанти на интраоперативното кървене при тези тумори. Освен това планирането на прецизен достъп към лезията и осъществяването на по-ограничена краниотомия при 4/5 болни в групата ни е намалило оперативната продължителност. Това е отчетено и в литературата [2,9].

Интраоперативното изобразяване на разположените в съседство на тумора артерии, вени, туморни хранещи съдове, венозни синуси и функционално важни зони в навигационната система, подобрявайки анатомичната ориентация допълнително допринесе за по-високата безопасност на хирургичната процедура в 5/5 случая. По този начин дуралното отваряне се адаптира така, че да се избегне увреждане на дуралните синуси и мостовите вени. Дефинирането на туморните граници, извън видимостта на хирурга, и определянето на план на дисекция също се улесни от безрамковата стереотаксия при 4/5 процедури, като особено полезно е оценено навигираното водене при един болен с рецидивиращи множествени менингиоми и липса на ясна граница тумор-мозъчен паренхим.

Нашите данни съответстват на резултатите на повечето автори [5,6,8,9], че невронавигираното водене е улеснило анатомичното възприятие, увеличило увереността на хирурга и повишило безопасността на процедурата. По отношение на навигираната оценка на степента на резекция при 5/5 случая е установено пълно съвпадение с

данните на постоперативните образни изследвания.

Скъсеният болничен престой, намалената честота на усложненията и редуцираните разходи за лечение при невронавигираната хирургия на менингиомите, установени от Paleologos et al. [7] и Wong et al. [10] според нас са дискутабилни поради избиращото включване на болни в проучванията им. Категорично скъсяване на времето на хоспитализация имаме само при една болна, при която е осъществен минимално инвазивен достъп тип „монета”.

Степента на мозъчно изместване в групата ни е била дискретна, като подобно на Dorward et al. [4] и Paleologos et al. [7] в серията ни не е използван рутинно манитол и спинален дренаж и главата е позиционирана така, че краниотомията да бъде в най-високата ѝ част. Според Dorward et al. [4] направлението на шифта при хирургията на менингиоми е прогнозируемо в повечето случаи, с надигане („положителен” шифт) на кортикалната повърхност след отваряне на дурата, елевация на дълбоките граници между мозъчната тъкан и менингиома, и колабиране („отрицателен” шифт) на мозъчния кортекс в туморното ложе след резекцията. Според нас практическата стойност на тези резултати за безрамковата стереотаксия в хирургията на менингиомите е, че при такива интервенции позиционирането на краниотомията и очертаването на туморната периферия са надеждни, но дълбоките туморни граници могат да се повдигнат към хирурга и да се достигнат по-повърхностно в сравнение с показанията на навигационната система. Необходимо е да се обърне внимание, че в тази група дълбоката туморна граница съответства на компримирания кортекс.

Заклучение

Прилагането на безрамкова стереотаксия при конвекситетните менингиоми води до по-малки кожни разрези, краниотомии, дурални инцизии и минимално откриване на мозъка. Невронавигацията улеснява ориентацията, изборът на най-подходящ оперативен достъп, прецизното водене и точното локализиране на туморните формации. Невронавигацията е особено полезна за едноетапното отстраняване на множествени лезии.

Библиография

1. Apuzzo ML, Chen JC: Stereotaxy, navigation and the temporal concatenation. *Stereotact Funct Neurosurg* 72:82–88, 1999
2. Barnett GH, Steiner CP, Weisenberger J: Intracranial meningioma resection using frameless stereotaxy. *J Image Guided Surg* 1:46–52, 1995
3. Barnett GH: Surgical management of convexity and falxine meningiomas using interactive image-guided surgery systems. *Neurosurg Clin N Am* 7:279–284, 1996
4. Dorward NL, Alberti O, Velani B, Gertsen FA, Harkness WF, Kitchen ND, Thomas DGT: Postimaging brain distortion: magnitude, correlates, and impact on neuronavigation. *J Neurosurg* 88:656–662, 1998
5. Golfinos JG, Fitzpatrick BC, Smith LR, Spetzler RF: Clinical use of a frameless stereotactic arm: results of 325 cases. *J Neurosurg* 83:287–292, 1995
6. Maciunas RJ: Yesterday's tomorrow: The clinical relevance of interactive image-guided surgery, in Maciunas RJ (ed): *Interactive Image-Guided Neurosurgery: Neurosurgical Topics*. Park Ridge, AANS, pp 3-8, 1993
7. Paleologos TS, Wadley JP, Kitchen ND, Thomas DG: Clinical utility and cost-effectiveness of interactive image-guided craniotomy: clinical comparison between conventional and image-guided meningioma surgery. *Neurosurgery* 47:40–47, 2000
8. Roessler K, Ungersboeck K, Dietrich W, Aichholzer M, Hittmeir K, Matula C, Czech T, Koos WT: Frameless stereotactic guided neurosurgery: clinical experience with an infrared based pointer device navigation system. *Acta Neurochir (Wien)* 139:551–559, 1997
9. Wadley J, Dorward N, Kitchen N, Thomas D: Preoperative and intraoperative guidance in modern neurosurgery: a review of 300 cases. *Ann R Coll Surg Engl* 81:217–225, 1999
10. Wong GK, Poon WS, Lam MK: The impact of an armless frameless neuronavigation system on routine brain tumour surgery: a prospective analysis of 51 cases. *Minim Invasive Neurosurg* 44:99-103, 2001

Адрес за кореспонденция:

Проф. д-р Явор Енчев, д.м.н., неврохирург
УМБАЛ Св. Марина
Клиника по неврохирургия, 9 етаж, кабинет 904
Бул. Христо Смирненски 1, 9010 Варна
Тел.: +359 888 441191
E-mail: dr.y.enchev@gmail.com

Address for Correspondence:

Prof. Dr. Yavor Enchev, DSci
St. Marina University Hospital
Clinic of Neurosurgery, Floor 9, Suite 904
1 Hristo Smirnensky, 9010 Varna
Tel.: +359 888 441191
E-mail: dr.y.enchev@gmail.com

ФРАКТУРИ ПРИ АНКИЛОЗИРАЩИ ЗАБОЛЯВАНИЯ НА ГРЪБНАКА: ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР И НАСОКИ ЗА ЛЕЧЕНИЕ

Дилян Фердинандов^{1,2}

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

²Катедра по неврохирургия, Медицински университет – София

Резюме

Анкилозиращите спинални заболявания, в частност болестта на Бехтерев и на Форестие, значително увеличават риска от нестабилни гръбначни фрактури при обичайно безвредни и нискоенергийни травми. Често се среща забавяне на диагнозата и погрешното тълкуване, което значително влошава резултатите. Поради тази причина доброто разбиране на клиничната презентация, патоморфологията на фрактурите, промененият биомеханичен статус и познаването на основната патология е от съществено значение. Целта на настоящото проучване е да се направи литературен обзор и да се изведат насоки за лечение при тези пациенти. Осъществени са търсения в PubMed по ключови думи без времево ограничение относно диагностични и терапевтични алгоритми за нестабилни фрактури на базата на анкилозиращо гръбначно заболяване (ASD). Препоръчва се стандартизиран диагностичен и терапевтичен подход с широко използване на образни изследвания, обхващащи целия гръбначен стълб. В заключение, нестабилната хиперекстензионна травма, дислокацията и транслацията (AOSpine B3-M2/M3 или C-M2/M3 тип) изискват спешна хирургична интервенция, декомпресия на неврални структури и фиксиране на фрактурите на гръбначния стълб. Поведението при тези пациенти може да се сравни с това при случите с диафизарни фрактури на дълги кости и трябва да се третира като такава. Минимално инвазивните модерни техники, като перкутанни стабилизации и аугментация с цимент, са доказано полезни, за да се сведат до минимум хирургичните усложнения и периоперативната коморбидност. Специални грижи и съображения за предоперативна репозиция, позициониране на пациента и адекватен хирургичен достъп са задължителни.

Ключови думи: анкилозиращи спинални заболявания, анкилозиращ спондилит / болест на Бехтерев, дифузна идиопатична скелетна хиперостоза / болест на Форестие, травма на гръбначен стълб, фрактура, насоки за лечение.

FRACTURES IN ANKYLOSING SPINAL DISEASES: REVIEW OF THE LITERATURE AND TREATMENT GUIDELINES

Dilyan Ferdinandov^{1,2}

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

²Department of Neurosurgery, Medical University – Sofia

Abstract

Ankylosing spinal disorders, in particular Bechterew's and Forestier's disease, increase the risk of unstable spinal fractures in usually harmless and low-energy injuries. Delays in diagnosis and misinterpretation are often encountered, which worsens the results. For this reason, a good understanding of the clinical presentation, pathomorphology of the fractures, changes in the biomechanical status and knowledge of the underlying pathology are essential. The aim of the present study is to provide a literature review and to bring out treatment guidelines for these patients. Non-time-limited PubMed search for keywords regarding diagnostic and therapeutic algorithms for unstable fractures in the Ankylosing Spinal Disease (ASD) is done. A standardized diagnostic and therapeutic approach is being proposed with extensive use of imaging studies covering the entire spine. In conclusion, unstable hyperextension trauma, vertebral dislocation and translation (type AOSpine B3-M2/M3 or C-M2/M3) require emergent surgery, decompression of neural structures and fixation of fractures. The behavior in these patients can be compared to that of cases with diaphyseal fractures of long bones and should be treated as such. Minimally invasive modern techniques, like percutaneous stabilization and cement augmentation, have been shown to be useful in minimizing surgical complications and perioperative comorbidity. Special care and considerations for preoperative repositioning, patient positioning and adequate surgical access is mandatory.

Key words: ankylosing spinal disease, ankylosing spondylitis / Bechterew's disease, diffuse idiopathic skeletal hyperostosis / Forestier's disease, vertebral column trauma, fracture, treatment guidelines.

Въведение

Анкилозиращите гръбначни заболявания (ankylosing spinal diseases, ASD) са широко разпространени и имат своите отличителни патогномонични характеристики и клиничното им представяне. Обикновено пациентите страдат от един или повече от следните често асоциирани симптоми: болка, скованост, значително ограничена подвижност във всички отдели на

гръбнака и кифотична деформация с наведена напред поза. Нещо повече, аксиалната болка, ригидността на тялото и невъзможността да ходят изправени като следват хоризонталната линия на зрение правят болелите по-податливи на травми с последващи фрактури. Паданията от собствен ръст (40%), нормално определени като леки, са най-честите механизми на нараняване [8].

Повечето от пациентите в напреднала възраст (средно 69 години) с ASD имат намалена костна плътност (остеопения или остеопороза) и са склонни да получават механично нестабилни фрактури (AOSpine класификация тип В и С със специфичен за случая модификатор М2 по тораколумбалната система и М3 по шийната субаксиална система) [8]. Силно нестабилните случаи водят съответно до повишен риск от вторични неврологични увреждания. Въпреки необходимостта от оперативно лечение в кратки срокове, забавянето при диагностицирането на фрактури и дори тежки фрактури-дислокации при ASD е нещо обичайно. Интерпретацията на рентгеновите снимки и последващият терапевтичен подход могат бъдат предизвикателство. Стратегиите при лечение на тези случаи са различни от тези при младите и иначе здрави пациенти с травма при неригиден гръбначен стълб. Разбирането на специфичните нужди на пациента, индивидуалните съпътстващи заболявания и познаването на възможностите за лечение на водещата патология са полезни. Нещо повече, мултидисциплинарен подход с цел предотвратяване на усложнения при ASD и в частност фрактури чрез прилагане на правилно лечение е от съществено значение.

Най-честите етиологии на ASD са серонегативният HLA-B27 свързан спондилоартрит (болест на Бехтерев, известна още като анкилозиращ спондилит; синдром на Райтер; псориазисен артрит и други ревматологични състояния) и сенилна анкилозираща хиперостоза (болест на Форестие), известна също като дифузна идиопатична скелетна хиперостоза, която също ще бъде обсъдена.

Целта на настоящото проучване е да се направи литературен обзор и да се изведат насоки за лечение при тези пациенти.

Материал и методи

Осъществи се търсене в PubMed по ключови думи без ограничение за времеви период за диагностични и терапевтични алгоритми при пациенти с нестабилни фрактури на базата на анкилозиращо гръбначно заболяване (ASD) от предходно посочените. Изведените препоръки са резултат от преглед на литературата, клиничен опит и известни ръководства в областта, като обобщават съвременните концепции за лечение.

Дифузна идиопатична скелетна хиперостоза (DISH)

Болестта на Форестие, известна още като дифузната идиопатична скелетна хиперостоза (DISH), е спондилоартропатия, характеризираща

се с анкилозираща хиперостоза, обикновено срещана в предната и латералната част на гръбначния стълб [12]. Болестта засяга селективно вертебралната колона и патогенетично се развива в областта на костните прикрепвания на сухожилията (ентезии), сухожилията и ставните капсули. Настъпва осификацията при липса на възпаление. За да се изпълнят диагностичните критерии на Форестие-Ресник, съседните прешлени трябва да показват костни мостове с почти нормални междупрешленни дискове [13,31]. Рентгенографски освен осификация по предния и антеролатералния аспект на вертебралните тела, допълнителни критерии за диагнозата включват наличието на запазена височина на междупрешленния диск, липса на анкилоза на фасетните стави и не на последно място липса на ерозия, склероза, фузия или костна анкилоза на сакроилиачните стави [7].

Повечето пациентите с DISH нямат симптоми и са диагностицирани случайно. Това може да е причината, поради която се смята, че честотата на заболяването е значително по-голяма от клинично изявените случаи [22]. Някои автори твърдят, че 42% мъжете от общото население на възраст над 65 год. отговарят на диагностичните критерии на Форестие-Ресник. Разпространението се увеличава прогресивно с възрастта, като на 80 г. честотата вече е 56% [14]. Прогресията му е сравнима с тази на анкилозиращия спондилит и е пряко свързана с наднормено тегло и диабет. В сравнение с болестта на Бехтерев, страдащите от DISH пациенти с вертебрални фрактури са значително по-възрастни и имат по-висок процент на коморбидност [8].

Заболяването се свързва с наличие на повече тораколумбални вертебрални фрактури при хора в напреднала възраст, като последните се наблюдават по-често при мъже, отколкото при жени [30]. Към момента няма ясно обяснение за това разпределение по пол.

Според Caron et al (2010), количествената КТ-денситометрия показва значително по-ниска плътност на костната маса при възрастни мъже с DISH и с фрактури, в сравнение с мъжете с DISH, но без фрактури, въпреки по-високите измервания на плътността на костната маса, причинени от наличието на паравертебрални калцификации и синдесмофити. Ригидната фиксация на вертебралната колона и остеопорозата допринасят за повишения риск при лица с ASD като цяло и в частност при болестта на Форестие [8].

Анкилозиращ спондилит

Болестта на Бехтерев, известна още като анкилозиращият спондилит (AS), е една от най-често срещаните подтипове на свързан с HLA-B27 серонегативен спондилоартрит. Характеризира се с две ключови патологични находки: възпаление на сакроилиачните и интервертебралните стави и новообразуване на кост с възможна последица от фузия, обикновено в аксиалния скелет с анкилоза на сакроилиачните и фасетните стави. Това я отличава от болестта на Форестие [3,23]. Засяга предимно мъже възраст между 15 и 50 години с разпространение от около 0,5% за Европа [5]. Типичните патологични находки включват оток на костния мозък, лимфоцитни инфилтрати и повишена плътност на микросъдовете. Т.нар. ентезит се характеризира с лимфоцитни инфилтрати около фиброзния хрущял, водещи до инфламаторна реакция и последвани от анкилоза. Остро възпаление може да се установи чрез магнитно резонансно изследване, задължително с включени сакроилиачни стави, относително рано в хода на заболяването. Молекулните механизми, които водят до прехода от възпаление към ново образуване на кост при пациенти с AS, не са добре разбрани [3].

Типовите рентгенографски промени могат да бъдат оценени с помощта на Bath Ankylosing Spondylitis Radiology Index (BASRI). Обикновено се наблюдава симетричен сакроилеит, което е налице при 86% от пациентите. Пълна фузия на вертебралната колона е налице при 28% от пациентите със заболяване с давност повече от 30 години и при 43% от случаите с 40 годишна прогресия [16]. За поставяне на диагнозата радиографските критерии трябва да корелират с клиничните и лабораторните, в това число маркери на възпалението и HBA-B27 статус [32].

Неоперативно лечение на пациенти с анкилозиращи спинални заболявания

В резултат от появата на много съвременните биологични лекарства, модифициращи болестта, и на постоянното оптимизиране на схемите за лечение, броят на пациентите с напълно анкилозирани гръбнаци е намалял значително с течение на времето. Следователно броят наранявания и свързаните с тях усложнения също е намалял.

Хирургите трябва да имат основно разбиране за водещото медицинско състояние, неговите патологични механизми и актуалните системи за клинична ревматологична класификация. Тези знания улесняват интердисциплинарната комуникация и помагат за по-добро обхващане на специфични медикаменти и позначването на

страничните им ефекти (хемостазни нарушения и имуносупресия), които могат да окажат значително влияние върху хирургичното планиране и клиничния резултат.

Възпалителната болка по хода на гръбнака е ключов клиничен параметър за диференциална диагноза между дегенеративно и възпалително заболяване. Очевидни рентгенографски промени в сакроилиакалните стави според модифицираните нюйоркски критерии класифицират заболяването като AS [21]. От друга страна, новите критерии за класификация на AS са следните: наличие на сакроилеит, доказан чрез рентгенография или МРТ плюс най-малко една клинична характеристика („образна група“) или наличие на HLA-B27 плюс поне клинични находки („клинична група“) [32].

Стандартна грижа при пациентите е физиотерапия и нестероидни противовъзпалителни лекарства. Активността на заболяването се измерва редовно чрез т.нар. BASDAI - съставен индекс, базиран на различни въпроси, отнасящи се до активността на заболяването. В случай на персистираща такава е показана лекарствената терапия. Биологичните препарати, особено TNF-блокери (адалимумаб, етанерцепт, голимумаб, цертолизумаб, инфликсимаб), показват висока степен на ефикасност в клинични проучвания с пациенти с AS [38]. Секукинумаб, блокери на IL-17, също е одобрен за лечение на аксиален спондилоартрит. Изборът на най-подходящото лекарство за съответния пациент зависи от клиничните параметри, които са засягане на очи, наличие на псориазис, хронично възпалително чревно заболяване и индивидуални предпочитания на пациента като интервал на приложение или опит с предишни терапии [33].

Клиничната ефективност на лекарствената терапия трябва да се измерва редовно. В случай на добър и валидиран отговор (50% подобрение в BASDAI, положително експертно мнение), терапията трябва да продължи [17]. Основната цел на лечението дългосрочното добро качество на живот, свързано със здравето и социалната интеграция чрез контрол на оплакваната и симптомите, предотвратяване на морфологични увреждания, нормализиране или съхранение на функцията, избягване на токсичност на медикаментите и контрол на съпътстващите заболявания. Въпреки че нежеланите реакции като цяло са редки, винаги трябва да има съображение за инфекция. Следователно, латентна туберкулоза, скрита инфекция, активен или хроничен хепатит В или С трябва да бъдат изключени преди започване на терапията. Нерядко тя се преустановява заради алергична реакция към биологични препарат, като тежките клинични случаи

обаче са редки. Биологичните препарати трябва да бъде спрени в случай на тежки инфекции, особено сепсис и при съмнение за спондилит, и своевременно преди планирано операция (поне 2 периода на полуживот) [33].

Биомеханични съображения

Основната причина за значително повишения риск от фрактури при пациенти с ASD в сравнение с нормалната популация е характеристиката на заболяването с непрекъснатото патологично гръбначно ремоделиране. Както ектопичната костна формация [15], така и остеопенията [6] се появяват едновременно като съществена част от патологичните механизми на увреда. Необичайните остеопродиферативни процеси водят до вкалцване на лигаментарния апарат, прогресивно свързващо цялата вертебрална колона, докато остеопенията и остеопорозата отчасти е вторична инактивитетна. Промяната от силно гъвкав гръбначен стълб към такъв с многоетажна фузия обикновено отнема няколко години. За този период от биомеханична гледна точка могоетажната артикулираща система се превръща в „дълъг твърд лост“, наподобяващ на дълга кост [40] или „бамбукова пръчка“.

Променената структура на гръбнака не е в състояние да неутрализира по подходящ начин стреса при травма. Докато трабекуларната кост постепенно се разрежда остават само външните кортикални части, предната и задната колона са прогресивно натоварени. Оформя се типичната нефизиологична кифотична деформация, която допълнително предизвиква загуба на способност за резистентност на непредвидени натоварвания [11]. Освен това, пациентите с фиксирана кифоза имат нарушена възможност за хоризонтално ориентиран поглед и по-висок риск от падания [25]. Допълнително е известно, че патогенетичните процеси не се ограничават само до костните структури – връзките и мускулите също претърпяват специфични за заболяването промени [41]. Пациентите имат нарушена мускулна сила с по-малко проприоцептивни способности и това се смята, че е още един фактор с отрицателно въздействие по време на инциденти и падания [25]. Резултатът е повече от 10 пъти повишен риск от фрактури и по-висока честота на свързан неврологичен дефицит, отколкото при пациенти, които не са с ASD [1].

Диагностичен подход при травма

Анамнезата, механизмът на нараняване и физикалният преглед на пациенти с ASD и травма невинаги са категорични. В проучването на Caron et al. забавяне на диагнозата, определе-

но като липса на документация за съществуваща фрактура в рамките на 24 часа след начален преглед на пациента, е налице за 10% (DISH) до 37% (AS) от случаите [8]. В предклиничната обстановка след всяка травма при пациенти с известно ASD, се препоръчва имобилизация на гръбначния стълб с външна фиксация, докато се изясни състоянието му и се изключи нестабилност.

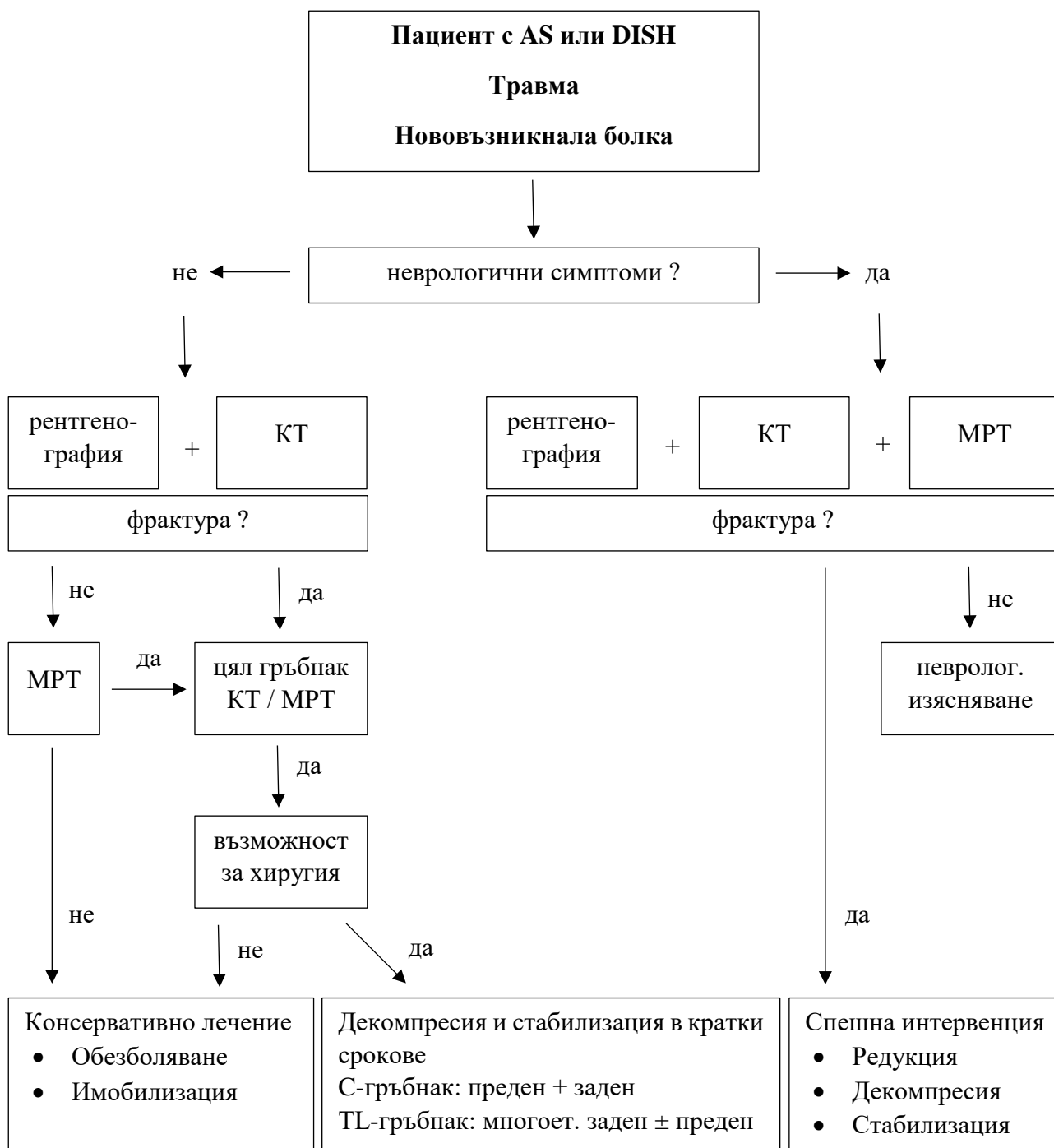
На Фиг. 1 е предложен диагностично-терапевтичен алгоритъм. Трябва да се отбележи, че при конвенционалните рентгенографии в две проекции често срещаните хиперекстензионни фрактури могат лесно да бъдат пропуснати, особено ако са взети в изправено положение. За точна класификация и предоперативно планиране се препоръчват КТ сканиране с възможност за реконструкция и 3D-изображения най-малко 3 прешлена над и под нивото на нараняване [29].

Многосегментни наранявания са докладвани в 6% до 8% от случаите [8,34]. Те трябва да бъдат взети под внимание и също изключени. По тази причина се препоръчва КТ на цял гръбначен стълб или МРТ за скрининг на фрактури винаги при пациенти с ASD. Особено при наличие на неврологичен дефицит, МРТ е полезно за оценка на всички аспекти на нараняване, като диско-лигаментарни, гръбначномозъчни и коренчеви лезии, както и за изключване на често срещани окултни фрактури [20,34]. В случаите с неврологична симптоматика МРТ е задължително.

Рентгенографската оценка на фрактурите се основава на нивото на нараняване и различните типове на анкилоза. Caron et al. класифицират ASD-асоциираните фрактури в 4 групи на основа на наличието на фрактурна линия през между-прешленния диск, прешленното тяло и/или задните костно-лигаментни елементи [8].

Препоръчва наскоро публикуваната и валидирана система за класификация на субаксиални и тораколумбални фрактури на AOSpine (<https://aospine.aofoundation.org>) [35,36]. Модификаторът, специфичен за случая M2 (TL система), е предназначен за пациенти с DISH, AS, ревматологични състояния или остеопения/остеопороза, съответстващ на модификатора M3 за шийния отдел на гръбначния стълб в субаксиалната система (осификация на задния надлъжен лигамент, ligamentum flavum и други).

По време на целия диагностичен процес и до окончателно лечение, силно се препоръчва да се поддържа стриктна външна имобилизация и други необходими предпазни мерки, за да се избегне дислокация на фрактури и вторични неврологични увреждания. Лекарите и целият медицински персонал трябва да знаят за наличието на ASD предварително.



Фиг. 1. Алгоритъм за диагностично-терапевтичен алгоритъм при пациенти с ASD и травма.

Неоперативно лечение на фрактури на гръбначния стълб при пациенти с ASD

Пациенти с хирургични противопоказания или прости фрактури от тип А могат да бъдат лекувани неоперативно. Независимо от това, вероятността да се получи изолирано проста компресивна фрактура (AOSpine тип А) при пациенти с ASD е ниска и тяхното отграничаване от нестабилни В- и С-тип понякога е трудно. ASD прави гръбначния стълб много по-податлив за нестабилни увреди от тип В и С на AOSpine, дефинирани като лезия на задната или предна част на лигаментарния апарат (тип В) или на

всички елементи, водещо дислокация (тип С). Неоперативното лечение на последните не се препоръчва [29].

Всеки пациент с консервативно лечение на прешленни фрактури и съпътстващо ASD, който е бил имобилизиран трябва да бъде внимателно наблюдаван предвид високия риск от дислокация, транслация, прогресивна деформация и вторично неврологично влошаване. Тези случаи имат като цяло лош клиничен резултат. Тракцията при нестабилна гръбначна травма не е опция и може да бъде опасна.

Възможностите за неоперативно лечение са допълнително ограничени, като се има предвид

факта, че имобилизацията при фиксирана кифоза е трудна, ако не и невъзможно. Продължителният постелен режим се свързва с висока честота на белодробни усложнения и фатален изход. Като цяло пациентите, страдащи от фрактури при ASD, имат повишена степен на усложнения и смъртност, като неоперативното лечение е на втора линия с по-лоши клинични резултати [8].

Оперативно лечение на фрактури на шийните прешлени при пациенти с ASD

В голямо ретроспективно проучване при 112 пациента с фрактури на базата на DISH или AS, проведено от Caron et al. (2010) разпределението е 55% в шийен, 32% в гръден и 13% в лумбален сегмент [8].

Освен споменатата препоръка за стриктна периоперативна имобилизация в тези случаи се препоръчва видеоларингоскопска асистирана или бронхоскопска ендоназална интубация, която трябва предварително да бъде обсъдена с анестезиолога. Предоперативно и след миорелаксация трябва да се опита мануална репозиция под флуороскопски контрол. Временно външно фиксиране след редуцията на фрактурите може да се постигне с хало или скоба тип Mayfield. Предварително съществуващи деформации на гръбнака трябва да се имат предвид относно позиционирането на пациента. Ригидната цервикоторакална кифоза може да бъде предизвикателна по време на оперативното лечение до степен да не позволи рутинен преден или заден шийен достъп.

При нестабилни наранявания на шийните прешлени от В и С тип при ASD се препоръчва да се обмисли комбинирана предна и задна инструментация. Когато няма възможност за осъществяване на безопасен преден достъп се препоръчват по-дълги винтове за задна много-сегментна стабилизация в странична маса (бикортикални) и/или педикулите на прешлените [29].

Оперативно лечение на фрактури на тораколумбалните прешлени при пациенти с ASD

Общата честота на фрактури на тораколумбален сегмент при пациенти, страдащи от анкилозиращи заболявания на гръбначния стълб, все още не е ясна [20]. Така наречените „клинично проявени“ фрактури се демонстрират с болка, докато всички останали се наричат „морфометрични“. Честотата на по-късния тип варира в широки граници [23,37]. В литературата делът на пациентите с ASD, страдащи от фрактури на

тораколумбален гръбнак варира между 30% и 50% [8,39]. Caron et al. докладват честота от 21% гръдни, 19% тораколумбални и 8% лумбални фрактури при пациенти с ASD.

Гръдните увреждания са по-вероятни при пациенти, страдащи от DISH, докато лумбалното засягане е по-често при пациенти с AS. Срямо засегнатия сегмент повечето фрактури при пациенти с DISH се наблюдават през прешленното тяло. За разлика от тях, при AS те ангажират по-често интервертебралния диск [31]. Счита се, че в ранните етапи на AS възникват хондронидни метаплазии и калцификация на анулус фиброза и нуклеус пулпозус, превръщайки междупрешленния диск в най-слабото място. В напредналите стадии на остеопения, съчетана с осификация, стресът в тази област се пренася в тялото на гръбначния стълб като първоначално място на фрактура [28].

Повечето пациенти имат анамнеза за ниско-енергийно въздействие с хиперекстензионен механизъм при падане от изправено или седнало положение. Флексионни, компресионни и ротационни механизми също са известни [40]. Комбинацията от ангажиране на всички гръбначни колони, вкалциването на лигаментарния апарат и хипотрофията на околните мускули водят до изразена нестабилност. Според новата система за класификация на AOSpine за TL-гръбнак [36], класическият подтип на фрактура на гръбначния стълб при ASD е тип В3 с М2 модификатор. Разбира се, могат да бъдат открити и други наранявания от А, В и С тип. Горепосоченото кореспондира с висока честота на неврологично увреждане. Alaranta et al. [2] посочват, че рискът от травма на гръбначния мозък, лезии на нервни корени, интрамедуларен оток или спинален епидурален хематом е 11,4 пъти по-висок в сравнение с общата популация.

Caron et al. [8] съобщават честота 33%, 23% и 33% на неврологични усложнения съответно при торакални, торако-лумбални и лумбални локализации. Често има и вторичен неврологичен дефицит – до 15% от случаите поради недобра имобилизация и при прехвърляне на пациенти. Възможно е тези стойности да са занижени и дори по-високи. Същите автори посочват, че неврологичният статус при повечето пациенти не се влияе от лечението и не се променя в ранния следоперативен и проследяващ период. Хирургичната намеса, обаче, подобрява степента на възстановяване дългосрочно, оплакванията, по-ранната вертикализация и социалната интеграция [39].

В повечето случаи фрактурите с неврологични дефицити или нестабилност в тораколумбален отдел при пациенти с ASD са индизи-

рани за хирургическа интервенция. Неоперативното лечение трябва да бъде ограничено до пациенти с противопоказания, като лошо общо здравословно състояние или други съпътстващи заболявания, които правят общата анестезия невъзможна. Ако е показано, операцията трябва да се извърши без допълнително забавяне.

Предоперативната репозиция е една от основните стъпки. Въпреки това, тя и впоследствие интраоперативната такава може да бъде възпрепятствана от същия механизъм на дълголост и високи механични натоварвания, действащи в анкилозиращия гръбначен стълб. За да се избегнат усложнения и дислокация/фрактура на имплант от претоварване на конструкцията, е необходимо внимателно предоперативно планиране и позициониране на пациента. При наличие на деформация е възможно чрез създаване на хипомохлион на операционната да се подпомогне необходимата репозиция, както и обратното. Описва се дори седяща позиция с флексия, за да се затворят по-големи празнини дислоцирани предни гръбначни елементи от хиперекстензията (тип В3) [29].

След като фрактурата е редуцирана, задната инструментация е първоначалният избор за тораколумбалният гръбначен стълб. Ако е необходимо, хирургичната декомпресия може да се извърши рутинно. Съвременните перкутанни стабилизиращи системи са доказана опция за по-малко инвазивна хирургия и по-ниска честота на усложненията [19].

От биомеханична гледна точка обикновено се препоръчват моноаксиални винтове за постигане на по-добра репозиция и по-добра вътрешна стабилност на конструкцията спрямо полиаксиалните. Транспедикуларните конструкции към момента могат най-добре да противодействат на високи механични напрежения с известна честота на разхлабване на винтовете до 15%. По същата причина се препоръчва инструментацията да се разшири до минимум 2 нива над и под нивото на травмата [4,8].

В скорошни проспективни проучвания разпространението на остеопорозата при пациенти с ASD е около 25% и е по-ниско от първоначално предполагащото [18]. В случаи с намалено костна плътност, натоварването трябва да се разпредели на по-голям брой винтове и/или да се комбинира с циментова аугментация, което може да се осъществи с модерните перкутанни системи и показва добри клинични резултати [19,26]. В допълнение, предвид големия брой други съпътстващи заболявания при тези пациенти, перкутанната хирургична техника изглежда привлекателна – по-малка кръвозагуба, по-кратко оперативно време, намалена нужда от

кръвопреливане, по-къс престой и по-ниска честота на периоперативни усложнения [24].

При условие, че е постигната необходима репозиция след дорзална стабилизация се обсъжда аугментация на предната колона чрез предни и странични достъпи, за да се избегнат рисковете от дислокация, псевдоартроза или фрактура на имплатите. Кейджове и мешове с възможност за удължаване в комбинация с плака и промотори на остеогенезата са средство на избор за постигане на максимална стабилност. Технически високотелните клиновидни остеотомии с цел да се коригира съществуваща кифотична деформация не се препоръчват рутинно при остра прешленна фрактура, тъй като тези процедури допълнително ще дестабилизируют гръбначния стълб и са висока честота на усложнения. Все пак, при наличие на тежки деформации може да се помисли за едноетапно фиксиране на фрактури и корекция на съществуващата патология и индивидуализиране на подхода и преоценка на рисковете [29].

Усложнение от оперативното лечение на фрактури при пациенти с ASD

Освен изветните и очаквани съпътстващи травми на неврванта система и провал на инструментацията, при пациентите с ASD и гръбначни фрактурите могат да се очакват широк спектър от усложнения. Докладвани са случаи на аортна дисекция и аортна псевдоаневризма, руптура на трахеята или хранопровода, които са свързани с висок процент на смъртност.

Повишена е честотата на проблеми със зарастването на рани, следоперативни инфекции, венозна тромбоза, белодробна емболия, пневмония и дихателна недостатъчност. От друга страна, усложненията и смъртността в неоперативната група са по-високи в сравнение с пациентите с хирургично лечение [39].

Описани са ятрогенни фрактури на гръбначния стълб при пациенти с ASD при и след позициониране на пациента за рутинни елективни ортопедични [10] и лапароскопски [9] операции без никаква травма или падане след операцията [29]. Това налага клинично мислене в тази посока от страна и на останалите хирургични специалности. Докладваните случаи потвърждава констатацията, че подчертаната кифосколиоза с ригидно фиксирана деформация трябва да се счита за относително противопоказание за някои оперативни интервенции, тъй като промененият телесен хабитус може да не позволи забрани рутинното позициониране и хирургическия достъп при тези пациенти.

Заклучение

От демографска гледна точка ще се наблюдава нарастващ брой пациенти в напреднала възраст с анкилозиращите спинални заболявания, които значително увеличават риска от нестабилни гръбначни фрактури при обичайно безвредни и нискоенергийни травми. Често се среща забавяне на диагнозата и погрешното тълкуване, което значително влошава резултатите. Поради тази причина доброто разбиране на клиничната презентация, патоморфологията на фрактурите, промененият биомеханичен статус и познаването на основната патология е от съществено значение.

Забавената диагноза и лечение могат да причинят вторично неврологично влошаване поради луксация, често в резултат на т.нар. дълъг лостов механизъм при в иначе ригидно фиксиран гръбначен стълб. Препоръчва се стандартизиран диагностичен и терапевтичен подход с широко използване на образни изследвания, обхващащи целия гръбначен стълб. Нестабилната хиперекстензионна травма, дислокацията и трансляцията (AOSpine B3-M2/M3 или C-M2/M3 тип) изискват спешна хирургична интервенция, декомпресия на неврални структури и фиксиране на фрактурите на гръбначния стълб. Поведението при тези пациенти може да се сравни с това при случаите с диафизарни фрактури на дълги кости и трябва да се третира като такова. Специални грижи и съображения за предоперативна репозиция, позициониране на пациента и адекватен хирургичен достъп са задължителни.

Затворените предоперативни и рутинните хирургични подходи за редукия могат да бъдат значително компрометирани от съществуващите кифотични деформации и това трябва да се има предвид. В шиен отдел комбинирането на предна и задна инструментация демонстрира по-добра стабилност и резултати в различни проучвания. В тораколумбален сегмент за фиксирането на фрактури обикновено изискват дълги транспедикуларни конструкти с или без декомпресия на неврални структури и аугментация с цимент. Трябва да се обмисли допълнителна стабилизация на предната колона, ако не може да се постигне адекватна репозиция и механична устойчивост чрез дорзална интервенция. Минимално инвазивните модерни техники, като перкутанни стабилизации и аугментация с цимент, са доказано полезни, за да се сведат до минимум хирургичните усложнения и периперативната коморбидност.

Библиография

1. Alaranta H, Luoto S, Kontinen YT. Traumatic spinal cord injury as a complication to ankylosing spondylitis. An extended report. *Clin Exp Rheumatol* 2002; 20:66–8.
2. Appel H, Loddenkemper C, Miossec P. Rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis - pathology of acute inflammation. *Clin Exp Rheumatol* 2009; 27:S15-19.
3. Appel H, Loddenkemper C, Sieper J. [Immunopathology of ankylosing spondylitis and other spondyloarthritides]. *Z Rheumatol* 2008; 67:25–31.
4. Balling H, Weckbach A. Hyperextension injuries of the thoracolumbar spine in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. *Spine* 2015; 40:E61-67.
5. Braun J, Bollow M, Remlinger G, Eggens U, Rudwaleit M, Distler A, et al. Prevalence of spondylarthropathies in HLA-B27 positive and negative blood donors. *Arthritis Rheum* 1998; 41:58–67.
6. Briot K, Roux C. Inflammation, bone loss and fracture risk in spondyloarthritis. *RMD Open* 2015; 1:e000052.
7. Cammisia M, De Serio A, Guglielmi G. Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. *Eur J Radiol* 1998; 27 Suppl 1:S7-11.
8. ron T, Bransford R, Nguyen Q, Agel J, Chapman J, Bellabarba C. Spine fractures in patients with ankylosing spinal disorders. *Spine* 2010; 35:E458-464.
9. Chowbey PK, Panse R, Khullar R, Sharma A, Soni V, Baijal M. Laparoscopic cholecystectomy in a patient with ankylosing spondylitis with severe spinal deformity. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2005; 15:234–7.
10. Danish SF, Wilden JA, Schuster J. Iatrogenic paraplegia in 2 morbidly obese patients with ankylosing spondylitis undergoing total hip arthroplasty. *J Neurosurg Spine* 2008; 8:80–3.
11. Debarge R, Demey G, Roussouly P. Radiological analysis of ankylosing spondylitis patients with severe kyphosis before and after pedicle subtraction osteotomy. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2010; 19:65–70.
12. Forestier J, Lagier R. Vertebral ankylosing hyperostosis. Morphological basis, clinical manifestations, situation and diagnosis. *Mod Trends Rheumatol* 1971; 2:323–37.
13. Forestier J, Rotes-Querol J. Senile ankylosing hyperostosis of the spine. *Ann Rheum Dis* 1950; 9:321–30.
14. Holton KF, Denard PJ, Yoo JU, Kado DM, Barrett-Connor E, Marshall LM, et al. Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis and its relation to back pain among older men: the MrOS Study. *Semin Arthritis Rheum* 2011; 41:131–8.
15. Jacobs WB, Fehlings MG. Ankylosing spondylitis and spinal cord injury: origin, incidence, management, and avoidance. *Neurosurg Focus* 2008; 24:E12.
16. Jang JH, Ward MM, Rucker AN, Reveille JD, Davis JC, Weisman MH, et al. Ankylosing spondylitis: patterns of radiographic involvement--a re-examination of accepted principles in a cohort of 769 patients. *Radiology* 2011; 258:192–8.
17. Kiltz U, Sieper J, Kellner H, Krause D, Rudwaleit M, Chenot J-F, et al. [German Society for Rheumatology S3 guidelines on axial spondyloarthritis including Bechterew's disease and early forms: 8.4 Pharmaceutical therapy, 8.5 Evaluation of therapy success of pharmaceutical measures]. *Z Rheumatol* 2014; 73 Suppl 2:78–96.
18. Klingberg E, Nurkkala M, Carlsten H, Forsblad-d'Elia H. Biomarkers of bone metabolism in ankylosing spondylitis in relation to osteoproliferation and osteoporosis. *J Rheumatol* 2014; 41:1349–56.

19. Krüger A, Frink M, Oberkircher L, El-Zayat BF, Ruchholtz S, Lechler P. Percutaneous dorsal instrumentation for thoracolumbar extension-distraction fractures in patients with ankylosing spinal disorders: a case series. *Spine J Off J North Am Spine Soc* 2014; 14:2897–904.
20. Leone A, Marino M, Dell’Atti C, Zecchi V, Magarelli N, Colosimo C. Spinal fractures in patients with ankylosing spondylitis. *Rheumatol Int* 2016; 36:1335–46.
21. van der Linden S, Valkenburg HA, Cats A. Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis. A proposal for modification of the New York criteria. *Arthritis Rheum* 1984; 27:361–8.
22. Mazières B. Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (Forestier-Rotes-Querol disease): what’s new? *Joint Bone Spine* 2013; 80:466–70.
23. Montala N, Juanola X, Collantes E, Muñoz-Gomariz E, Gonzalez C, Gratacos J, et al. Prevalence of vertebral fractures by semiautomated morphometry in patients with ankylosing spondylitis. *J Rheumatol* 2011; 38:893–7.
24. Moussallem CD, McCutcheon BA, Clarke MJ, Cui Q, Currier BL, Yaszemski MJ, et al. Perioperative complications in open versus percutaneous treatment of spinal fractures in patients with an ankylosed spine. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas* 2016; 30:88–92.
25. Murray HC, Elliott C, Barton SE, Murray A. Do patients with ankylosing spondylitis have poorer balance than normal subjects? *Rheumatol Oxf Engl* 2000; 39:497–500.
26. Nayak NR, Pisapia JM, Abdullah KG, Schuster JM. Minimally Invasive Surgery for Traumatic Fractures in Ankylosing Spinal Diseases. *Glob Spine J* 2015; 5:266–73.
27. Olivieri I, D’Angelo S, Palazzi C, Padula A, Mader R, Khan MA. Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: differentiation from ankylosing spondylitis. *Curr Rheumatol Rep* 2009; 11:321–8.
28. Paley D, Schwartz M, Cooper P, Harris WR, Levine AM. Fractures of the spine in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. *Clin Orthop* 1991;22–32.
29. Reinhold M, Knop C, Kneitz C, Disch A. Spine Fractures in Ankylosing Diseases: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). *Glob Spine J* 2018; 8:56S-68S.
30. Resnick D, Dwosh IL, Goergen TG, Shapiro RF, Utsinger PD, Wiesner KB, et al. Clinical and radiographic abnormalities in ankylosing spondylitis: a comparison of men and women. *Radiology* 1976; 119:293–7.
31. Resnick D, Niwayama G. Radiographic and pathologic features of spinal involvement in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH). *Radiology* 1976; 119:559–68.
32. Rudwaleit M, van der Heijde D, Landewé R, Listing J, Akkoc N, Brandt J, et al. The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II): validation and final selection. *Ann Rheum Dis* 2009; 68:777–83.
33. Smolen JS, Braun J, Dougados M, Emery P, Fitzgerald O, Helliwell P, et al. Treating spondyloarthritis, including ankylosing spondylitis and psoriatic arthritis, to target: recommendations of an international task force. *Ann Rheum Dis* 2014; 73:6–16.
34. Tavolaro C, Ghaffar S, Zhou H, Nguyen QT, Bellabarba C, Bransford RJ. Is routine MRI of the spine necessary in trauma patients with ankylosing spinal disorders or is a CT scan sufficient? *Spine J Off J North Am Spine Soc* 2019; 19:1331–9.
35. Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, Oner FC, Reinhold M, Schnake KJ, et al. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2016; 25:2173–84.
36. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine* 2013; 38:2028–37.
37. Vosse D, van der Heijde D, Landewé R, Geusens P, Mielants H, Dougados M, et al. Determinants of hyperkyphosis in patients with ankylosing spondylitis. *Ann Rheum Dis* 2006; 65:770–4.
38. Ward MM, Deodhar A, Gensler LS, Dubreuil M, Yu D, Khan MA, et al. 2019 Update of the American College of Rheumatology/Spondylitis Association of America/Spondyloarthritis Research and Treatment Network Recommendations for the Treatment of Ankylosing Spondylitis and Nonradiographic Axial Spondyloarthritis. *Arthritis Rheumatol Hoboken NJ* 2019; 71:1599–613.
39. Westerveld LA, van Bommel JC, Dhert WJA, Oner FC, Verlaan JJ. Clinical outcome after traumatic spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders compared with control patients. *Spine J Off J North Am Spine Soc* 2014; 14:729–40.
40. Westerveld LA, Verlaan JJ, Oner FC. Spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders: a systematic review of the literature on treatment, neurological status and complications. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2009; 18:145–56.
41. Zhang Y, Xu H, Hu X, Zhang C, Chu T, Zhou Y. Histopathological changes in supraspinous ligaments, ligamentum flava and paraspinal muscle tissues of patients with ankylosing spondylitis. *Int J Rheum Dis* 2016; 19:420–9.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Дилиян Фердинандов, д.м.

Клиника по неврохирургия

УМБАЛ Св. Иван Рилски

Бул. „Акад. Иван Гешов” 15

1431 София, България

E-mail: ferdinandov@gmail.com**Address for Correspondence:**

Dilyan Ferdinandov, MD, PhD

Clinic of Neurosurgery

St. Ivan Rilski University Hospital

15 Acad. Ivan Rilski Blvd

1431 Sofia, Bulgaria

E-mail: ferdinandov@gmail.com

МИНИМАЛНО ИНВАЗИВНА СПИНАЛНА ХИРУРГИЯ ПРИ НЕСТАБИЛНИ ФРАКТУРИ НА ТОРАКАЛНИЯ И ЛУМБАЛЕН ГРЪБНАК

Петър Илков, Мария Лалева, Николай Габровски

Клиника по неврохирургия, УМБАЛСМ “Н. И. Пирогов”, София

Резюме

Въведение: Стандартните техники на декомпресия, фиксация и фузия при фрактури на торакалния и лумбален гръбнак са добре познати. Въвеждането на минимално инвазивни техники, включително перкутанна транспедикулярна стабилизация и комбинирани „мини оупън“ достъпи, могат да подобрят клиничния изход посредством редуциране на оперативното време и кръвозагуба, честотата на постоперативни инфекции, продължителността на болничния престой и периода на възстановяване. С настоящия материал представяме нашия опит с минимално инвазивни оперативни техники при фрактури на торакалния и лумбален гръбнак. **Материали и методи:** За периода април 2013 г. – април 2020 г. в Клиника по неврохирургия на болница Пирогов минимално инвазивни достъпи за транспедикулярна фиксация самостоятелно или в комбинация с декомпресия бяха приложени при 92 пациенти. Пациентите бяха оценени посредством КТ и рентгенографии, анализирани бяха предоперативния и постоперативен локален кифотичен ъгъл. Клиничните и функционални резултати бяха оценени посредством визуално-аналогова скала (VAS) и Oswestry Disability Index (ODI). **Резултати:** Серията включва 11 фрактури на торакалния, 41 на лумбалния гръбнак и 40 фрактури в областта на тораколумбалния преход (Т11-Л2). Късосегментна фиксация (до 3 прешленни нива) бе предпочетена при 63, дългосегментна – при останалите 29 от случаите. Късосегментната фиксация бе осъществена с включване на фрактурирания прешлен (1 или 2 винта) при 59, с РММА аугментация на фрактурирания прешлен при 2 и с пропускане на фрактурирания прешлен при 2. Индиректна декомпресия бе приложена при 32ма от пациентите, декомпресия посредством „мини оупън“ достъп при 21. Средната оперативна кръвозагуба бе 110 мл (50-200 мл), средното оперативно време 124.5 мин. (60-180 мин.), средният болничен престой 7 дни. Средният предоперативен локален кифотичен ъгъл бе 20.86 градуса, средният постоперативен локален кифотичен ъгъл 12.1 градуса. Отчете се подобрение по отношение на VAS от средно 8.1 предоперативно до 3.52 постоперативно. При ODI подобрението е от средно 54.3% предоперативно до 18.2% постоперативно. **Заключение:** Минимално инвазивните техники за декомпресия, редукция и фиксация представляват реална алтернатива на стандартните отворени достъпи, при селектирана група пациенти. Перкутанният и „мини оупън“ подход за фиксация при нестабилни фрактури осигурява „вътрешно шиниране“ при минимизиране на хирургичната травма, максимално съхраняване на паравертебралната мускулатура и редукция на постоперативната денервация, атрофия и болка.

Ключови думи: минимално инвазивни, перкутанен, транспедикулярна стабилизация.

MINIMALLY INVASIVE SPINAL SURGERY FOR THE TREATMENT OF UNSTABLE FRACTURES OF THE THORACIC AND LUMBAR SPINE

Peter Ilkov, Maria Laleva, Nikolay Gabrovsky

Department of Neurosurgery, University Hospital “N. I. Pirogov”, Sofia, Bulgaria

Abstract

Introduction: The standard techniques for decompression, fixation and fusion for the treatment of unstable fractures of the thoracic and lumbar spine are well known. The implementation of minimally invasive techniques including percutaneous transpedicular stabilization and combined mini-open approaches could improve the outcomes by reducing operative time and perioperative blood loss, surgical site infections, length of hospital stay and recovery period. We present our experience with minimally invasive spinal surgery (MISS) for the treatment of unstable fractures of the thoracic and lumbar spine. **Material and Methods:** For the period Apr 2013 - Apr 2020, 92 patients were operated with percutaneous transpedicular fixation with or without decompression. The patients were evaluated with MRI, CT and X-ray. Pre- and postoperative local kyphotic angles were analyzed. Outcome was measured by pre- and postoperative VAS score, as well as Oswestry disability Index (ODI). **Results:** The series comprises 11 fractures of the thoracic spine, 40 cases of the TL-junction (T11-L2) and 41 in the lumbar spine. Short-segment fixation (up to 3 vertebral levels) including the fractured vertebrae was preferred in 59 cases, short-segment fixation with PMMA augmentation of the fractured vertebrae in 2 cases, and short-segment fixation without index level screw or augmentation in 2 cases. Long-segment fixation (> 3 vertebral levels) was used in the 29 cases. Indirect decompression was applied in 32 cases, decompression through “mini-open” approach in 21. Operative blood loss was between 50 and 200 ml (average 110 ml). Operative time ranged from 60 to 180 min with an average of 124.5 min for the series. Average length of hospital stay was 7 days. Mean preoperative local kyphotic angle was 20.86 degrees, mean postoperative kyphotic angle was 12.1 degrees. The VAS score was reduced from 8.1 points preoperatively to 3.52 points postoperatively. The Oswestry disability score improved from a pre-operative severe disability (mean 54.3%) to a minimum disability (mean 18.2%) postoperatively. **Conclusion:** The minimally invasive techniques for decompression, realignment, and fixation offer an additional option for achieving good results in selected patients by minimizing surgical trauma. The percutaneous and “mini-open” approach for fixation of unstable fractures provides internal bracing” with maximal preservation of the paraspinal muscles with reduction of postoperative denervation, atrophy and pain.

Keywords: minimally invasive, percutaneous, transpedicular fixation.

Въведение

Травматичните фрактури в торакалния и лумбалния сегмент на гръбначния стълб са често срещана патология. Конвенционалните техники за хирургично лечение на травматични прешлени фрактури имат своите недостатъци по отношение на оперативно време, риск от кръвозагуба, инфекция, продължителност на болничния престой и период на функционално възстановяване. Въвеждането на минимално инвазивни техники, включително перкутанната транспедикулярна стабилизация и комбинирани „мини-оупън“ достъпи, могат да подобрят клиничния изход посредством редуциране на оперативното време и кръвозагуба, честотата на постоперативни инфекции, продължителността на болничния престой и периода на възстановяване.

Предимствата на минимално инвазивната гръбначна хирургия (МИС) са особено ценни при травматични фрактури предвид факта, че често в тези случаи се касае за нестабилни пациенти и/или съчетани травми, при които екстензивна отворена процедура е противопоказана [7]. В този смисъл концепцията за оперативно „вътрешно шиниране“ и гръбначната стабилизация като част от контрола на щетите при травматични пациенти е особено уместна. МИС с ранна перкутанна фиксация при торакални и лумбални фрактури осигурява бързо стабилност и позволява ранна мобилизация и рехабилитация при значително по-малък хирургичен риск.

С настоящия материал представяме нашия опит с минимално инвазивни оперативни техники при фрактури на тораколумбалния и лумбален гръбнак

Материал и методи

За периода април 2013 г. – април 2020 г. в Клиника по неврохирургия на болница Пирогов минимално-инвазивни достъпи за транспедикулярна фиксация самостоятелно или в комбинация с декомпресия бяха приложени при 92 пациенти.

Събрани и анализирани бяха данни относно демографията на пациентите, типа фрактури, кръвозагуба, продължителност на оперативната интервенция, рентгенова експозиция.

Пациентите бяха оценени посредством преди и постоперативни МРТ, КТ и рентгенографии, анализирани бяха предоперативния и постоперативен локален кифотичен ъгъл. Клиничните и функционални резултати бяха оценени чрез визуално-аналогова скала (VAS) и Oswestry Disability Index (ODI).

Резултати

МИС за лечение на травматични фрактури бяха използвани при 92 пациента, 59 мъже и 33 жени. Серията включва 11 фрактури в торакалния, 40 случая в тораколумбалния (Тх11-Л2) и 41 в лумбалния отдел. При 26 пациента се касаеше за А2 тип фрактура по АО/Magerl, в 48 случая – А3, при 5 пациента А4, и съответно при 3 и 10 случая – В1 и В2 фрактури. Късосегментна фиксация (до 3 прешлени нива) с включване на фрактурирания прешлен (1 или 2 винта) бе предпочетена при 59, късосегментна с РММА аугментация на фрактурирания прешлен при 2ма пациента, късосегментна – 4 винта с пропускане на ниво в 2 случая. Дългосегментна фиксация (над 3 нива) – при останалите 29 от случаите. Индиректна декомпресия бе приложена при 32-ма пациента, декомпресия посредством „мини оупън“ достъп при 21.

Средната оперативна кръвозагуба бе 110 мл (50-200 мл), средното оперативно време 124.5 мин. (60-180 мин.), средния болничен престой бе 7 дни. Средното време на рентгенова експозиция беше 70.1 сек. (интервал 30-121 сек.) или 6.8 mGy (3.0-12.2 mGy). Средния предоперативен локален кифотичен ъгъл бе 20.86 градуса, а средния постоперативен локален кифотичен ъгъл бе 12.1 градуса. Отчете се подобрене по отношение на VAS от средно 8.1 предоперативно до 3.52 постоперативно. При ODI подобрието е от средно 54.3% предоперативно до 18.2% постоперативно. В два случая се отчете загуба на корекция с малфункция на стабилизираща система съответно на 1-ви и 6-ти постоперативен месец.

Дискусия

Травматичните фрактури в торакалния и лумбален сегмент на гръбначния стълб са често срещана патология, но въпреки това няма консенсус относно оптималното хирургично лечение, като са описани различни техники и достъпи. Каквато и да е избраната техника целите на хирургично лечение са едни и същи - корекция на деформитета, декомпресия и стабилизация на увредения сегмент. Най-предпочитания подход остава задния достъп с транспедикулярна винтова стабилизация с редуция, чрез дистракция и реклинация [3]. В последното десетилетие популярност придобиват минимално инвазивните техники за стабилизация на гръбначния стълб, чиято цел е минимизиране на свързаните с достъпа тъканна травма и ятрогенна увреда, постигайки същите клинични резултати като конвенционалните техники.

Предимствата на МИС са вече добре известни и доказани в литературата, а именно минимална кръвозагуба, технически улеснен достъп при реоперации и пациенти с наднормено тегло, по-малка честота на инфекции, по-ниски нива на постоперативна болка, редуцирана продължителност на болничния престой [5,9,10,13,19]. Изброените предимства са очаквани и се дължат на това, че при МИС се използва тубуларна ретракция, при която се съхраняват инсерциите и параспиналната мускулатура, а от там се редуцира и възможната кръвозагуба. Минималната мускулна дисекция и съхраняване на костните структури минимизира не само кръвозагубата, но и усложненията свързани с хеморагично имбибиране при класически оперативен разрез [13]. Това се потвърждава и от литературните данни – 11 проучвания демонстрират статистически значима редукция на интраоперативната кръвозагуба в сериите с използвани МИС-техники в сравнение с класическите достъпи със средни стойности от 100 мл при МИС в сравнение с 450 мл при отворени достъпи [14, 15]. Jiang et al. съобщават за по-малка кръвозагуба и по-кратък болничен престой в групата им с перкутанна стабилизация, съответно 163 мл срещу 366,8 мл кръвозагуба и 3 дни болничен престой срещу 4 дни [5]. В нашата серия измерената кръвозагуба е от 50 до 200 мл (средно 110 мл) потвърждава заключението, че минимално инвазивните техники на транспедикуларна стабилизация значително намаляват тъканната травма и интраоперативна кръвозагуба.

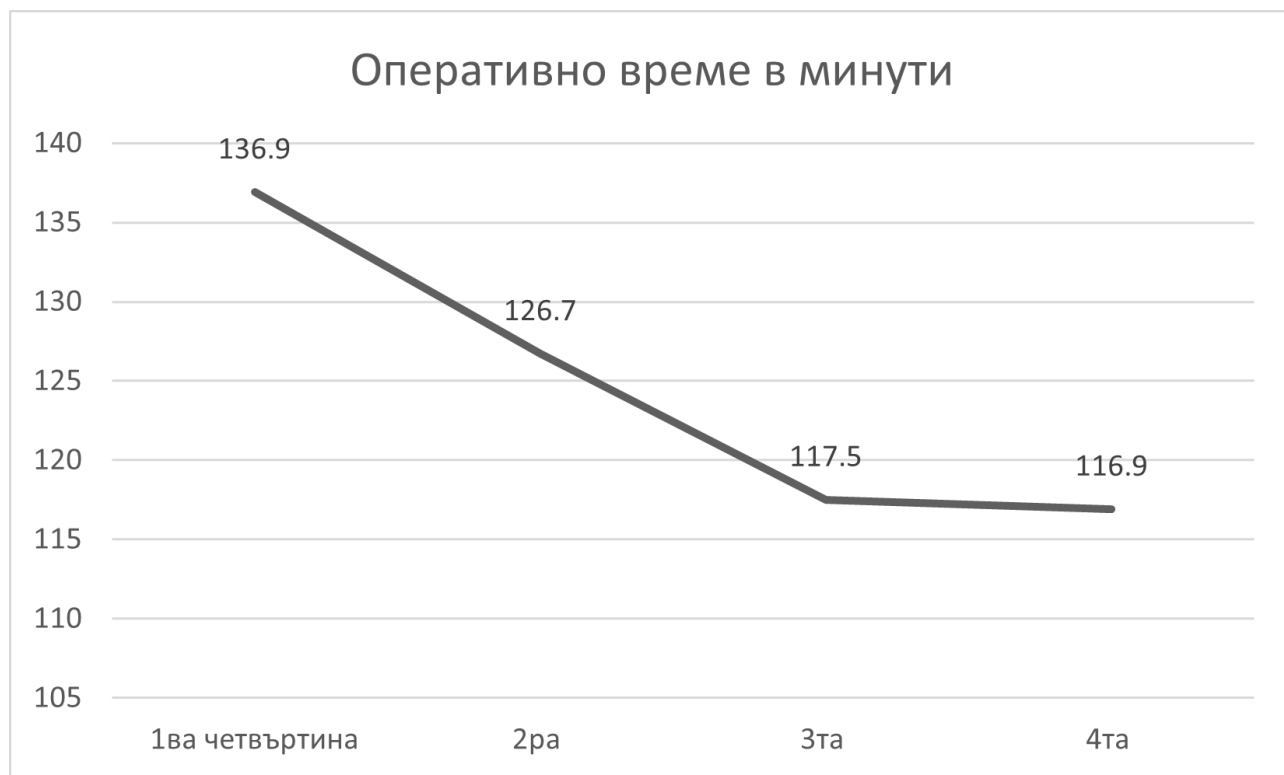
Минималната тъканна експозиция при МИС и ограничената мускулна травма значително намаляват и възможността за бактериално контаминиране, а оттам намалява и честотата на оперативни инфекции [17]. В нашата серия средния болничен престой беше 6.02 дни. Пациентите бяха вертикализирани средно след 1.8 дни. Не се наблюдаваха оперативни инфекции. Други проучвания също демонстрират значително по-кратък болничен престой при МИС-сериите в сравнение с класическите достъпи – средно от 3 до 9.3 дни при МИС и от 4.2 до 12.5 дни при отворена хирургия [5, 11].

Минимизираната хирургична травма и ограничена дисекция на параспиналната мускулатура е причинна и за значителната редукция на постоперативния VAS и ODI сборове в сериите с МИС. В литературен обзор на Vazan et al. [16] се установяват стойности на VAS постоперативно от 1.0 до 3.4 при МИС в сравнение с 1.2 до 7.5 при сериите с отворен достъп. Мета-анализ на Phan et al. установява стойности на ODI с 2.2 точки по-ниски при МИС-кохортите в сравнение

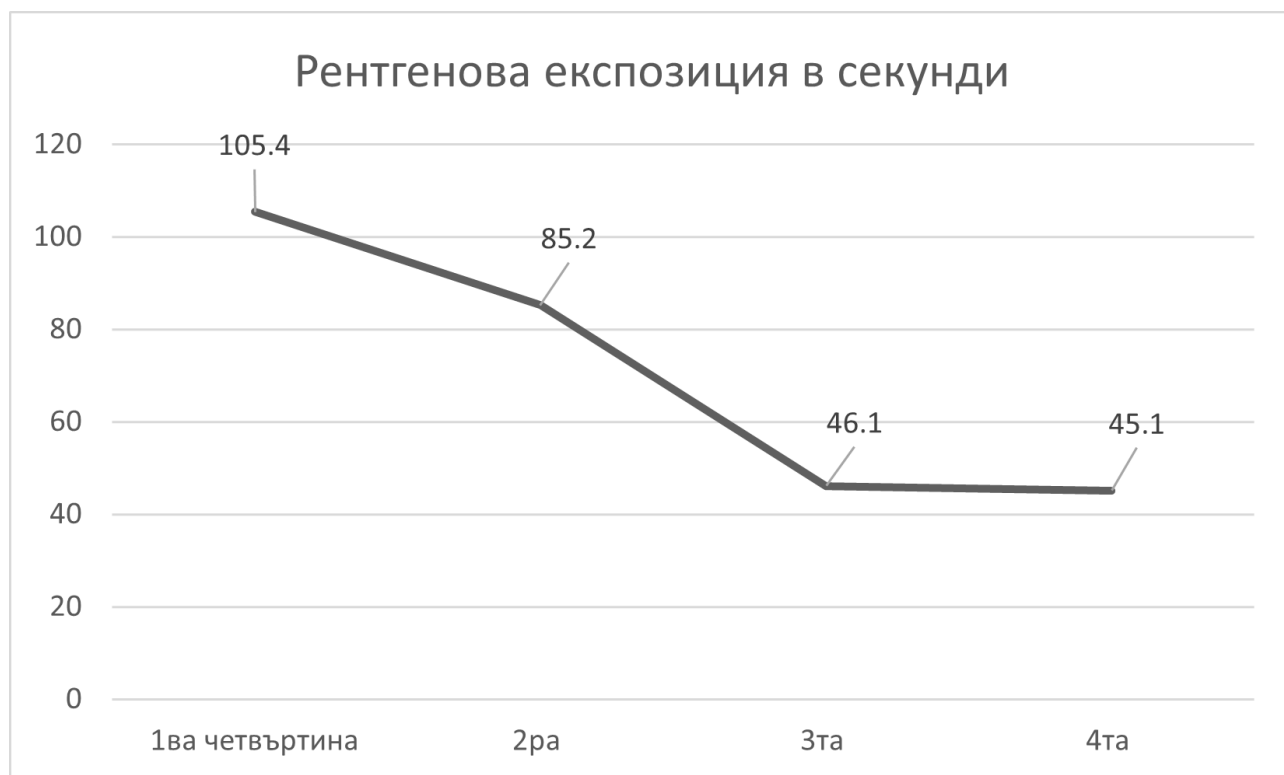
със сериите, оперирани с класически отворен достъп[13]. В нашата серия средният предоперативен VAS сбор беше 8.1, средният постоперативен 3.52 1 месец постоперативно. ODI резултата се подобри от средно предоперативно 54.3% до 18.2% един месец след операцията.

Въпреки категоричните предимства на перкутанните техники за транспедикуларна стабилизация, изброени по-горе в литературата се намират противоречиви данни относно възможните недостатъци на МИС - по-дълго оперативно време, по-висока рентгенова експозиция, повишен риск от малпозиция на винт. Редица проучвания демонстрират значително по-кратко оперативно време при сериите с отворен достъп (от 90 до 250 мин) в сравнение с МИС-групите (от 135 до 375 мин.) В същото време Schizas et al., Brodano et al. и други не установяват статистически значима разлика в оперативното време [1,14], докато Wang et al. [18] докладват значително по-кратко оперативно време за МИС (127±25 min) в сравнение с класически отворен достъп (168±37 min). По отношение на рентгеновата експозиция повечето проучвания демонстрират значително по-голяма експозиция при МИС (от 45.3 до 106 сек.) в сравнение с отворени процедури (от 24 до 39 сек.) [11,17, 18].

Според нас описаните в литературата резултати се дължат на необходимостта от относително продължително обучение и опит с МИС техниките, докато се оптимизират тези оперативни параметри. Тоест докато по отношение параметри като кръвозагуба, болничен престой, постоперативна болка предимствата на МИС са безспорни и те могат да бъдат постигнати без значителен опит с перкутанните техники за стабилизация, то по отношение на оперативното време и рентгеновата експозиция е необходимо натрупване на по-голям опит за постигане на по-добри резултати. С цел да анализираме това разделихме групата от 92 пациента на четири последователни четвъртини от по 23 пациента като сравнихме данните за продължителност на оперативната интервенция и рентгенова експозиция между 4-те групи. В този смисъл в нашата серия средното оперативно време беше 124.5мин, което е стойност сравнима с резултатите на други проучвания. Въпреки това, анализирайки как се променя продължителността на оперативните интервенции, с натрупването на повече опит установихме значително подобрение по отношение на този показател – средното оперативно време за първата четвърт от 23 пациента бе 136.9 мин, а последната серия от 23ма болни – 116.9 мин., *Фиг. 1.*



Фиг. 1. Оперативно време в минути за 1-ва, 2-ра, 3-та и последна четвъртини.



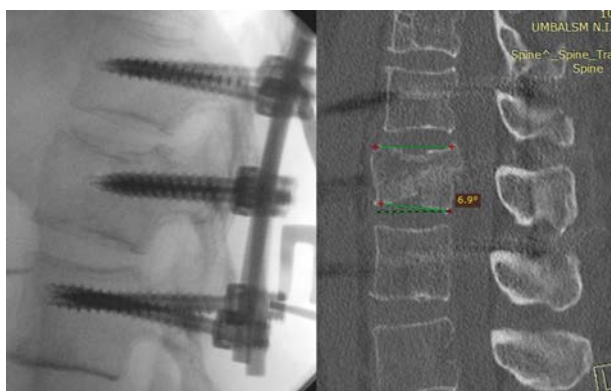
Фиг. 2. Рентгенова експозиция в секунди за 1-ва, 2-ра, 3-та и последна четвъртини.

По отношение на рентгеновата експозиция, средните стойности за нашата серия бяха 70.05 секунди експозиция или 6.84 mGy, което е значително повече от докладваните при класическите отворени техники за транспедикуларна стабилизация. Въпреки това по отношение на този показател също се наблюдава значително

подобрене с натрупването на опит – средно 105.4 сек. или 10.06mGy за първата четвърт пациенти и 45.18 сек./4.35mGy за последната четвърт, *Фиг. 2*. Тоест постигнато бе 50% понижение на рентгеновата експозиция, което е сравнимо със стойностите при отворена оперативна техника.



Фиг. 3. Клиничен случай 1: 62 годишна жена, А3 фрактура по АО, локален кифотичен ъгъл 19.8°.



Фиг. 4. Клиничен случай 1: 6 перкутанти винта, индиректна декомпресия, редукция на фрактурата, постоперативен локален кифотичен ъгъл 6.9°.

Подобрението по тези показатели може да бъде обяснено с нарастващия опит на хирурга и оперативния екип, свикване с инструментариума и оперативните стъпки, въвеждането на подобрение в ергономията по време на интервенцията, еволюцията на оперативната техника. Така например натрупването на опит и увереност в хирурга доведе до необходимост от по-малко флуороскопски контрол, а оттам и до редукция на оперативното време. Тези резултати естествено не могат да бъдат отдадени само на поголемия опит на хирурга. По-добрите резултати се дължат и на въвеждането на подобрения в

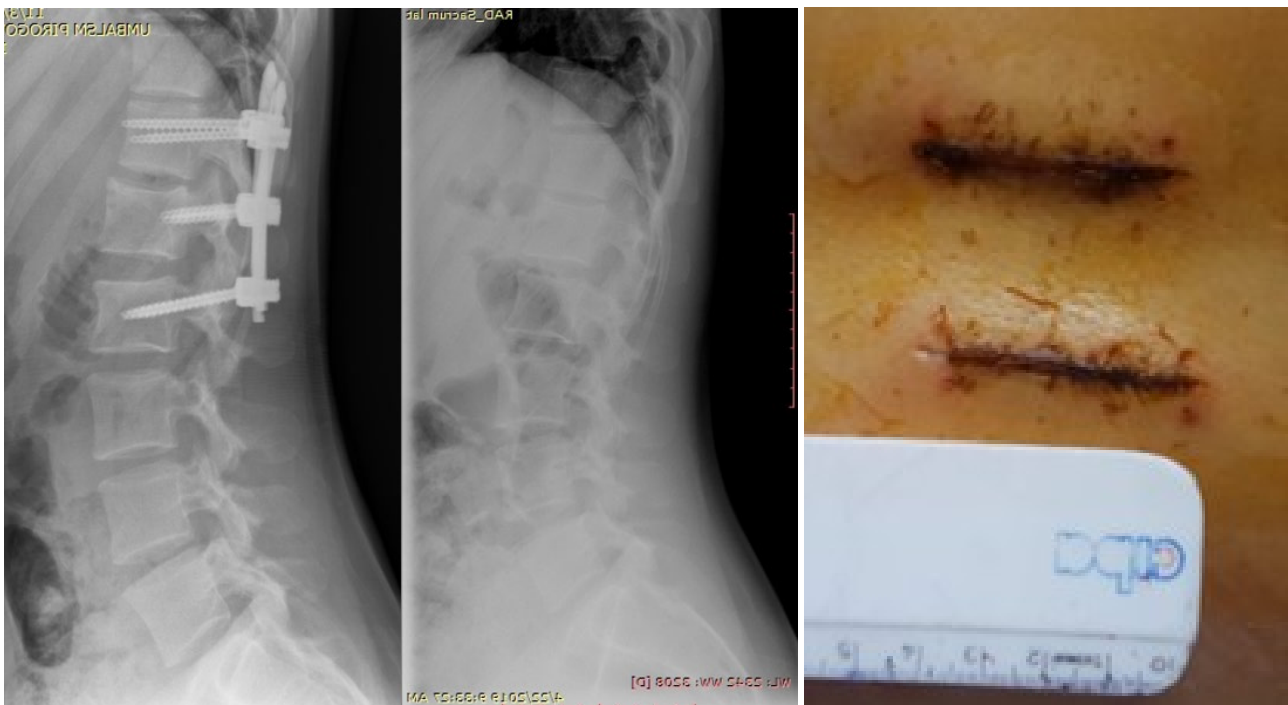
оперативната техника – например използването на два паралелни кожни разреза на нивото на 2 до 3 педикула вместо множество малки инцизии за всеки педикул, *Фиг. 7*, позволи много подобър тактилен усет и анатомична ориентация, което пък доведе до значително по-кратки оперативно време и рентгенова експозиция. Друг пример е използването на техника с „4 ръце“. Има се предвид, че последователните хирургични стъпки не се осъществяват от един хирург (старши оператор) с помощта на асистент, а двамата хирурзи работят последователно, поделяйки си отделните стъпки на интервенцията, с цел да спестят време. По този начин техниката с „4 ръце“, обучените хирургичен екип, добре планираната интервенция и подобрената ергономия по време на операцията, осигуряват непрекъснат работен процес със значителна редукция на оперативното време и рентгеновата експозиция.

Всъщност използването на МИС техники е свързано като цяло с промяна в концепцията на хирурга – вместо отворена стабилизация с ламинектомия – индиректна декомпресия, къса стабилизация, съхраняване на задните елементи и функция с възможност за по-бързо премахване на стабилизацията и възстановяване на подвижността, без необходимост от фузия на предната колона при повечето фрактури [2]. В нашата серия средния предоперативен локален кифотичен ъгъл бе 20.86 градуса, средния постоперативен локален кифотичен ъгъл бе 12.1 градуса, като не се отчете съществена разлика между случаите с късосегментна стабилизация и тези с дългосегментна стабилизация. Това потвърждава хипотезата на Guven et al. [4], че корекция на сагиталния деформитет може да бъде постигната лесно с поставяне на винт във фрактурирания прешлен, още повече, че това подобрява стабилността на системата и предотвратява загубата на корекция след време [6, 12].

МИС концепцията за „вътрешно шиниране“ заобикаля необходимостта от фузия, което потенциално намалява шанса за развитие на свързани с това усложнения (проксимална на стабилизацията кифоза, болест на съседното ниво) и съхранява подвижността в сегмента след премахване на стабилизацията [8]. Различни проучвания демонстрират сходни или по-добри функционални резултати, при сравнението на временна къса стабилизация с дългосегментна инструментация с фузия [3]. Нашият опит с късосегментна МИС фиксация също показва, че тези техники подобряват редица показатели като кръвозагуба, оперативно време, рентгенова експозиция и болничен престой.



Фиг. 5. Клиничен случай 2 25 годишна жена, А3 фрактура, без неврологичен дефицит.



Фиг. 6. Клиничен случай 2: 6 перкутанны винта, индиректна декомпресия, <150мл кръвозагуба, 90 мин оперативно време. Стабилизацията бе премахната на 10 месеца след травмата.

Фиг. 7. Два паралелни парамедианни кожни разреза вместо 6 отделни на нивото на всеки педикул.

Заклучение

Минимално инвазивните техники (МИС) за декомпресия, редуция и фиксация представляват реална алтернатива на стандартните отворени достъпи, при селектирана група пациенти. Перкутанныят и „мини оупън“ подход за фиксация при нестабилни фрактури осигурява „вътрешно шиниране“ при минимизиране на хирургичната травма, максимално съхраняване на паравертебралната мускулатура и редуция на постоперативната денервация, атрофия и болка. В дългосрочен план МИС осигуряват добра

корекция на кифозата и стабилна фиксация на гръбначния стълб.

Техниката с „4 ръце“, обучени хирургичен екип, добре планираната интервенция и подобрената ергономия по време на операцията, осигуряват значителна редуция на оперативно-то времето и рентгеновата експозиция.

Финансиране и конфликт на интереси

Авторите декларират, че нямат финансов интерес от това проучване. Авторите декларират липса на конфликт на интереси.

Библиография

1. Brodano GB, Martikos K, Lolli F, et al (2015) Transforaminal Lumbar Interbody Fusion in Degenerative Disk Disease and Spondylolisthesis Grade I: Minimally Invasive Versus Open Surgery. *J Spinal Disord Tech* 28: E559-564.
2. [Charles YP, Walter A, Schuller S, Steib JP. Temporary Percutaneous Instrumentation and Selective Anterior Fusion for Thoracolumbar Fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017 May 1;42(9): E523-E531. doi: 10.1097/BRS.0000000000001888. PMID: 27584674.]
3. Danison AP, Lee DJ, Panchal RR. Temporary stabilization of unstable spine fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017 Jun;10(2):199-206. doi: 10.1007/s12178-017-9402-y. PMID: 28316056; PMCID: PMC5435633.
4. Guven O, Kocaoglu B, Bezer M, Aydin N, Nalbantoglu U The use of screw at the fracture level in the treatment of thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord Tech* 2009, 22(6):417-421.
5. Jiang XZ, Tian W, Liu B, Li Q, Zhang GL, Hu L, Li Z, He D. Comparison of a paraspinal approach with a percutaneous approach in the treatment of thoracolumbar burst fractures with posterior ligamentous complex injury: a prospective randomized controlled trial. *J Int Med Res*. 2012;40(4):1343-56. doi: 10.1177/147323001204000413. PMID: 22971486.
6. Kanna RM, Shetty AP, Rajasekaran S (2015) Posterior fixation including the fractured vertebra for severe unstable thoracolumbar fractures. *Spine J* 15(2):256-64.
7. Karp, J. E., & Ludwig, S. C. (2011). The Role of Minimally Invasive Surgery in Thoracolumbar Spine Trauma. *Seminars in Spine Surgery*, 23(1), 60-65.
8. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adultspinal deformity after segmental posterior spinal instrumentation and fusion: minimum five-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33:2179-84.
9. Lau D, Lee JG, Han SJ, et al (2011) Complications and perioperative factors associated with learning the technique of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF). *J Clin Neurosci* 18:624-627.
10. Lee JC, Jang H-D, Shin B-J (2012) Learning curve and clinical outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: our experience in 86 consecutive cases. *Spine* 37:1548-1557.
11. [Oh T, Scheer JK, Fakurnejad S, Dahdaleh NS, Smith ZA. Minimally invasive spinal surgery for the treatment of traumatic thoracolumbar burst fractures. *J Clin Neurosci*. 2015 Jan;22(1):42-7. doi: 10.1016/j.jocn.2014.05.030. Epub 2014 Aug 21. PMID: 25150769.]
12. Ökten Aİ, Gezercan Y, Özsoy KM, Ateş T, Menekşe G, Aslan A, Çetinalp E, Güzel A (2015) Results of treatment of unstable thoracolumbar burst fractures using pedicle instrumentation with and without fracture-level screws. *Acta Neurochir (Wien)* 157(5):31-6.
13. Phan K, Rao PJ, Kam AC, Mobbs RJ (2015) Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion for treatment of degenerative lumbar disease: systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 24:1017-1030.
14. Schizas C, Tzinieris N, Tsiridis E, Kosmopoulos V (2009) Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: evaluating initial experience. *Int Orthop* 33:1683-1688.
15. Terman SW, Yee TJ, Lau D, et al (2014) Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: comparison of clinical outcomes among obese patients. *J Neurosurg Spine* 20:644-652.
16. Vazan M, Gempt J, Meyer B, et al (2017) Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a technical description and review of the literature. *Acta Neurochir (Wien)* 159:1137-1146.
17. Walker CT, Xu DS, Godzik J, et al (2018) Minimally invasive surgery for thoracolumbar spinal trauma. *Ann Transl Med* 6:102.
18. Wang J, Zhou Y, Feng Zhang Z, et al (2014) Comparison of the clinical outcome in overweight or obese patients after minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion. *J Spinal Disord Tech* 27:202-206.
19. Wang J, Zhou Y, Zhang ZF, et al (2010) Comparison of one-level minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in degenerative and isthmic spondylolisthesis grades 1 and 2. *Eur Spine J* 19:1780-1784.

Адрес за кореспонденция:

Проф. д-р Николай Габровски, д.м.н.

Клиника по неврохирургия

УМБАЛСМ „Н.И. Пировгов“

Бул. „Тотлебен“ 21

1606 София, България

E-mail: gabrovsky@gmail.com**Address for Correspondence:**

Prof. Nikolay Gabrovsky, MD, PhD, DSci

Clinic of Neurosurgery

УМБАТЕМ N.I. Pirogov

21 Totleben Blvd.

1606 Sofia, Bulgaria

E-mail: gabrovsky@gmail.com

КЪСНА ТРОМБЕКТОМИЯ ПРИ ПАЦИЕНТ С ОСТРА ОКЛУЗИЯ НА СРЕДНА МОЗЪЧНА АРТЕРИЯ

Михаил Петров¹, Николай Велинов¹, Теодора Сакеларова⁵, Добромир Илиев², Нурфет Алиоски^{1,3}, Иван Мартинов⁴, Мария Димитрова², Николай Габровски¹

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

²Клиника по нервни болести, УМБАЛСМ „Н. И. Пирогов“, София

³Отделение по ендovasкуларна неврохирургия, УМБАЛ „Св. Анна“, София

⁴Клиника по инвазивна кардиология, УМБАЛСМ „Н. И. Пирогов“, София

⁵Клиника по нервни болести, УМБАЛ „Св. Анна“, София

Резюме

Ишемичният мозъчен инсулт (ИМИ) е неврологично заболяване с висока социална значимост. В България са регистрирани 50 847 ИМИ за 2019 г. Златен стандарт в лечението е венозната тромболиза до 4.5 часа от началото на симптоматиката, но дори приложена навреме, тя не винаги е ефективна. При пациенти без настъпване на ефект от провеждането ѝ или с налични контраиндикации за провеждането ѝ, както и пациенти с доказана оклузия на голям мозъчен артериален съд, терапевтична възможност е ендovasкуларното лечение. Ендovasкуларно лечение – механична тромбектомия, тромбаспирация – може да се проведе до 6 часа след началото на симптоматиката. Механичната тромбектомия се препоръчва като допълнение на интравенозната тромболиза или като самостоятелно лечение, при определени случаи, при пациенти с остър ишемичен инсулт поради оклузия на голям артериален съд. С помощта на съвременните образни технологии – компютър-томографска (КТ) перфузия, DWI-секвенция на магнитно-резонансна томография (МРТ), може да се оцени големината на ишемичното ядро, пенумбрата и наличието на колатерален кръвоток и увеличаване на времеви терапевтичен прозорец дори до 24 часа, според някои проучвания. Представяме клиничен случай на пациент с ИМИ в басейна на дясна средна мозъчна артерия и проведена механична тромбектомия след 24-ия час от началото на симптоматиката.

Ключови думи: ишемичен мозъчен инсулт, механична тромбектомия, ендovasкуларно лечение.

LATE THROMBECTOMY IN A PATIENT WITH ACUTE OCCLUSION OF THE MIDDLE CEREBRAL ARTERY

Mihail Petrov¹, Nikolay Velinov¹, Teodora Sakelarova⁵, Dobromir Iliev², Nurfet Alioski^{1,3}, Ivan Martinov⁴, Maria Dimitrova², Nikolay Gabrovsky¹

¹Department of Neurosurgery, University Multiprofile Hospital for Active Treatment with Emergency Medicine N. I. Pirogov, Sofia, Bulgaria

²Department of Neurology, University Multiprofile Hospital for Active Treatment with Emergency Medicine N. I. Pirogov, Sofia, Bulgaria

³Department of Endovascular Neurosurgery, University Multiprofile Hospital for Active Treatment St. Anna, Sofia, Bulgaria

⁴Department of Cardiology, University Multiprofile Hospital for Active Treatment with Emergency Medicine N. I. Pirogov, Sofia, Bulgaria

⁵Department of Neurology, University Multiprofile Hospital for Active Treatment St. Anna, Sofia, Bulgaria

Abstract

Ischemic stroke is a disease with a great social burden. In 2019 in Bulgaria are registered 50,847 cases of ischemic stroke. Intravenous thrombolysis is established as the golden standard in the treatment of ischemic stroke. It is applied up to 4.5 hours after symptom onset but unfortunately it is not always effective. Endovascular treatment is the better therapeutic modality in patients with no improvement after iv-rtPA, in patients that are contraindicated for the application of iv-rtPA, or in patients with diagnosed large vessel occlusion. Endovascular treatment – mechanical thrombectomy or thrombaspiration – could be applied up to 6 hours after symptom onset. Mechanical thrombectomy is recommended as an adjunct to iv-rtPA or as a sole treatment modality in patients with ischemic stroke and large vessel occlusion. Contemporary imaging modalities, such as computed tomography (CT) perfusion, DWI-sequence magnetic resonance imaging (MRI), give us the opportunity to measure the ischemic core, the penumbra and estimate the available collaterals and thus extend the therapeutic time window up to 24 hours according to some studies. We present a clinical case of a patient with ischemic stroke with occlusion of the right middle cerebral artery and performed mechanical thrombectomy 24 hours after symptom onset.

Keywords: ischemic stroke, mechanical thrombectomy, endovascular treatment.

Въведение

Исхемичният мозъчен инсулт (ИМИ) е неврологично заболяване с висока социална значимост. В България са регистрирани 50 847 ИМИ за 2019 г. [1] Златен стандарт в лечението е венозната тромболиза до 4.5 часа от началото на симптоматиката, но дори приложена навреме, тя не винаги е ефективна [2]. При пациенти без настъпване на ефект от провеждането ѝ или с налични контраиндикации за провеждането ѝ, както и пациенти с доказана оклузия на голям мозъчен артериален съд терапевтична възможност е ендоваскуларното лечение. Ендоваскуларно лечение – механична тромбектомия, тромбаспирация – може да се проведе до 6 часа след настъпване на неврологичен дефицит. С помощта на съвременните образни технологии – компютър-томографска (КТ) перфузия, DWI-секвенция на магнитно-резонансна томография (МРТ), може да се оцени пенумбрата и наличието на колатерален кръвоток и увеличаване на времеви терапевтичен прозорец дори до 24 часа, според някои проучвания.

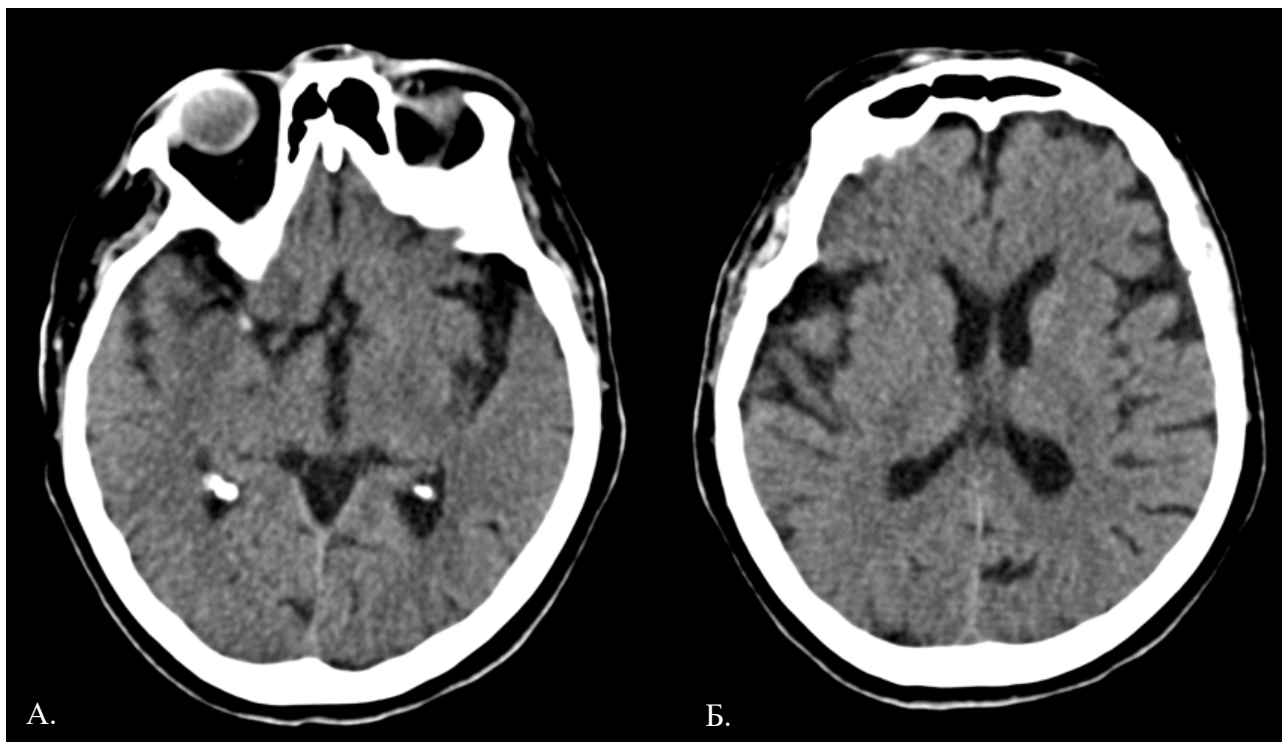
Клиничен случай

Пациентката на 77 год. постъпва по спешност в УМБАЛСМ „Н. И. Пирогов“ по повод на остро настъпила слабост в левите крайници и промяна в говора от около 1 час. По време на първоначалния преглед от невролог пациентката е с частично подобрение на неврологичната симптоматика – пациентката е в ясно съзнание, по Glasgow-Liege Scale (GLS) е 20 т., National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) е 7 т., лекостепенна левостранна централна хемипареза, наличие на патологичен рефлекс на Бабински в ляво, левостранна хемипареза. Налични рискови фактори при пациентката – обезитет и артериална хипертония. Проведена при постъпването КТ и КТ-ангиография на главен мозък, които са представени на *Фиг. 1, 2 и 3*. От проведените образни изследвания не се установиха ранни данни за исхемични промени в дясна мозъчна хемисфера – Alberta Stroke Programme Early CT Score (ASPECTS) 10 т., а от проведената КТ-ангиография на главен мозък се потвърди наличието на оклузия на М1-сегмент на дясна а. cerebri media. Предвид наличието на оклузия на голям артериален съд се прецени, че пациентката подлежи на ендоваскуларно лечение с цел реканализация на запушения мозъчен съд. До приключване на КТ-ангиографията пациентката бе с почти пълно обратно развитие на неврологичната симптоматика, с изключения на дискретна дизартрия и пирамидни белези в ляво. Близките на пациентката категорично отказаха провеждането на интервенционално

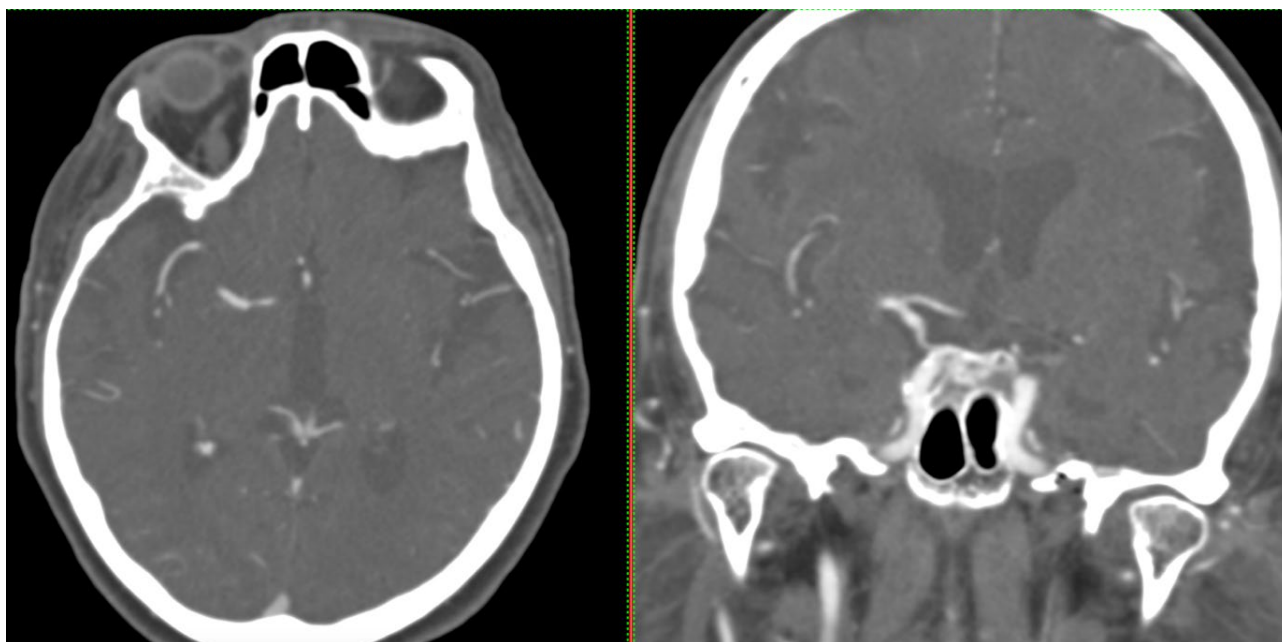
лечение, предвид обратното развитие на неврологичната симптоматика. Пациентката беше преведена в реанимация за активно мониториране на артериалното налягане при спазване на строги инструкции да се поддържа над 130/90 mmHg. Състоянието на пациентката се задържа непроменено следващите 24 часа, когато се установи рязко влошаване. При АН 190/100 mmHg пациентката е сомнолентна, със сензомоторна афазия, тежка левостранна централна хемипареза и мануално мускулно тестване (ММТ) – 2/5, NIHSS 15 т. По спешност се осъществи контролна КТ на главен мозък, където се визуализира малка хиподенсна зона вдясно темпорално, със задържан висок ASPECTS 9 т., въпреки минали повече от 24 часа от началната отпадна симптоматика. Предвид динамиката в неврологичната симптоматика бе проведен отново разговор с близките, които се съгласиха за провеждането на ендоваскуларно лечение. На проведена конвенционална ангиография, *Фиг. 4А*, се потвърди наличие на тотална оклузия на а. церебри медия в дясно, като след преминаването през тромба, *Фиг. 4Б*, се визуализира добър дистален кръвоток, без стагнация на контраст. Под краткотрайна венозна седация се осъществи механична тромбектомия с помощта на стент Solitaire с проксимална протекция балон-катетър Cello на а. carotis interna dex., постигна се пълна реканализация на а. cerebri media dex. – Thrombolysis in Cerebral Infarction (TICI) 2b-3, *Таблица 1*. След процедурата беше оставена на комбинирана антикоагулантна и антиагрегантна терапия. Пациентката беше с добър клиничен резултат интрапроцедурно. При дехоспитализацията е в ясно съзнание, с латентна левостранна хемипареза (ММТ 4/5), вертикализирана – NIHSS 3, modified Rankin scale (mRS) – 2. При проследяване на 30 ден – mRS 2.

Grade 0	Липса на перфузия
Grade 1	Минимална перфузия
Grade 2	Частична перфузия
2a	До 2/3 от съдовата територия се визуализира
2b	Пълно изпълване на цялата територия, но с по-ниска скорост
Grade 3	Пълна перфузия на съотв. съдова територия

Табл. 1. Оценка на ревакуларизацията. Тромболиза при мозъчен инфаркт – Thrombolysis in Cerebral Infarction (TICI).



Фиг. 1. Нативно КТ-изследване на пациентката при постъпване. **А.** Хиперденсна средна мозъчна артерия. **Б.** Без данни за ранни исхемични промени в дясна мозъчна хемисфера – ASPECT 10.

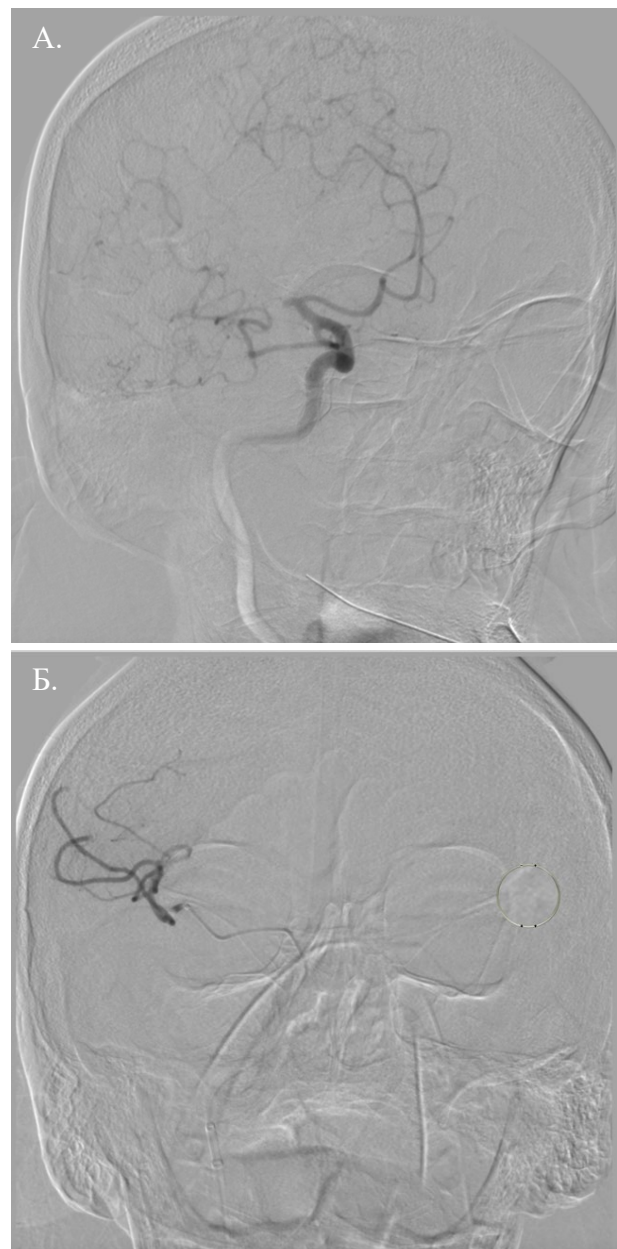


Фиг. 2. КТ-ангиография на пациентката при постъпване в УМБАЛСМ „Н. И. Пирогов“. Данни за тотална оклузия на М1-сегмент на дясна а. церебри медия. Вижда се добро изпълване на дистални клонове на а. церебри медия, което потвърждава наличието на добро колатерално кръвообращение.

ИМИ е заболяване с висока социална значимост. Предизвикателството при лечението на пациенти с ИМИ е възстановяването на мозъчния кръвоток в рамките на критичен времеви прозорец, преди настъпване на необратима невронна увреда. Ендоваскуларното лечение при ИМИ до 6-ти час от началото на симптоматиката при доказана оклузия на голям артериален

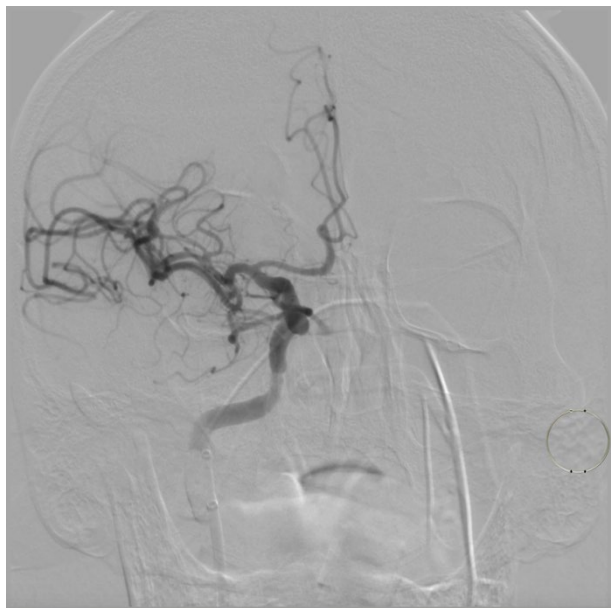
мозъчен съд (вътрешна сънна артерия, ВСА; средна мозъчна артерия, СМА) е с доказан терапевтичен ефект [5]. Мозъчната колатерална циркулация е от основно значение в патофизиологията на острия исхемичен инсулт [9]. Колатералният кръвен ток определя бързината, с която се оформя исхемичната зона. Оценяването му може да даде допълнителни терапевтични

възможности като удължаване на терапевтичния прозорец. Освен времето от началото на симптоматиката, определяне на размера на исхемичното ядро и пенумбрата е от изключително значение за успеха на интервенционалната процедура [10,11]. Контрол на артериалното налягане преди, по време и след реканализацията е от първостепенна важност за клиничния изход [12]. Две рандомизирани клинични проучвания – DAWN и DEFUSE 3, доказват ползата на тромбектомията при ИМИ до 24-и час от началото на симптоматиката [6,7]. В тези проучвания са включени пациенти с интракраниална оклузия на ВСА и СМА. Проучването DAWN показва по-добро функционално възстановяване на 90-и ден след ИМИ при пациенти след ендоваскуларно лечение (48%) в сравнение с медикаментозно лечение (13%) [6]. Прогнозата при пациенти с ИМИ и оклузия на ВСА е лоша – перманентен неврологичен дефицит при 40-69% от случаите, летален изход при 16-55% и добро клинично възстановяване при само 2-12% от случаите [8]. Запушване на голям артериален мозъчен съд се асоциира с по-лош клиничен резултат и по-малък процент ревакуларизация в резултат на интравенозното приложение на тъканен плазминогенен активатор (IV t-PA). При такива случаи терапевтичният избор е ендоваскуларно лечение, дори в по-дългия времеви диапазон, като се разглеждат образните изследвания и се оценява колатералния кръвен ток и пенумбрата. Допълнителни проучвания са нужни за поставяне на ясни критерии за оценка и подбор на пациентите, които ще имат полза от лечението и в по-дълъг времеви интервал от началната симптоматика.



Фиг. 4 (горе). Конвенционална мозъчна ангиография. **А.** Показана е оклузията на М1 сегмент в дясно. **Б.** С микрокатетър сме преминали през тромба, разположен в М1-сегмент, и е изобразено изпълва-нето с контраст на дисталната артериална съдова мрежа.

Фиг. 3 (ляво). КТ 3D-ангиография, на която с червена стрелка е показана оклузията на дясна а. церебри медия, със зелена стрелка наличния дистален кръвоток, дължащ се на добре развитата колатерална мрежа.



Фиг. 5. Конвенционална мозъчна ангиография след проведена механична тромбектомия с помощта на стент Solitaire. Пълна реканализация на а. церебри медия дextrа – TICI 2b-3.

Заклучение

Механичната тромбектомия е метод на избор при установена остра оклузия на голям артериален мозъчен съд до 6-ти час от началото на отпадната неврологична симптоматика. Добре развитите артериални колатерали могат да съхранят пенумбрата витална и отвъд този времеви диапазон. С помощта на съвременните образни изследвания – КТ перфузия, DWI МРТ, могат да бъдат селектирани пациентите, при които пенумбрата е съхранена и след 6-ия час и да се проведе механична тромбектомия до 24-ия час от началото на неврологичната симптоматика с добър клиничен резултат.

Библиография

1. Калпачка Д, Сакеларова Т, Калпачки Р: Приложение на антидот на дабигатран при венозна тромбоза – собствен опит, Българска неврология, Том 20, бр. 3, Декември 2019, 105.
2. Калпачки Р: Венозна тромбоза - златен стандарт в съвременното лечение на исхемичен инсулт, Българска Неврология, Том 20, Доп. 7, Май 2019.
3. Национален консенсус за профилактика, диагноза и лечение на мозъчносъдовите заболявания. Българска Неврология, Том 19, Доп. 1, Януари 2018.
4. William J. Powers, Alejandro A. Rabinstein, T et al.: Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association.
5. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al.: Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. N Engl J Med 372: 2296–2306, 2015.

6. Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging. N Engl J Med 378: 708–718, 2018.
7. Matsumaru Y, Ishikawa E, Yamamoto T, Matsumura A. Recent trends in neuro-endovascular treatment for acute ischemic stroke, cerebral aneurysms, carotid stenosis, and brain arteriovenous malformations. Neurol Med Chir (Tokyo) 57: 253–260, 2017.
8. Larrue V, von Kummer RR, Müller A, Bluhmki E: Risk factors for severe hemorrhagic transformation in ischemic stroke patients treated with recombinant tissue plasminogen activator: a secondary analysis of the European-Australasian Acute Stroke Study (ECASS II). Stroke 32: 438–441, 2001.
9. Liebeskind DS: Collateral Circulation Originally published 24 Jul 2003. Stroke. 2003; 34:2279–2284.
10. Linfante I, Cipolla MJ: Improving Reperfusion Therapies in the Era of Mechanical Thrombectomy. Transl. Stroke Res. 7, 294–302 (2016).
11. Jung S, Wiest R, Gralla J, McKinley R, Mattle H, Liebeskind D: Relevance of the cerebral collateral circulation in ischaemic stroke: time is brain, but collaterals set the pace. Swiss Med Wkly. 2017 Dec 11;147:w14538.
12. Mohammad A, Mohamad Y, Orabi A et al: Blood Pressure and Outcome After Mechanical Thrombectomy With Successful Revascularization A Multicenter Study Originally published 18 Jul 2019 Stroke. 2019; 50:2448–2454.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Михаил Петров
Клиника по неврохирургия
УМБАЛЦМ „Н. И. Пирогов“
Бул. „Тотлебен“ 21
София, България
E-mail: mihail5rov@gmail.com

Address for Correspondence:

Mihail Petrov, MD
Clinic of Neurosurgery
UMHATEM N. I. Pirogov
21 Totleben Blvd
Sofia, Bulgaria
E-mail: mihail5rov@gmail.com

ИНТРАОПЕРАТИВНО НЕВРОФИЗИОЛОГИЧНО МОНИТОРИРАНЕ ПРИ ГРЪБНАЧНИ ОПЕРАЦИИ: ОБЗОР НА СЪВРЕМЕННИТЕ НАСОКИ И ТЕНДЕНЦИИ

Петра Василева^{1,2}, Васил Каракостов^{1,2}

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

²Катедра по неврохирургия, Медицински факултет, МУ-София

Резюме

Използването на електрофизиологичен мониторинг по време на оперативни интервенции на гръбначния стълб измерва функционалната цялост на гръбначния мозък по време на операции за декомпресия на нервни структури, корекции чрез стабилизация на вродени или придобити деформитети в цервикален, торакален и лумбален вертебрален отдел, резекция на интрадурални интра- и екстрадурални тумори. В тези случаи интраоперативното електрофизиологично мониториране е от потенциална диагностична помощ, като има роля и на прогностичен инструмент по отношение на неврологичните резултати след оперативната намеса. Целта на този обзор е доказателствената и количествена оценка на приложението на интраоперативното неврофизиологично мониториране за предотвратяване на постоперативен неврологичен дефицит на базата на научни доклади и насоки, представени в проучвания от Клас I, II и III. Последните са класифицирани спрямо доказателствения модел на Американската Академия по Неврология (American Academy of Neurology).

Ключови думи: интраоперативно неврофизиологично мониториране, евокирани потенциали, гръбначна хирургия.

INTRAOPERATIVE NEUROPHYSIOLOGICAL MONITORING DURING SPINAL SURGERIES: REVIEW OF THE CURRENT GUIDELINES AND TRENDS

Petra Vasileva^{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

The use intraoperative neurophysiological monitoring during spinal surgeries has been advocated as a means of measuring the functional integrity of the spinal cord during spinal cord decompression, spinal cord deformity correction of congenital and acquired diseases in cervical, thoracic and lumbar region, resection of intradural intra- and extramedullary tumors. In this role, electrophysiological monitoring is a potential diagnostic adjunct during spinal surgery and has also been touted as a prognostic tool to improve neurological outcome in surgically treated patients. The aim of this review is to quantify and evaluate the medical evidence of the feasibility of the intraoperative neurophysiological monitoring for prevention of postoperative neurological deficit based on scientific guidelines and Class I, II and III research, classified according to the proof model of the American Academy of Neurology.

Keywords: intraoperative neurophysiological monitoring, evoked potentials, spinal surgery.

Въведение

Въпреки напредъка в неврохирургичните стратегии и техники за лечение на гръбначни тумори, оперативните интервенции все още носят значителен риск от причиняване на интраоперативно неврологично увреждане, като заболяемостта варира от 3,7% до 7,5% [2,3]. Целта на оперативната интервенция е постигане на максимална резекция в безопасни граници, което в някои случаи налага компромис между най-добрия хирургичен резултат и запазването на интегритета на неврологичните функции.

В този контекст интраоперативното неврофизиологично мониториране (IONM) се явява най-ефективната техника за идентифициране и проследяване в реално време на функционалната цялост както на гръбначния мозък, така и на сегментните спинални коренчета. Последната позволява оценка на сензорния и моторния интегритет на гръбначномозъчните пътища съответно чрез соматосензорни (SSEPs) и

моторни евокирани потенциали (MEPs), както и функцията на отделните нервни коренчета (електромиографски потенциали).

Записите на посочените параметри в хода на спинална операция оценяват функционирането на тези пътища и отделни нервни единици в реално време, което определя диагностичния потенциал на интраоперативното невромониториране.

Теоритично отклонения от неврофизиологичния запис на всяка от тези модалности по време на хирургичната интервенция корелира с определен тип гръбначномозъчна увреда. Тя може да бъде предотвратена и да се постигне максимално добър постоперативен неврологичен резултат, което определя терапевтичния потенциал на IONM при спинални операции.

Въпреки множеството изследвания и публикации по темата за интраоперативно неврофизиологично мониториране, все още няма напълно регламентиран и утвърден стандарт. От

друга страна някои автори от Американската система на здравеопазване [4-6] го приемат като „част от приетите медицински грижи“. Все още продължават научните спорове относно достоверността и надежността на интраоперативното невромониторинг за определяне на добрия постоперативен изход.

Целите на настоящия обзор са да се представи обобщен опит на база резултатите от множество клинични прочувания относно значимостта, достоверността и ефективността на интраоперативното невромониторинг; да се представят синтезирани насоки за използване на различните модалности; да се оцени ползата на техниката за намаляване на риска от постоперативни неврологични усложнения.

Материал и методи

За подбора на обзорни статии бяха използвани ключови думи по темата в компютъризираната национална медицинска библиотека (PubMed). Включиха се материали, които описват диагностичната и прогностичната стойност на интраоперативното неврофизиологично мониториране.

Резултати

С най-голяма стойност за конкретната цел на този обзор бе публикацията от 2017 г. на Hadley et al. „Guidelines for the use of electrophysiological monitoring for surgery of the human spinal column and spinal cord“ [1], която систематизира хронологично в табличен вид наличните данни относно диагностичната, терапевтичната и материалната стойност на модалностите на интраоперативното невромониторинг. Авторите синтезират и три нива на препоръки според утвърдените нива на достоверност.

В допълнение се проведе анализ на публикации, представящи големи серии от пациенти, нови концепции и клинични насоки за мониториране.

Дискусия

Соматосензорните евокирани потенциали (SSEPs) осигуряват мониториране на задните стълбци и медиалния лемнискус на гръбначния мозък, които носят усещанията за тактилна дискриминация, вибрация и позиция на ставите и сухожилията. Най-често се стимулира *n. medianus* за горни крайници и *n. tibialis posterior* за долни крайници (интензитет на тока 40 mA, продължителност на стимулацията 0.2 msec, при повторение от 4.3 Hz) и разположение на записващите електроди на скалпа спрямо Интернационалната система 10-20: Cz/Fz за долни и

C3/C4/Fz за горни крайници [2, 7]. Едно от основните ограничения на SSEP е фактът, че изискват осредняване на стойността на вълната, което забавя времето им за придобиване. Алармиращ критерий за потенциален дефицит интраоперативно, който корелира с конкретен етап от хирургичната операция се счита спадането на SSEPs с 50% от амплитудата и/или удължаване на латентността с 10%. Тези потенциали обаче не са специфични за коренчева увреда и в случаи на такава последните ще останат непроменени. За спиналната хирургия чувствителността на SSEP е между 75% и 94%, със специфичност относно очакван постоперативен дефицит варираща между 50% и 100%. [2, 3, 8, 9].

Моторните евокирани потенциали (MEP) най-често се получават чрез транскраниална стимулация (TcMEP), при която записът се отчита от съответния мускул или от самия гръбначен мозък – директна кортикоспинална вълна (D-вълна). За стандартния TcMEP запис стимулиращите електроди се поставят на C3 и C4 (спрямо интернационалната система 10-20) за активация на мускулите на долните и горни крайници. Получаването на сигнали директно от гръбначния мозък (D-вълна) се осъществява чрез поставяне субдурално на записващ електрод, като нивото за добиване на запис е ограничено до T_x11. Основната полза от тази модалност се описва при операциите на интрадурални и интрамедуларни тумори. Директните кортикоспинални вълни са в силна корелация с постоперативния неврологичен статус. Дори и при пълна загуба на MEP, запазване на поне 50% от амплитудата на D-вълната, резултира в различна по степен преходна парапареза. В случаите на пълна загуба на амплитудата на D-вълната интраоперативно пациентите са с траен моторен дефицит след операцията [15].

Интерпретацията на TcMEP може да се осъществи по 4 рутинно приети метода: 1) спрямо критерия „всичко или нищо“; 2) спрямо амплитудата; 3) спрямо прага на потенциалите; 4) спрямо морфологията на потенциалите.

Най-широко използван е критерият „всичко или нищо“, според който пълна загуба на MEP сигнал спрямо утвърдената средна стойност индицира клинично значима ситуация. Модификация на критерия за „всичко или нищо“ включва измерване на амплитудата на потенциалите на средната стойност, след което се измерват относителните промени в стойностите спрямо средната, с цел да се определи дали се е появила клинично значима разлика. (12)

Критерият за амплитудата описан от Langeloo et al. [13] използва 80% понижение на амплиту-

дата в поне 1 от 6 отвеждания, като сигнал за клинично значима промяна. Този критерий е описан при проучване на 142 пациенти и притежава сензитивност 100% и специфичност 91%.

Морфологичният критерий разглежда нарушената моторна проводимост на кортико-спиналния път чрез проследяване на промените в характера и продължителността на МЕР вълната. При описаните от Quinones-Hinojosa et al. [14] случаи с операции по повод на интрамедуларни тумори, се наблюдават промени във формата на вълната на потенциалите при стимулация – от полифазна в бифазна или от полифазна в бифазна с последваща загуба на МЕР. Тези промени във формата на вълната персистират дори и след повишаване на стойностите на

стимулация до средно 175V и корелират значително с постоперативен моторен дефицит при пациентите.

Съществуват и някои недостатъци при МЕР. Основният, може би, от които е невъзможността за продължително мониториране (което може да се постигне със SSEP), налагащо проверката на моторните потенциали на интервали от време в хода на оперативната интервенция. Друго ограничение от страна на МЕР е тяхното по-трудно получаване – 94,8% от случаите за горни крайници и 76,6% за долни крайници (сравнено съответно с 98% и 93% за SSEP). Наличието на предоперативен моторен дефицит допълнително затруднява получаването на МЕР с до 39% за долни крайници.

Авторски колектив	Описание на изследването	Клас на достоверност	Заключение
Harel et al., <i>Neurosurg Rev</i>, 2017 [19]	Ретроспективен обзор на 40 интрадурални екстра-медуларни спинални тумори, резецирани при ИОНМ, сравнени със 70 случаи без мониторинг	II	Не се отчита статистически значима разлика за възникването на нов постоперативен дефицит при двете групи пациенти, което не може да потвърди стандартизирането на невромониторирането при резекция на екстрамедуларни спинални тумори
Ghadirpour et al., <i>Clin Neurol Neurosurg</i>, 2015 [7]	Едноинституционално ретроспективно проучване на 68 пациенти с резекция на интрадурални екстра-медуларни спинални тумори	II	ИОНМ може да позволи модификация на хирургичната стратегия при тумори с трудна за достъп локализация и по този начин да намали възможността за неврологична увреда
Choi et al., <i>Yonsei Med J</i>, 2014 [20]	Ретроспективно кохортно проучване на резекция на интрамедуларни спинални тумори при 50 случаи с ИОНМ сравнени с 26 случаи без мониторинг	II	Използването на ИОНМ не резултира при всички случаи в подобрене на степента на резекция или неврологичния резултат постоперативно
Fehlings et al., <i>Spine</i>, 2010 [21]	Систематичен литературен обзор на диагностичната стойност и терапевтична точност на ИОНМ при спинални операции	I и II	С висока достоверност: Мултимодалното ИОНМ е сензитивен и специфичен инструмент за мониторинг на функцията на гръбначния мозък и установяване на интраоперативна неврологична увреда. С ниска достоверност: ИОНМ намалява рискът от интраоперативна увреда.

Табл. 1. Диагностична достоверност на интраоперативното невромониториране.

През 2004 г. Hilibrand et al. [10] описва ретроспективен анализ на 427 пациенти, при които са извършени 324 спинални операции с преден достъп, 83 със заден достъп и 20 интервенции с комбинация от двата достъпа по повод на различни диагнози. При всички случаи е осъществено интраоперативно невромониторинг с SSEP и транскраниални МЕР (ТсМЕР). При дванадесет пациента се отчита значително или пълно спадане на ТсМЕР (дефинирано като поне 60% спадане в амплитудата) по време на операцията. Авторите дефинират като реално положителни резултатите, при които има възвръщане след загубата на потенциали или при персистиране на загубата на потенциали постоперативно, съпроводено с развитието на нов постоперативен неврологичен дефицит. При десет случая ТсМЕР потенциали се възвръщат към изходните стойности и пациентите не демонстрират нов неврологичен дефицит при постоперативния неврологичен преглед. При двама се отчита интраоперативна загуба на амплитудата на ТсМЕР потенциали и постоперативно е наличен нов неврологичен дефицит. Нито един от пациентите, при които интраоперативно не се отчита загуба на ТсМЕР, не развива неврологичен дефицит постоперативно. Това се наблюдава и при редица проучвания на други автори, което позволява заключението, че ТсМЕР се приемат за сензитивни (100%) и специфични (100%). При двама от трима пациенти, които са с постоперативен неврологичен дефицит, SSEP остават без промяна по време на интраоперативното мониториране, а при един от случаите спадането на амплитудата им изостава с около 30 минути след спадането на ТсМЕР. В тази серия от проучени пациенти сензитивността на SSEP е 25%, а специфичността им е 100%. Въпреки това, късното понижаване на амплитудата им е клинично значима. Това проучване представя Клас I достоверност, че ТсМЕР са с диагностична стойност за оценяването на интегритета на гръбначните пътища интраоперативно и превъзхождат SSEP при идентифициране на увреждания на моторния път. Освен това, ТсМЕР имат прогностична стойност за интегритета на кортикоспиналните пътища и при съдово увреждане. Кортикоспиналният път и задните стълбци се разполагат в различни съдови територии, като вторите се кръвоснабдяват основно от перфоранти на задната спинална артерия. От друга страна, латералният и предният кортикоспинален път, както и клетките в предните рога, са в басейна на кръвоснабдяване на предната спинална артерия.

Tsirikos et al. [11] оценяват ефективността от SSEP при оперативни интервенции за декомпре-

сия и пост-травматични операции, като спадането на амплитудата под 60% алармира за много вероятен постоперативен дефицит. Повишаване на амплитудата на SSEP с 20% от началната изходна стойност корелира с по-добра неврологична постоперативна прогноза (Клас II на клинична достоверност).

Nuwer et al. [6] през 2012 публикува експертен обзор на литературните данни за възможността на IONM със SSEP и ТсМЕР да предвиди негативните хирургични резултати при гръбначни операции. Колективът проучва четири Клас I и седем Клас II медицински доклада, които доказват ефективността на интраоперативното невромониториране за предсказване на повишен риск от настъпването на парапареза, параплегия или квадриплегия по време на спинална операция. Техните насоки за използването на мулти-модално невромониториране са публикувани от Американската академия по неврология и са базирани на диагностичната точност на интраоперативното неврофизиологично мониториране при спинални операции (Клас I медицинска доказателственост).

Korn et al. [16] провежда ретроспективен анализ в рамките на 12 години на група от 100 пациента, при които е осъществена резекция на интрадурални екстремедуларни туморни формации с използването на интраоперативно невромониториране (SSEP, МЕР, EMG и запис на D-вълна). Както вида на туморите, така и тяхната локализация варират при групата пациенти – 26% от които са лумбосакрални. Авторите правят заключение за сензитивност от 82%, специфичност от 95%, позитивна предиктивна стойност (PPV) от 82% и негативна предиктивна стойност (NPV) от 95%. Това проучване дава Клас II на доказателственост в полза на необходимостта от интраоперативно неврофизиологично мониториране като диагностичен инструмент при хирургия на спинални тумори.

Jin et al. [17] ретроспективно оценява 25 пациента, при които е осъществена резекция на спинални интрадурални тумори под IONM (SSEP, МЕР, EMG), с различна локализация на лезиите и съпътстваща предоперативна неврологична симптоматика. Статистическият анализ е на базата на два различни критерия за МЕР – 50% намаление на амплитудата и критерия „всичко или нищо“ по отношение на амплитудата. Пациентите са оценени неврологично след операцията на 24-тия час и след 1 месец. Авторите докладват за 100% сензитивност, 91% специфичност, при 60% PPV и 100% NPV за използването на невромониторирането като диагностичен инструмент по време на резекцията на интрадуралните тумори при

прилагането на критерия „всичко или нищо“ за амплитудата на МЕР. При оценяване с по-малко консервативния критерий за 50% спад в амплитудата на МЕР, резултатите подкрепят повишението на специфичността и на PPV след неврологичната постоперативна оценка на 24-тия час, сравнена с тази след 1 месец. В това проучване авторите съобщават, че сигналите от свободното ЕМГ за потенциална увреда предхождат тези на ТсМЕР при 72% от проучените случаи. Последното говори за обвързаност на сигналите от свободното ЕМГ като предиктори на спадане на амплитудата на сигналите от ТсМЕР. Този доклад представя Клас I на медицинска достоверност за използването на мулти-модалното интраоперативно неврофизиологично мониториране като диагностичен инструмент при операции на интрамедуларни спинални тумори.

Velayutham et al. [18] оценяват влиянието на локализацията на туморите върху диагностичната стойност (predictive value – PV) на МЕР. В тяхното проучване са включени 300 случаи на пациенти с цервикални и торакални интра- и екстрамедуларни тумори. Авторите съобщават за промени в отговорите на МЕР при 28 от обхванатите случаи. При 19 пациента се наблюдава пълна загуба на МЕР потенциали, при двама спадане на амплитудата на МЕР с повече от 50% и при двама се наблюдава само преходен спад в амплитудата на потенциалите. При 23 от случаите на спадане или загуба на отговор от МЕР, постоперативно пациентите са с влошен или нов неврологичен дефицит. При 5 от случаите се наблюдават фалшиво положителни сигнали от спадове в амплитудата на МЕР, които не са съпроводени с постоперативен неврологичен дефицит. Сензитивността за цялата популация от изследвани пациенти е 100%, специфичността 98,2%, PPV 82,1% и NPV е 100%. Специфичността и PPV се отчитат като повисоки при пациентите с торакална локализация на туморите (съответно 99,5% спрямо 98,2% и 95,5% спрямо 82,1%) в сравнение с пациентите с цервикално разположени интра- и екстрамедуларни спинални тумори. Връзката между сигналите от страна на МЕР и новите постоперативни дефицити при случаите с тумори в торакален сегмент се усилва от продължителността на симптомите (над 12 месеца) и възрастта (над 21,5 години). Това проучване представя Клас II на достоверност относно предиктивността и диагностичния характер на интраоперативното неврофизиологично мониториране при операции за тумори на гръбначния мозък.

Заклучение

Медицинската достоверност на резултатите от Клас I и II поддържат използването на интраоперативното невромониториране на SSEP и МЕР при операции на гръбначни тумори или друг вид спинални операции в качеството му на диагностичен инструмент за оценка на интегритета на гръбначномозъчните пътища постоперативно. Приложено по този начин, интраоперативното мониториране е сензитивно и достоверно средство за предвиждане на неврологична увреда при спинални оперативни интервенции. Използването на невромониторирането като терапевтичен инструмент не показва съществена стойност на базата на проведените проучвания относно намаляване на нивото на периоперативна неврологична увреда или при подобрене на постоперативния неврологичен резултат. Досегашните проучвания позволяват доказване на диагностичната стойност на интраоперативното невромониториране при спинални операции за алармиране на възможност от постоперативна неврологична увреда. Необходими са допълнителни проучвания за потенциала на невромониторирането при запазване на интегритета на гръбначномозъчната функция, с оглед на навременна модификация на интраоперативния хирургичен подход, за да се избегне различен по тежест постоперативен неврологичен дефицит, включително плегия. Това не успорва ценната интраоперативна информация от множеството модалности на невромониторирането, които имат висока специфичност и сензитивност към превенция на постоперативен неврологичен дефицит.

Библиография

1. Hadley NM, Shank ChD, Rozzelle CJ, Walters BC: Guidelines for the use of electrophysiological monitoring for surgery of the human spinal column and spinal cord. *Neurosurgery*, 2017, 81(5):713-732.
2. Scibilia A, Terranova C, Rizzo V, Raffa G, Morelli A, Esposito F, Mallamace R, Buda G, Conti A, Quartarone A, Germanò A: Intraoperative neurophysiological mapping and monitoring in spinal tumor surgery: sirens or indispensable tools? *Neurosurg Focus*, 2016, 41 (2):E18.
3. Forster MT, Marquardt G, Seifert V, Szelényi A: Spinal cord tumor surgery—importance of continuous intraoperative neurophysiological monitoring after tumor resection. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37:E1001–E1008.
4. Raynor BL, Bright JD, Lenke LG, et al. Significant change or loss of intraoperative monitoring data: a 25-year experience in 12,375 spinal surgeries. *Spine*, 2013, 38(2):E101-E108.
5. Bhagat S, Durst A, Grover H, et al. An evaluation of multimodal spinal cord monitoring in scoliosis surgery: a single centre experience of 354 operations. *Eur Spine J*. 2015;24(7):1399-1407.
6. Nuwer MR, Emerson RG, Galloway G, et al. Evidence-based guideline update: intraoperative spinal monitoring with somatosensory and transcranial electrical motor evoked potentials: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology*, 2012, 78(8):585-589.
7. Ghadirpour R, Nasi D, Iaccarino C, Giraldi D, Sabadini R, Motti L, et al: Intraoperative neurophysiological monitoring for intradural extramedullary tumors: why not? *Clin Neurol Neurosurg*, 2015, 130:140-149.
8. Hyun SJ, Rhim SC: Combined motor and somatosensory evoked potential monitoring for intramedullary spinal cord tumor surgery: correlation of clinical and neurophysiological data in 17 consecutive procedures. *Br J Neurosurg*, 2009, 23:393-400.
9. Skinner SA, Nagib M, Bergman TA, Maxwell RE, Msangi G: The initial use of free-running electromyography to detect early motor tract injury during resection of intramedullary spinal cord lesions. *Neurosurgery*, 2005, 56 (2 Suppl):299-314.
10. Hilibrand AS, Schwartz DM, Sethuraman V, Vaccaro AR, Albert TJ. Comparison of transcranial electric motor and somatosensory evoked potential monitoring during cervical spine surgery. *J Bone Joint Surg Am*, 2004, 86-A(6):1248-1253.
11. Tsirikos AI, Aderinto J, Tucker SK, Noordeen HH. Spinal cord monitoring using intraoperative somatosensory evoked potentials for spinal trauma. *J Spinal Disord Tech*, 2004, 17(5):385-394.
12. Gonzalez AA, Jeyanandarajan D, Hansen C, Zada G, and Hsieh PC: Intraoperative neurophysiological monitoring during spine surgery: a review. *Neurosurg Focus*, 2009, 27(4):E6.
13. Langeloo DD, Lelivelt A, Louis Journee H, Slappendel R, deKleuver M: Transcranial electrical motor-evoked potential monitoring during surgery for spinal deformity: a study of 145 patients. *Spine*, 2003, 28:1043-1050.
14. Quinones-Hinojosa A, Lyon R, Zada G, Lamborn KR, Gupta N, Parsa AT, et al: Changes in transcranial motor evoked potentials during intramedullary spinal cord tumor resection correlate with postoperative motor function. *Neurosurgery*, 2005, 56:982-993.
15. Morota N, Deletis V, Constantini S, Kofler M, Cohen H, Epstein FJ: The role of motor evoked potentials during surgery for intramedullary spinal cord tumors. *Neurosurgery*, 1997, 41:1327-1336.
16. Korn A, Halevi D, Lidar Z, Biron T, Ekstein P, Constantini S. Intraoperative neurophysiological monitoring during resection of intradural extramedullary spinal cord tumors: experience with 100 cases. *Acta Neurochir (Wien)*, 2015, 157(5):819-830.
17. Jin S-H, Chung CK, Kim CH, Choi YD, Kwak G, Kim BE. Multimodal intraoperative monitoring during intramedullary spinal cord tumor surgery. *Acta Neurochir (Wien)*, 2015, 157(12):2149-2155.
18. Velayutham P, Rajshekhar V, Chacko AG, Babu KS. Influence of tumor location and other variables on predictive value of intraoperative motor evoked potentials in spinal cord tumor surgery. *World Neurosurg*, 2016, 92:264-272.
19. Harel R, Schleifer D, Appel S, Attia M, Cohen ZR, Knoller N. Spinal intradural extramedullary tumors: the value of intraoperative neurophysiologic monitoring on surgical outcome. *Neurosurg Rev*, 2017, 40(4):613-619.
20. Choi I, Hyun S-J, Kang J-K, Rhim S-C. Combined muscle motor and somatosensory evoked potentials for intramedullary spinal cord tumour surgery. *Yonsei Med J*, 2014, 55(4):1063-1071.
21. Fehlings MG, Brodke DS, Norvell DC, Dettori JR. The evidence for intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: Does it make a difference? *Spine*, 2010, 35(9 suppl):S37-S46.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Петра Василева

Клиника по неврохирургия

УМБАЛ Св. Иван Рилски

Бул. „Акад. Иван Гешов“ 15

София, 1431

E-mail: petravasileva90@gmail.com

Тел.: +359889852916

Address for Correspondence:

Petra Vasileva, MD

Clinic of Neurosurgery

St. Ivan Rilski University Hospital

15 Acad. Ivan Geshov Bld.

1431 Sofia, Bulgaria

E-mail: petravasileva90@gmail.com

Tel.: +359889852916

ГРЪБНАЧНИ ДУРАЛНИ АРТЕРИОВЕНОЗНИ ФИСТУЛИ

Христо Христов¹, Кристиан Нинов^{1,2}

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

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

Резюме

Спиналните дурални артериовенозни фистули са най-често срещаните гръбначномозъчни съдови малформации. Причинени са от директен артериовенозен шънт между радикулумедуларна артерия и вена в областта на дурата на невралния форамен и последващо развитие на артериоризирани нагънати венозни съдове разположени интрадурално по дорзалната повърхност на гръбначния мозък. Развитие на съдов steal и настъпилата конгестия на коронарния венозен плексус са причина за поява на хронична мултисегментна гръбначномозъчна исхемия и миелопатия. Късната клинична диагноза и трудната ангиографска локализация на дурални артериовенозни фистули водят до развитие на тежък и често необратим неврологичен дефицит. Навременната оклузия на фистулата след суперселективна ангиография с течни емболични материали или дефинитивната хирургична интрадурална оклузия могат да спрат прогресията на неврологичната симптоматика и да доведат до неврологично подобрене. Настоящият обзор има за задача да се представят детайлно етиологията, патогенезата, епидемиологията, особеностите на клиничната изява, диагнозата и възможностите за лечение на гръбначните дурални артериовенозни фистули. Ще бъдат представени и три случая на авторите от общо оперирани 36 пациента съответно типичен случай на дурална артериовенозна фистула в торакалния спинален отдел, такава на рецидив след ендоваскуларна емболизация и рядък случай на краниоспинална дурална фистула.

Ключови думи: дурална артериовенозна фистула, миелопатия, Аминов-Лог скала, хирургично лечение.

SPINAL DURAL ARTERIOVENOUS FISTULAS

Hristo Hristov¹, Kristian Ninov^{1,2}

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

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

Abstract

Spinal dural arteriovenous fistulas (SDAVF) are the most frequent spinal vascular malformations. A typical SDAVF is fed by a radicular artery and drains into a medullary vein, leading to a dilated perimedullary venous plexus. As a result of the venous congestion and steal phenomena, multisegmental spinal cord ischemia and myelopathy develops. Frequently the diagnosis is delayed due to nonspecific clinical features and noninvasive imaging, which leads to progressive and sometimes an irreversible myelopathy. The timely occlusion of the fistula by microsurgical technique or endovascular embolization could stop progression of the myelopathy and improvement of the complaints. The aim of the current review is to present the etiology, pathogenesis, epidemiology, clinical features, diagnosis and treatment options of the SDAVF. We will present three clinical cases, treated by authors – common thoracic SDAVF, recurrent SDAVF after endovascular embolization, and rare case of craniospinal SDAVF.

Keywords: dural arteriovenous fistula, myelopathy, Aminoff-Logue disability scale, surgical treatment.

Въведение

Първи тип спинални дурални артериовенозни малформации (AVM) са известни още като спинални дурални артериовенозни фистули или дорзални екстремедуларни AVM. Те са най-честите спинални артериовенозни малформации при пациенти на средна възраст [16, 21, 30]. Спиналните дурални артериовенозни фистули са разположени предимно в долния торакален или тораколумбален отдел [3, 22, 23]. Обикновено хранещият артериален съд навлиза в гръбначния канал през дуралното ръкавче на съответния сегментен нерв, като комуницира с екстремедуларна вена чрез дурални или интрадурални съдове. Фистулата е разположена интрадурално в непосредствено съседство до дорзални нервни коренчета с хранене от радикулуменингеална артерия и дренаж към дорзално разположена артериализирана вена [4, 12, 23]. Венозният дренаж е интрадурален по задната повърхност на

гръбначния мозък от артериализирани нагънати венозни плексуси. Основният патофизиологичен механизъм е венозната хипертензия. Налягането в еферентните съдове е сравнително ниско, като се предава на гръбначния мозък през безклапните радиални вени, водещо до венозна хипертензия с редукция в медуларната перфузия и исхемия. Патологичните промени често са разположени дистантно от самата фистула. Началните симптоми са неспецифични с нарушение на походката, парестезии, коренчеви болки [16]. Това е причина за късната им диагноза, като периодът от началото на клиничната проява до диагнозата на заболяването варира между една и три и половина години и е определящ за изхода на заболяването [17, 32]. Клиничното протичане е хронично прогресиращо, като до третата година 50% от пациентите са с тежка клиника на долна парапареза с невъзможна самостоятелна походка и тазоворезервоарни разстройства.

Тип	Описание
Тип I: Дурални артериовенозни фистули (AVF) <ul style="list-style-type: none"> • А • В 	<p>Един артериален фидер</p> <p>Два или повече артериални фидера</p>
Тип II: Истински гръбначномозъчни AVM	Морфологично подобни на мозъчните AVM
Тип III: Ювенилни AVM	По-дифузни от втори тип вкл. и перимедуларни и периспинални
Тип IV: Пиални AVF <ul style="list-style-type: none"> • А • В • С 	<p>Перимедуларни интрадурални high-flow фистули</p> <p>Солитарни AVF с хранене от предна гръбначномозъчна артерия</p> <p>Рядка група AVF с хранене от предна и задна гръбначномозъчни артерии локализиращи в <i>conus medullaris</i></p> <p>Единични големи AVF с хранене от предна и задна гръбначномозъчни артерии локализиращи в цервикалния и торакален спинален отдел</p>

Табл. 1. AVF – артериовенозна фистула; AVM – артериовенозна малформация

Класификация

Въвеждането на селективната спинална ангиография даде възможност за прецизна диагноза на спиналните AVM предоперативно и за създаването на класификация базирана на съдовата анатомия, патофизиология и клинична изява. През 1977 год. Kendal и Logue първи установяват, че първи тип спинална AVM всъщност е спинална дурална AVF [21, 34]. Известни са няколко класификации на спиналните AVM. Спиналните AVM се разделят на три големи групи според American-English-French Connection Classification: дурални артериовенозни фистули – AVF; интрадурални: глобусни AVM, ювенилни AVM и интрадурални артериовенозни фистули AVF; и кавернозни ангиоми. Сходна на тази класификация, но по-детайлна в морфологичната характеристика по отношение на спиналните артериовенозни фистули е модифицираната класификация на Spetzler [39], *Табл. 1.*

Епидемиология

Спиналните артериовенозни малформации представляват едва 1-2% от съдовите лезии на нервната система и 3-12% от компресивната туморна гръбначномозъчна патология [28, 35]. От своя страна дуралните артериовенозни фистули са най-честите гръбначни съдови малформации между 70-80% от всички спинални артериовенозни малформации [21, 30]. Годишна честота на SDAVF е 5-10 случая на 1 000 000 население [23]. Мъжкият пол е засегнат около 5 пъти по-често от женския, като в най-голям

процент във възрастта между 55 и 60 год. [23]. При пациенти под 30 год възраст е изключително рядко да се диагностицира спинална дурална артериовенозна фистула. Най-честата локализация на SDAVF е между Th6 и L2 спинални нива. Сакралните и високи шийни локализации в областта на *foramen magnum* се срещат съответно при 4 и 2 % от пациентите [37, 38]. Между C2 и Th1 спинални нива SDAVF се наблюдават рядко. Две или повече дурални артериовенозни фистули се диагностицират при 2-4% от пациенти [24].

Патофизиология и патогенеза

Класическият тип на SDAVF са латералните дурални AVF, като причина за възникването на последните е вероятно оклузия на нормалните дрениращи мостови вени, свързващи епидуралните вени, резултат на тромбоза (9). Това води до директен артериален дренаж в епидуралната венозна система.

Спиналните артериовенозни фистули са локализиращи дурално в областта на дуралното ръкавче на съответното нервно коренче и представляват директен шънт между радикуломенингеална артерия и радикуларна вена разположена по дорзалната повърхност на нервното коренче [17]. Наличието на един или два, рядко повече, хранещи артериални съда разделя тези съдови малформации на тип I-A и тип I-B. Разпознаването на селективната ангиография на повече от един артериален хранещ съд е от значение за тоталната облитерация на тези малформации и липса на възможност за прогресиране на миело-

патията. Артериализираната радикуларна вена продължава като варикозно разширена нагъната такава по дорзалната повърхност на гръбначния мозък, обикновено в краниална и каудална посока. Повишеното интравенозно налягане е причина за венозна конгестия с нарушаване на гръбначномозъчния венозен дренаж, с поява на интрамедуларен едем, хронична хипоксия и миелопатия [15, 20, 24]. Спонтанната тромбоза на спиналната артериовенозна малформация може да предизвика необратима подостра некротизираща миелопатия (синдром на Foix-Alajouanine). Спонтанни спинални хеморагии обикновено не се наблюдават, като само в редките случаи на SDAVF разположени в областта на foramen magnum в резултата на ретрограден краниален рефлукс може да се наблюдават спонтанни субарахноидални хеморагии [19].

Клинична картина

Обикновено клинично протичане при SDAVF с клиника на хронично прогресираща миелопатия, засягаща тораколумбалния и долен торакален сегмент, като са възможни епизоди на остро влошаване провокирани от физическо усилие. Възможни са и периоди на интермитентни ремисии. Обикновено до третата година от клиничната изява 50% от пациентите са с тежка парапареза с невъзможност за самостоятелна походка и тазоворезервоарни разстройства [16].

Началните клинични прояви са неспецифични, с нарушение на походката, изкачването по стълби, парестезии, коренчева и аксиална болка [16]. Това е причина за късната диагноза от началото на клиничната проява на заболяването, която варира между 12 и 44 мес. [17, 32]. Тези симптоми прогресират, като симптоматиката обикновено обхваща по горните спинални нива. Еректилната дисфункция, уринарна ретенция и инконтиненция, обикновено са симптоми характерни за по-късните етапи. Нерядко са и начална проява, предвид особеностите на венозния дренаж на conus medullaris, който е с по малък на брой и малък диаметър дрениращи венозни съдове, сравнено с горните торакални и спинални нива [24]. Установява се корелация между тежестта на симптомите и времето на диагнозата [7, 45].

За клинична оценка на пациентите с SDAVF е прието до си прилага скалата на Aminoff&Logue отразяваща нарушение на двигателната активност и наличие на тазоворезервоарна дисфункция, варираща от 2 точки в леките случаи до 8 в случаите с невъзможна походка и неконтролиране на тазово резервоарната функция [2].

Диагноза

Диагнозата се поставя след МРТ изследване, на което се установяват разширени перимедуларни вени по задната повърхност на гръбначния мозък, представени, като серпентинен flow void. Характерен е хиперинтензията в T2 централен едем с хипоинтензна периферия и увеличен медуларен обем [10]. Тези промени обикновено обхващат 5-7 нива и в над 80% conus medullaris. В късните стадии на заболяването се наблюдава мултисегментна медуларна атрофия [23]. След облитерация на фистулата интрамедуларните хиперинтензни промени започват да се редуцират следоперативно между първия и четвърти месец, като не е задължителна корелация с клиничното подобрене [14]. МРТ с апликация на контраст може да установи ранно венозно изпълване с локализация на шънта в повечето случаи, преди окончателно диагнозата да се потвърди със селективна ангиография [8]. Това ограничава необходимостта да се осъществяват суперселективни ангиографии на всички възможни артериални фийдери. За диагностициране на резидуални фистули МРТ ангиографията е с по-висока диагностична стойност от МРТ изследването [27].

Селективната дигитална субтракционна ангиография е златен стандарт при диагнозата, типа и локализацията на SDAVF и е задължително изследване преди да се пристъпи към хирургична оклузия или ендоваскуларна емболизация. Установява се нивото на фистулата с късно изпълване на предната мозъчна артерия със задържане на контрастът във венозната фаза, както и масивна венозна конгестия (23).

Лечение

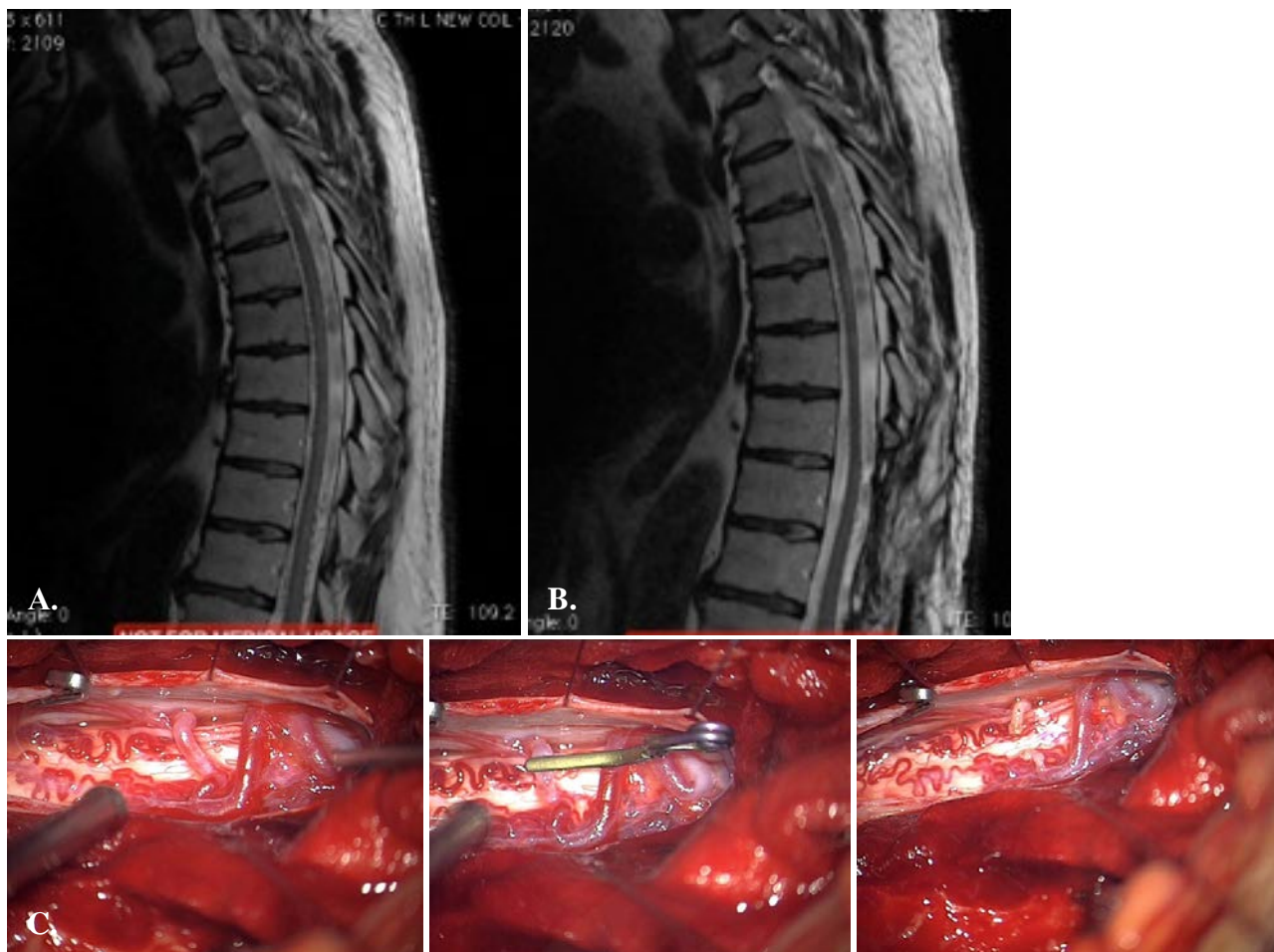
Интрадуралните дорзални AVF могат да се третират хирургично или да се емболизират. Основна цел е да се осъществи оклузия на шънтиращата зона, включваща дисталната част на хранещата радикулумедуларна артерия и проксималната част на дрениращата артериализирана вена [16, 44]. При ендоваскуларното лечение рискът от рецидив на фистулата и прогресиране на миелопатията са по-високи. Хирургичното лечение освен това е свързано със значително по-нисък морбидитет. Последните метаанализи показват много висок процент на дефинитивно прекъсване на фистулата след оперативно лечение достигащ до 98% [40] за разлика от ендоваскуларното такова между 25 и 75% [33, 44]. Рискът от оперативни усложнения също е относително нисък под 2% [40]. Хирургичната интрадурална ексцизия на фистулата е напълно достатъчна. Екстензивна резекция на

артериализирана вена не е необходима, поради нарушение на венозния дренаж на радиалния венозен плексус, при който липсват интрапакренхимни анастомози и риск от венозни интрамедуларни инфаркти [35, 41].

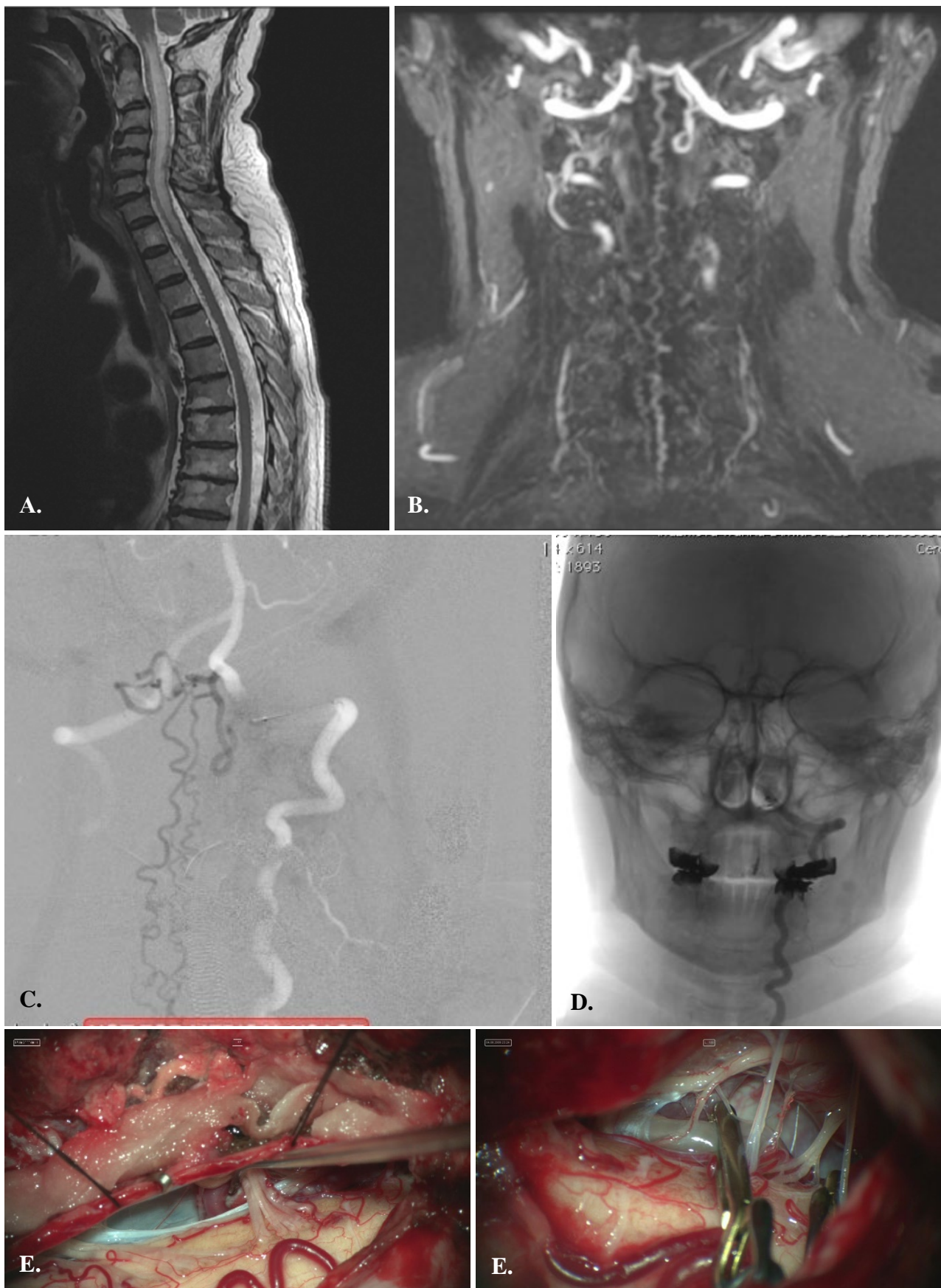
Хирургичната облитерация се осъществява под скопичен контрол, като с помощта на високооборотен дрил се осъществява хемиламинектомия или ламинопластика в областта на съответното на ангиографски диагностицираната фистула спинално ниво. Преди отваряне на дурата под микроскопско увеличение се визуализира нидуса на фистулата в областта на спиналния форамен, който може да бъде разположен екстремно латерално. Дурата се инцизира надлъжно при съхранение на арахноидеята. Арахноидеята се отваря и се екартира отделно, като се захваща към твърдата мозъчна обвивка с микрохемостатични клипси. Интрадуралната дренираща вена се идентифицира на базата на предоперативната ангиография. Артериализираната вена се дисецира проксимално по посока на

фистулата по остър начин с микроножица. Дисекцията с микродисектор трябва да се избягва, поради опасност от руптура на радиалните вени с последваща хеморагия и нарушение на венозния дренаж. Следва облитерация на нидуса с временни аневризмални клипси, като се осъществява интраоперативно мониториране на соматосензорни и моторни евокирани потенциали за около 15 мин. След клипсирането се установява постепенно редуциране в налягането на дорзално разположената дренираща вена. Нидусът на фистулата се прекъсва с коагулация, като се инспектира внимателно интрадуралната му част, която често се налага да се резецира. Необходимо е особено внимание за изключване на допълнителни артериални хранещи съдове в съседство, неразпознати при селективната ангиография. Постоперативно се осъществява контролна спинална ангиография. При установяване на допълнителни нидуси е необходимо да се реоперира без отлагане с оглед на по-добрата неврологична прогноза.

Клинични случаи



Фиг. 1. Д.К., мъж на 58 г., SDAFs Th9- Th10 състояние след ендоваскуларна емболизация и рецидив на фистулата с клинично влошаване IV степен по Aminoff-Logue скала. Без неврологична прогресия при проследяване на пациента в следващите 2 год. постоперативно. **А.** Предоперативен диагностичен МРТ с данни за рецидив на фистулата. **В.** Постоперативен МРТ с липса на перимедуларен flow void. **С.** Интраоперативни етапи от идентификация на фистулата, временно клипсиране и резекция на фистулата.



Фиг 2. И.И., жена на 68 г., с рядка форма на краниоспинална SDAVF с прогресираща тежка квадрипирамидна симптоматика Aminoff-Logue скала – VI ст. Постоперативно без неврологична прогресия след 1 год. проследяване. **А.** Предоперативен T2W-MPT с данни за изразен интрамедуларен едем. Диагностична MPT ангиография, **В.**, и субтракционна селективна ангиография с данни за краниоспинална дурална фистула в областта на лявата вертебрална артерия, **С.** **Д.** Постоперативна ангиография с липса на изпълване на фистулата. **Е.** Интраоперативно идентифициране, дисекция, временно клипсирание и резекция на фистулата.

Прогноза

Оперативните резултати са в тясна корелация от продължителността на симптомите и предоперативното нарушение на моторната и тазоворезервоарна функция на пациентите, като при такива с тежък неврологичен дефицит се отбелязва частично подобрене едва при 50-65%, докато този с умерен при над 80% [40]. Пълната оклузия на фистулата спира прогресията на заболяването при повечето от пациентите [1], макар че при две трети се наблюдава подобрене по отношение на моторния дефицит и само при една трета за сетивните нарушения [44]. Сфинктерните нарушения и импотенцията обикновено рядко се повлияват. При някои случаи с изразена продължителност на симптомите неврологичното влошаване може да продължи да прогресира, въпреки постигната пълна оклузия на фистулата [5]. Вторичното влошаване след подобрене на неврологичната симптоматика обикновено се наблюдава при реканализация на фистулата [26].

Заклучение

Неспецифичната хронично развиваща се клинична картина, както и сравнително ниската честота на спиналните дурални артериовенозни фистули са причина за късната диагноза. Навременната диагноза след МРТ изследване, сегментната локализация след селективна дигитална субтракционна ангиография и последващата облитерация на спиналната артериовенозна фистулата са определящи за благоприятната клинична прогноза. Хирургичната интрадурална облитерация на фистулата води до дефинитивно прекъсване на фистулния ход, която остава основен метод при лечението на дуралните артериовенозни фистули.

Библиография

1. Aghakhani N, Parker F, David P, et al. Curable cause of paraplegia: spinal dural arteriovenous fistulae. *Stroke* 2008;39:2756–59
2. Aminoff, M.J. and Logue, V. :Clinical Features of Spinal Vascular Malformations; *Brain* 1974;97:197-210
3. Aviv RI, Shad A, Tomlinson G, Niemann D, Teddy PJ, Molyneux AJ, et al: Cervical dural arteriovenous fistulae manifesting as subarachnoid hemorrhage: report of two cases and literature review. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004;25:854–858
4. Benhaïem N, Poirier J, Hurth M: Arteriovenous fistulae of the meninges draining into the spinal veins. A histological study of 28 cases. *Acta Neuropathol* 1983;62:103–111
5. Cenzato M, Versari P, Righi C, et al. Spinal dural arteriovenous fistulae: analysis of outcome in relation to pretreatment indicators. *Neurosurgery* 2004;55: 815–22, discussion 822–23
6. Djindjian M, Djindjian R, Rey A, Hurth M, Houdart R. Intradural extramedullary spinal arterio-venous malformations fed by the anterior spinal artery. *Surg Neurol* 1977;8:85-93
7. Eskandar EN, Borges LF, Budzik RF Jr, Putman CM, Ogilvy CS. Spinal dural arteriovenous fistulas: experience with endovascular and surgical therapy. *J Neurosurg* 2002;Mar;96:162-7
8. Farb RI, Kim JK, Willinsky RA, et al. Spinal dural arteriovenous fistula localization findings of spinal dural arteriovenous fistula. *Surg Neurol* 2000;53:243-9
9. Geibprasert S, Pereira V, Krings T, et al. Dural arteriovenous shunts: a new classification of craniospinal epidural venous anatomical bases and clinical correlations. *Stroke* 2008;39:2783–94
10. Gilbertson JR, Miller GM, Goldman MS, et al. Spinal dural arteriovenous fistulas: MR and myelographic findings. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995;16:2049–57
11. Guerrini L, Bartolozzi C, Villari N. Spinal vascular malformations: MR angiography after treatment. *Radiology* 2001;219:346–53
12. Hassler W, Thron A, Grote EH: Hemodynamics of spinal dural arteriovenous fistulas. An intraoperative study. *J Neurosurg* 1989;70:360–370
13. Hida K, Iwasaki Y, Goto K, Miyasaka K, Abe H. Results of the surgical treatment of perimedullary arteriovenous fistulas with special reference to embolization. *J Neurosurg* 1999;90:198-205
14. Horikoshi T, Hida K, Iwasaki Y, Abe H, Akino M. Chronological changes in MRI findings of spinal dural arteriovenous fistula. *Surgical Neurology*, Mar 2000;53(3):243-249
15. Hurst RW, Kenyon LC, Lavi E, et al. Spinal dural arteriovenous fistula: the pathology of venous hypertensive myelopathy. *Neurology* 1995;45:1309–13
16. Jellema K, Canta LR, Tijssen CC, et al. Spinal dural arteriovenous fistulas: clinical features in 80 patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003;74:1438 – 40
17. Jellema K, Tijssen CC, van Gijn J. Spinal dural arteriovenous fistulas: a congestive myelopathy that initially mimics a peripheral nerve disorder. *Brain* 2006;129:3150–64
18. Jellema K, Sluzewski M, van Rooij WJ, et al. Embolization of spinal dural arteriovenous fistulas: importance of occlusion of the draining vein. *J Neurosurg Spine* 2005;2:580 – 83
19. Kai Y, Hamada J, Morioka M, et al. Arteriovenous fistulas at the cervicomedullary junction presenting with subarachnoid hemorrhage: six case reports *Am J Neuroradiol* 2005;26:1949–54
20. Kataoka H, Miyamoto S, Nagata I, et al. Venous congestion is a major cause of neurological deterioration in spinal arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 2001;48:1224–29, discussion 1229–30
21. Kendall BE, Logue V. Spinal epidural angiomatous malformations draining into intrathecal veins. *Neuroradiology* 1977;13:181– 89
22. Kinouchi H, Mizoi K, Takahashi A, Nagamine Y, Kosu K, Yoshimoto T: Dural arteriovenous shunts at the craniocervical junction. *J Neurosurg* 1998;89:755–761

23. Krings T, Geibprasert S: Spinal dural arteriovenous fistulas. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30:639–648,
24. Krings T, Lasjaunias PL, Hans FJ, et al. Imaging in spinal vascular disease. *Neuroimaging Clin N Am* 2007;17:57–72
25. Krings T, Mull M, Gilsbach JM, Thron A. Spinal vascular malformations. *Eur Radiol*; 2005;15:267-78
26. Krings T, Mull M, Reinges MH, et al. Double spinal dural arteriovenous fistulas: case report and review of the literature. *Neuroradiology* 2004;46:238 – 42
27. Mascalchi M, Ferrito G, Quilici N, Mangiafico S, Cosottini M, Cellerini M, Politi LS, Spinal vascular malformations: MR angiography after treatment *Radiology* 2001 May;219(2):346-53
28. Matushita H, Caldas JG, Texeira MJ. Perimedullary arteriovenous fistulas in children: report on six cases. *Childs Nerv Syst.* 2012;28:253-64
29. McCutcheon IE, Doppman JL, Oldfield EH: Microvascular anatomy of dural arteriovenous abnormalities of the spine: a microangiographic study. *J Neurosurg* 1996;84:215–220,
30. Merland JJ, Riche MC, Chiras J. Intraspinal extramedullary arteriovenous fistulae draining into the medullary veins. *J Neuroradiol* 1980;7:271–320
31. Mourier KL, Gobin YP, George B, Lot G, Merland JJ. Intradural perimedullary arterio- venous fistulae: results of surgical and endovascular treatment in a series of 35 cases. *Neurosurgery*;1993;32:885-91
32. Narvid J, Hetts SW, Larsen D, Neuhaus J, Singh TP, McSwain H, Lawton MT, Dowd CF, Higashida RT, Halbach VV. Spinal dural arteriovenous fistulae: clinical features and long-term results. *Neurosurgery.* 2008;62:159-66
33. Niimi Y, Berenstein A, Setton A, et al. Embolization of spinal dural arterio- venous fistulae: results and follow-up. *Neurosurgery* 1997;40:675– 82
34. Oldfield EH, Doppman JL. Spinal arteriovenous malformations. *Clin Neurosurg* 1988;34:161-83
35. Oldfield EH, Di Chiri G, Qundlen EA, et al.: Successful treatment of a group of spinal cord arteriovenous malformations by interruption of dural fistula. *J Neurosurg* 1983;59:1019
36. Rangel-Castilla L, Holman PJ, Krishna C, Trask TW, Klucznik RP, Diaz OM. Spinal extradural arteriovenous fistulas: a clinical and radiological description of different types and their novel treatment with Onyx. *J Neurosurg Spine.* 2011;15:541-9.
37. Reinges MH, Thron A, Mull M, et al. Dural arteriovenous fistulae at the foramen magnum. *J Neurol* 2001;248:197– 203
38. Schaaf TJ, Salzman KL, Stevens EA. Sacral origin of a spinal dural arteriovenous fistula: case report and review. *Spine* 2002;27:893–97
39. Spetzler S RF, Detwiler PW, Riina HA, Porter RW. Modified classification of spinal cord vascular lesion *J Neurosurg* 2002; 96(Suppl 2):145-146
40. Steinmetz MP, Chow MM, Krishnaney AA, Andrews-Hinders D, Benzel EC, Masaryk TJ, et al: Outcome after the treatment of spinal dural arteriovenous fistulae: a contemporary single- institution series and meta-analysis. *Neurosurgery* 2004;55:77–88
41. Tacconi L, Lopez Izquierdo BC, Symon L. Outcome and prognostic factors in the surgical treatment of spinal dural arteriovenous fistulas. A long-term study. *Br J Neurosurg.* 1997;11:298-305
42. Takai K, Taniguchi M. Comparative analysis of spinal extradural arteriovenous fistulas with or without intradural venous drainage: a systematic literature review. *Neurosurg Focus* 2012;32:38
43. Thron A. Spinal dural arteriovenous fistulas [In German]. *Radiologe* 2001;41:955– 60
44. Van Dijk JM, TerBrugge KG, Willinsky RA, et al. Multidisciplinary manage- ment of spinal dural arteriovenous fistulas: clinical presentation and long- term follow-up in 49 patients. *Stroke* 2002;33:1578 – 83
45. Westphal M, Koch C. Management of spinal dural arteriovenous fistulae using an interdisciplinary neuroradiological/neurosurgical approach: experience with 47 cases *Neurosurgery* 1999;45:451-7

Адрес за кореспонденция:

Д-р Христо Христов, д.м.

Клиника по неврохирургия

УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ ЕАД

Бул. „Акад. Иван Гешов“ 15

София 1431, България

E-mail: hristovh@hotmail.com**Address for Correspondence:**

Hristo Hristov, MD, PhD

Clinic of Neurosurgery

St. Ivan Rilski University Hospital

15 Acad. Ivan Geshov Blvd

1431 Sofia, Bulgaria

E-mail: hristovh@hotmail.com

ЕВОЛЮЦИЯ НА АНТЕРО-ЛАТЕРАЛНИ ДОСТЪПИ КЪМ ПРЕДНА, СРЕДНА И ЗАДНА ЧЕРЕПНИ ЯМКИ – ПРЕХОД ОТ КЛАСИЧЕСКА ФРОНТОТЕМПОРАЛНА КРАНИОТОМИЯ КЪМ КРАНИОТОМИИ ТИП КЛЮЧОВО ОТВЕРСТИЕ И ТРАНСОРБИТАЛНИ ДОСТЪПИ

Лили Лалева, Тома Спириев, Милко Милев, Владимир Након

Клиника по неврохирургия, Аджибадем СитиКлиник МБАЛ Токуда Болница, София

Резюме

Фронтотемпоралният (птерионален) достъп е най-широко познатия и прилаган, и същевременно най-често модифицирания неврохирургичен достъп, използван при разнообразна патология в параселарна област, предна, средна и задна черепни ямки. Еволюцията на анатомичните и клиничните познания през последните десетилетия, както и подобрението в микрохирургичния инструментариум, постепенно довеждат до минимално инвазивни антеролатерални модификации на птерионалния достъп в насока краниотомия тип ключово отворствие и в насока трансорбитални достъпи. В настоящата статия представяме исторически преглед на еволюцията на тези достъпи, и обзор на техните приложения и ограничения.

Ключови думи: фронтотемпорална краниотомия, птерионална краниотомия, историческо развитие, минимално инвазивен достъп.

THE EVOLUTION OF CRANIAL ANTEROLATERAL APPROACHES TO ANTERIOR, MIDDLE AND POSTERIOR CRANIAL FOSSAE – TRANSITION FROM CLASSICAL FRONTO-TEMPORAL CRANIOTOMY TOWARDS KEYHOLE CRANIOTOMY AND TRANS-ORBITAL APPROACHES

Lili Laleva, Toma Spiriev, Milko Milev, Vladimir Nakov

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

Abstract

Frontotemporal (pterional) approach has been the most widely used and at the same time the most versatile approach in neurosurgery. The evolution of anatomical and clinical knowledge in the last decade as well as the improvement of technique and instrumentation has naturally led (to) the introduction of minimally invasive antero-lateral modifications such as keyhole craniotomies and anterolateral transorbital approaches. Herewith we present historical review of the evolution of these approaches and discuss their indications and limitations.

Keywords: frontolateral craniotomy, pterional craniotomy, historical evolution, minimally invasive approach.

Въведение

Класическите антеролатерални неврохирургични достъпи към патологията на предна, средна и задна черепни ямки често изискват широка дисекция на меки тъкани и екстензивни костни ламба, чиято цел е да се достигне благоприятен ъгъл на оперативния достъп, предоставяне на множество оперативни траектории до хирургичната цел, намаление на мозъчната ретракция. Тези достъпи са използвани и описани през 80-те години на миналия век и по своята същност представляват модификации на фронтотемпоралната краниотомия с включване на орбитална остеотомия и премахване на орбиталния ръб, фронтотемпорална остеотомия, премахване на зигоматичната дъга [1-11]. Тяхното техническо изпълнение изисква по-добро разбиране на анатомията на меките тъкани, основно на индивидуалните фасциални слоеве във фронтотемпорална област, на анатомичния ход на фронтотемпоралния нерв в тези слоеве, съдовата анатомия в областта, както и разработване на по-добри техники за дисекция на тези индивидуални слоеве с цел запазване на съдовонервната анатомия в областта и намаляване на

свързаните с достъпа усложнения от страна на мекотъканната дисекция [5, 6, 12-16].

През последните години, с въвеждането на минимално-инвазивни интраоперативни техники за визуализация и инструментариум, както и с напредъка в неврохирургичните познания и резултати, се наблюдава преосмисляне на концепциите за разширените остеотомии и тенденция към все по-минимално инвазивни варианти на класическата траектория описана от Яшаргил. Тези модификации включват миниптерионалната краниотомия, лимитирания фронтотемпорален достъп, както и транс-орбитални коридори към процеси в предна, средна и задна черепни ямки [17-25].

Целта на настоящата статия е да даде обобщен исторически поглед към еволюцията на фронтотемпоралните достъпи, както и да представи някои нови тенденции.

Фронтотемпорални достъпи.

Еволюция и модификации.

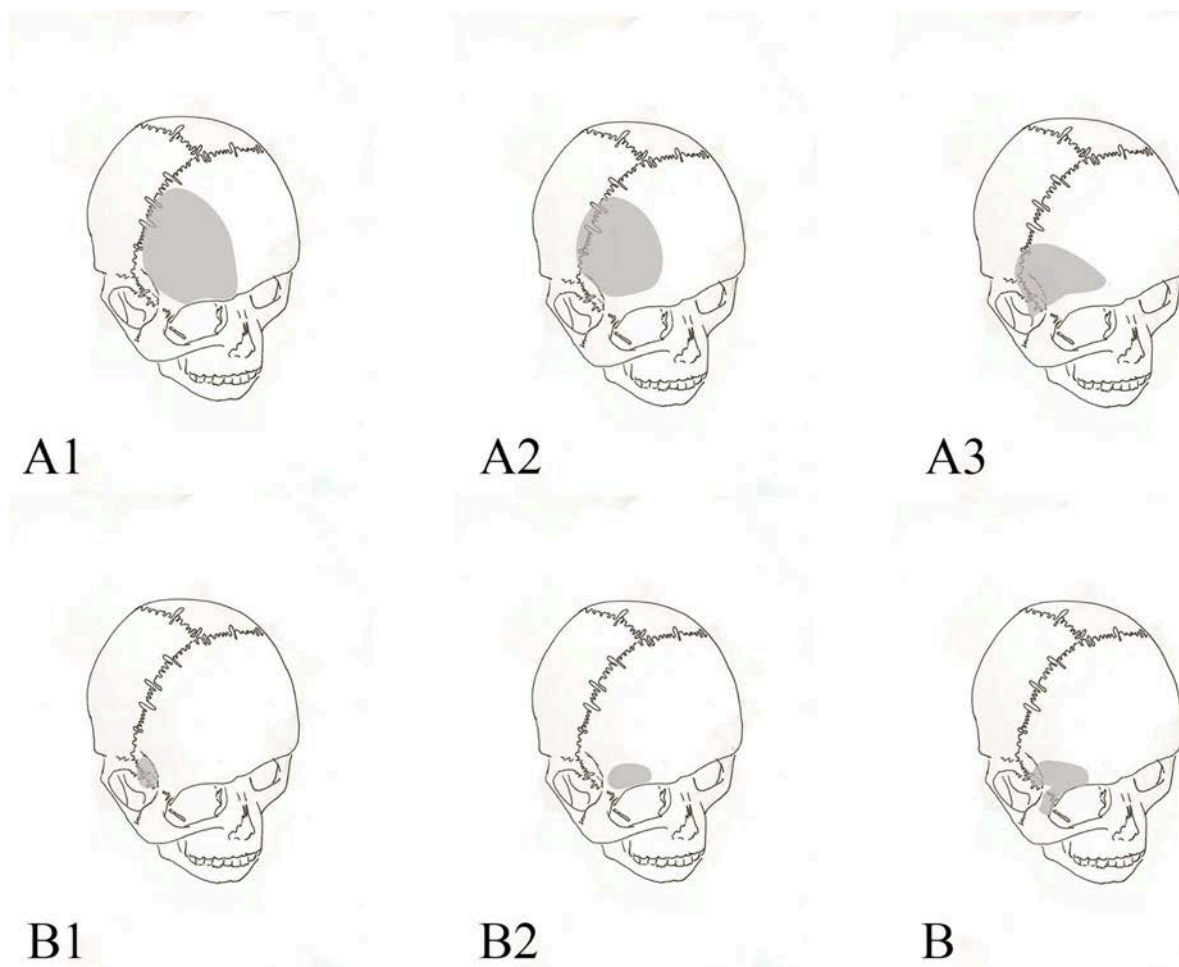
По отношение на хирургичния достъп основният стимул за развитие на неврохирургичните техники е била необходимостта от постигане на

баланс между минимална хирургична травма и максимална хирургична експозиция. От множество разнообразни достъпи фронтотемпоросфеноидният, популяризиран от Яшаргил (Yaşargil) преди около 40 години, е един от най-широко приложимите в съвременната микроскопска неврохирургия [26, 27]. Основните характеристики на тази фронтотемпорална краниотомия включват премахване на сфеноидното крило до горна орбитална фисура, със или без премахване на преден клиноиден израстък, изтъняване на покрива на орбитата, широка арахноидна дисекция с цел намаляване на мозъчната ретракция. Този познат на всички неврохирурзи достъп има дълга история.

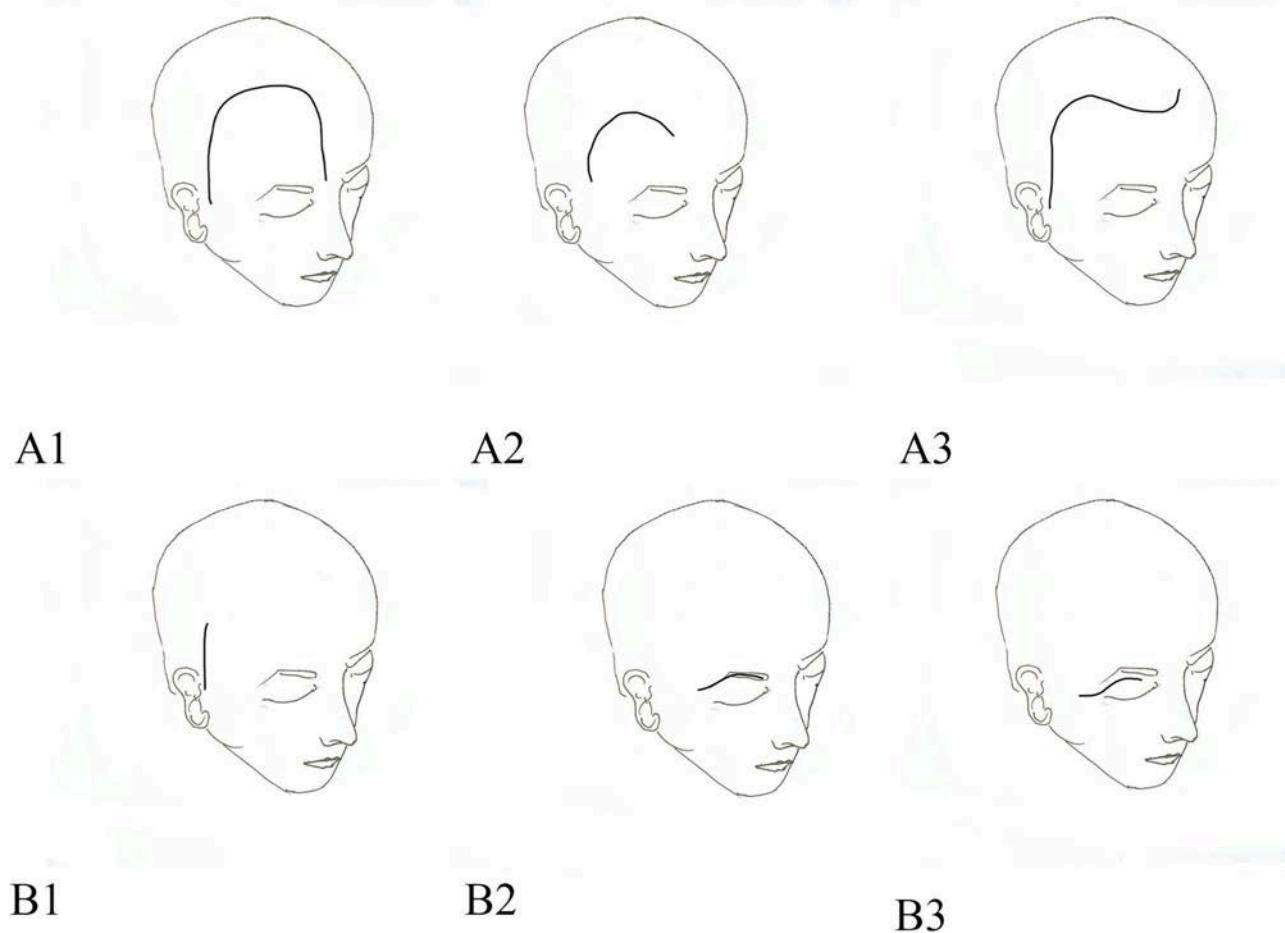
През 1900 г. Краузе (Krause) първи описва екстравентрикуларен субфронтален достъп по хода на сфеноидното крило в антеролатерална проекция вместо използвания дотогава субфронтален преден достъп, с елевация на челния дял, *Фиг. 1* [28]. Той използвал този достъп, за да премахне куршум от областта около канала на оптичния нерв. През 1914 г. Хойер (Heuer) [29], съвре-

менник на Къшинг (Cushing) и на Данди (Dandy), описва фронтотемпоралната краниотомия с интравентрикуларен ход към хиазмални лезии, която е популяризирана по-късно от Данди (Dandy) като фронтотемпорална или птерионална краниотомия. По късно Данди дори критикувал Хойер за твърде голямото П-образно кожно ламбо и голямата краниотомия, като въвежда техника с “извит” кожен разрез зад линията на окосмяване, днес широко популярен като “ламбо по Данди” [30], *Фиг. 2*. Достъпът е първоначално въведен за аневризми на средна мозъчна артерия, тъй като предоставял адекватна експозиция за дисекция на Силвиевата фисура, а в последствие е модифициран и за лечение на орбитални тумори и екзофталм, *Фиг. 1 A2*.

Известна модификация на краниотомията е описана от Кемпе (Kempe), колега на Хойер, според който основното трепа-национано отворстие се поставя на пресечната точка на темпоралната линия и фронтотемпоралната сатура, позната в тогавашната литература като “точката на психопата” [31].



Фиг. 1. Схематично представяне на основните вариации на фронтолатерален достъп. **А.** Класическа фронтолатерална краниотомия: **A1.** Описана от Краузе; **A2.** Описана от Данди; **A3.** Описана от Яшаргил. **В.** Миниинвазивна фронтолатерална краниотомия: **B1.** Миниптерионална; **B2.** Фронтосуперолатерална; **B3.** Латерална орбитална.



Фиг. 2. Схематично представен кожен разрез: **А.** Класическа краниотомия: **А1.** Описан от Краузе; **А2.** Описан от Данди; **А3.** Описан от Яшаргил. **В.** Миниинвазивна достъпи: **В1.** Линеен разрез за миниптерионална краниотомия; **В2.** Трансупрацилиарен; **В3.** Транспалпбрален.

Фронтотемпоралният достъп във варианта, познат днес, е предложен за първи път при третиране на аневризми на съдовете от кръга на Уилис от Яшаргил и в последствие е прилаган за резекция на разнообразни обемзаемащи процеси и съдови малформации в селарна, параселарна, темпорална и субфронтална области, преден и предно-латерален междинен мозък. Основното предимство на този достъп е малката краниотомия, при която няма твърде голяма експозиция на фронталния и на темпоралния лоб и която едновременно с това предоставя адекватна фронтобазална експозиция, основно дължаща се на премахването на сфеноидното крило.

Яшаргил е първият, който систематично прилага микроскоп и популяризира микрохирургичната техника [27, 32]. Той използва фронтотемпоралния достъп с широко премахване на голямото крило на сфеноидната кост, като подчертава неговата значимост като ”основен анатомичен ориентир” при достъпа до Вилизиевия кръг, *Фиг. 1 А3*. Яшаргил също използва фрезозовото трепанационно отверстие, описано от Хойер, като самото фронтосфеноидално костно

ламбо е с формата на диамант. Това, което основно различава неговата модификация от описаните до тогава варианти, са по-базалната краниотомия и по-малкото фронтотемпорално ламбо, тоест изместване на краниотомията фронтолатерабазално, така че тя да предоставя по-директен ъгъл с по-малко мозъчна ретракция. Смята се, че именно Яшаргил и неговият колектив въвеждат термина и концепцията за т.нар. “ключово отверстие”, като модифицират размера на костното ламбо и го пригаждат към особеностите на микроскопските достъпи [32].

Разширени фронтотемпорални краниотомии

През годините фронтотемпоро-сфеноидната краниотомия е претърпяла множество модификации, като за всяка от които е характерна съответна група индикации. Някои от най-известните вариации с разширение на остеотомията са темпорополарен, претемпорален, фронтотемпорален, фронтотемпоро-орбитален, фронтотемпоро-орбито-зигоматичен и [1, 3, 7, 19, 20, 26, 33, 34]. Основната цел при тях е премахване на повече кост, за да се намали обема на

мозъчна ретракция. От друга страна това е свързано с все по-екстензивни краниотомии и мекотъканни дисекции. Орбито-фронтален достъп, осъществяван с битемпорален кожен разрез и премахване на покрива на орбитата, е публикуван за първи път от Пелерин (Pellerin) [9]. Това всъщност е била първата публикация на вариант на фронтално-орбито-зигоматичен достъп, описан по-късно от Хакуба (Hakuba) [7, 8]. Този достъп съществено разширява възможностите на класическия птерионален достъп. Описаната от Хакуба краниотомия се извършва в три отделни последователни етапа на костна работа: орбито-фронтално-темпорална краниотомия, орбито-зигоматична краниотомия и дриллиране на голямото сфеноидно крило. В публикувания от Ал-Мефти (Al-Mefty) [1] вариант, наречен супраорбито-птерионален достъп, костното ламбо включва горния и страничен орбитален ръб, както и съседните участъци от фронтална и темпорална кост. В тази модификация най-ключова роля има дриллирането на сфеноидното крило за осигуряване на претемпорален достъп до интерпедункуларната цистерна и петрокливалния регион. Този достъп в своята същност е фронтотемпорална краниотомия, при която темпоралната част е много ниска и позволява пълна експозиция на темпоралния лоб. Според авторите това позволява комбиниране на възможностите на фронтотемпоралния и на субтемпоралния достъп.

Орбито-фронтално-маларният и орбито-зигоматичният достъпи позволяват хирургичен коридор до високо стоящи базиларни аневризми, както и до тумори, достигащи рострално до трети вентрикул. Проф. Любомир Карагъзов, един от основоположниците на микрохирургичната практика в България, в своя учебник „Атлас по неврохирургия“ също описва модификация на фронтално-орбитален достъп и го популяризира [35].

Голяма част от последствие описаните достъпи са вариации на птерионален, орбито-зигоматичен или супраорбитален достъпи, като в съвременното изобилие от литература понякога различни наименования съответстват на една и съща краниотомия [1, 3, 8, 14, 19, 20, 26, 33, 34, 36-40].

През 1987 г. Винко Доленц (Dolenc et al.) [11] направил за първи път и впоследствие започнал да популяризира трансавернозния-транселарен достъп до аневризми на върха на базиларната артерия. Според литературата този достъп е еволюирал от комбинирания епи- и субдурален директен достъп до аневризми на офталмичен сегмент на вътрешната каротидна артерия. Костното ламбо при този достъп отново включва стандартна птерионална краниотомия, с пре-

махване на сфеноидния ръб, предния и заден клиноидни израстъци. По-късно, Пернецки (Perneczky) и Кносп (Knosp) описват преаурикуларен субтемпорален достъп до кавернозния синус, с орбито-птерионално разширение, в съответствие с локализацията на лезията [41].

Миниинвазивни фронталатерални краниотомии

С напредването на техническите възможности се развива и концепцията за минимално инвазивни достъпи, като популярни стават все по-лимитирани и целенасочни краниотомии. Достъпът следва да бъде толкова голям, колкото е необходимо, индивидуализиран за нуждите на конкретния пациент, прецизиран за конкретната патология, а не да е просто малък [38]. Пионер в тази област е Аксел Пернецки (Perneczky), който описва концепция за краниотомия тип „ключово отворстие“ [38], систематизира я и я публикува като книгата „Ключови отворстия в неврохирургията“ [42]. Той описва и популяризира супраорбиталната краниотомия тип „ключово отворстие“, осъществена чрез разрез през веждата – миниинвазивен достъп, който, с подходящия инструментариум, е адекватен за голяма част от неврохирургичната аневризмална и туморна патология на предна и средна черепна ямка, *Фиг. 1B2*. Всъщност, минималната фронталатерална краниотомия е описана още през 1978 г. от Брок (Brock) [43], но добива популярност след публикацииите на Пернецки. В България този достъп е въведен от проф. Бусарски, който го нарича трансуперцилиарна суперолатероорбитотомия [44, 45]. Достъпът е използван основно при насочени нагоре аневризми на предна комуникантна артерия. Предимства на този минимално-инвазивен достъп са осигуряване на по-базална, както и по-сагитална траектория до аневризмите [46].

Популярна в съвременното алтернатива на класическия фронталатерален достъп за аневризмална хирургия е предложена от Юха Хернешниemi (Hernesniemi et al.), който описва и популяризира латералния супраорбитален достъп, *Фиг. 1B2* [39]. При този достъп се използва единично трепанационно отворстие под инсерцията на темпоралния мускул. Сфеноидното крило се дриллира и Силвиевата фисура се открива до началната част на горния темпорален гирус, като дисекцията и се осъществява от фронталната страна. Причини фронталатералната супраорбитална краниотомия бързо да придобие популярност сатези, че тя е свързана с по-малко дисекция на меки тъкани, следователно е доста бърза, а същевременно предоставя адекватен фронталатеробазален достъп, подходящ за туморна и за аневризмална патология.

Освен тенденцията за все по-лимитирани краниотомии се наблюдава стремеж към намаление на травмата на меките тъкани с прецизиране на кожния разрез само в зоните, надлежащи темпоралната фоса както и минимално инвазивни транс-цилиарни и транс-палпебрални разрези, *Фиг 2*, Ван Линдерт и екип (Van Lindert) описват супраорбитална краниотомия с разрез през веждата и приложението му в аневризмалната неврохирургия [19, 33, 34, 47]. Последват множество клинични серии, представящи резултати от фронтолатерален/ трансорбитален достъп тип “ключово отверстие” [41], включително и серии от руптурирали аневризми [48] и такива на задно кръвообращение [33]. През 2001 г. Щайнер (Steiner) и съавт. описват трансорбитален достъп през фронтотемпорален кожен разрез, отново индициран за съдова патология в предна черепна ямка [49]. Тези публикации демонстрират как с натрупването на опит и подобряването на инструментариума постепенно идва и увереността за приложение на принципите на миниинвазивен и директен подход и търсене на козметичен резултат дори и в съдовата неврохирургия.

Орбитални достъпи

В сравнение със стандартната фронтотемпорална или орбито-зигоматична краниотомия, орбитотомията има потенциални предимства на миниинвазивност и избягване на свързани с достъпа усложнения, асоциирани с риска от увреда на фронтален клон на лицев нерв [12], на широка дисекция на темпорален мускул [50] и широка костна резекция, както и на експозиция на голям участък от мозъчните структури и тяхната ретракция. Латералната орбитотомия позволява благоприятен и възможно най-преден anterolateral хирургичен коридор, паралелен на основата на черепа.

Хирургичните достъпи през орбитата датират от 19 век, когато Крънлайн (Krönlein) за първи път описва латералната орбитотомия [51, 52]. Дълго време е използван като основен достъп в офталмологията за лезии в латерален орбитален компартмент. За голям период от време орбиталните достъпи са индицирани само при пациенти с интраорбитална обемзаемаща лезия или при декомпресия при хипертироидната офталмопатия – заболяване на Грайвс (Graves) [53, 54]. Напоследък този достъп става все по-популярен в неврохирургичните среди като микрохирургичен достъп до параселарна област, както и до латералната стена на кавернозен синус [17, 41, 55-57].

В добре илюстрирано анатомично проучване и клиничен случай, Алтай и колектив (Altay et al) [55] демонстрират как целия кавернозен синус

може да бъде експониран посредством латерална орбитотомия, дрилиране на голямото сфеноидно крило и предна клиноидектомия, с която се постига и декомпресия на оптичния нерв. В публикацията на Юлутас (Ulutas et al) [58] се демонстрира, че с описания от Алтай достъп и промяна на ориентацията на микроскопа може да се достигне не само до кавернозния синус, но и до важни невровакуларни структури около орбиталния връх и горна орбитална фисура. По отношение на кожния разрез и Алтай, и Утулас описват малък, трансверзален кожен разрез, започващ от латералния епикант до долния орбитален ръб. Друга възможност за разреза е описана от Азис и колектив (Azis et al) [17] и е използвана в сериите на Маринело (Mariniello) [56]. Тя се изразява в разрез през кожна гънка на горния клепач, която има по-добър козметичен резултат, тъй като разрезът се скрива, когато пациентът си отвори очите.

Развитието на ендоскопските техники, използвани в началото само за оглед в орбиталната хирургия, постепенно допринасят до намирането на място на трансорбиталните достъпи при лечението на интракраниална патология. Тези достъпи не включват премахване на латерална орбитална стена, като същността на достъпа се състои само в дрилирането на голямото сфеноидно крило с ендоскопска визуализация и инструментариум. Пионери в тези достъпи са Далан (Dallan) [59, 60], Кастелнуово (Castelnuovo) [41], Локатерли (Locatelli) [41]. Според публикации им трансорбиталните достъпи позволяват мулти-модален, мултипортален достъп до лезии на предна, средна, а дори и на задна черепни ямки.

С натрупване на анатомични познания следва приложението на латералната орбитотомия в клинични условия. Маринело (Marinello et al.) [56] публикува голяма клинична серия за лечение на менингеоми на сфеноидното крило с латерален орбитален достъп, като критериите за използване на достъпа са изисквали липсата на съществена компресия на оптичен нерв, както и на инвазия на кавернозен синус. Шен (Chen) [61] описва анатомично изследване и клинична серия, при която са осъществени темпорална лобектомия и амигдалохипокампектомия чрез латерален трансорбитален достъп с няколко основни предимства – къса оперативна дистанция, липса на постоперативен зрителен дефицит и на увреда на предна хороидна артерия поради използваната траектория. Шабот (Chabot) публикува серия за лечение на обемзаемащи лезии на средна черепна ямка. Уанг (Wang) [48] представя серия от 15 пациенти, при които е осъществено клипсиране на неруптурирали аневризми на предна комуникант артерия.

Изцяло ендоскопски базираните трансорбитални достъпи имат безспорните предимства на мининвазивност и на добър ъгъл на атака за работа в дълбочина. Те обаче също така изискват и добро владение на ендоскопския инструментариум и перспектива – важен детайл е, че при всички тях е описана позицията на хирурга, подобна на тази при трансфеноидалната хирургия – пред главата на пациента. Независимо от наличието на публикации на клинични серии с добри резултати, изцяло ендоскопският подход не е първи избор при съдовата патология и туморите с богато кръвоснабдяване или при случаи на съдова патология. Приложението на латералните трансорбитални достъпи към интракраниална патология изисква много добро познаване на специфичната анатомия на орбитата и на фронтотемпоралната област и прецизна селекция на пациентите, при които се прилагат.

Заклучение

Фронтотемпоралните достъпи към черепната кухина претърпяват дълга еволюция с множество модификации. През последните години развитието на технологията, както и на анатомичните познания, и усъвършенстването на хирургичната техника позволяват осъществяването на все по-лимитирани краниотомии, както и до по-малка травма на меките тъкани във фронтотемпорална област. От друга страна въвеждането на транс-орбитални достъпи за патологични процеси, предходно третирани с фронтотемпорални достъпи, е нова тенденция, която все повече ще бъде обект на изследване. Бъдещи клинични проучвания и анализи ще покажат точните индикации на тези достъпи, техните предимства, недостатъци, ограничения в сравнение с класическите и с мининвазивните фронтотемпорални краниотомии.

Библиография

1. Al-Mefty, O., Supraorbital-pterional approach to skull base lesions. *Neurosurgery*, 1987. 21(4): p. 474-7.
2. Al-Mefty, O., *Surgery of the Cranial Base*. Springer US, 1989. 2.
3. Delashaw, J.B., Jr., H. Tedeschi, and A.L. Rhoton, Modified supraorbital craniotomy: technical note. *Neurosurgery*, 1992. 30(6): p. 954-6.
4. Martins, C., et al., Microsurgical anatomy of the orbit: the rule of seven. *Anat Res Int*, 2011. 2011: p. 468727.
5. Poblete, T., et al., Preservation of the nerves to the frontalis muscle during pterional craniotomy. *J Neurosurg*, 2015. 122(6): p. 1274-82.
6. Shimizu, S., et al., MacCarty keyhole and inferior orbital fissure in orbitozygomatic craniotomy. *Neurosurgery*, 2005. 57(1 Suppl): p. 152-9; discussion 152-9.
7. Hakuba, A., S. Liu, and S. Nishimura, The orbitozygomatic infratemporal approach: a new surgical technique. *Surg Neurol*, 1986. 26(3): p. 271-6.
8. Hakuba, A., et al., A combined orbitozygomatic infratemporal epidural and subdural approach for lesions involving the entire cavernous sinus. *J Neurosurg*, 1989. 71(5 Pt 1): p. 699-704.
9. Pellerin, P., et al., Usefulness of the orbitofrontomalar approach associated with bone reconstruction for frontotemporosphenoid meningiomas. *Neurosurgery*, 1984. 15(5): p. 715-8.
10. Dolenc, V.V., Extradural approach to intracavernous ICA aneurysms. *Acta Neurochir Suppl*, 1999. 72: p. 99-106.
11. Dolenc, V.V., et al., A transcavernous-transsellar approach to the basilar tip aneurysms. *Br J Neurosurg*, 1987. 1(2): p. 251-9.
12. Spiriev, T., et al., Fronto-temporal branch of facial nerve within the interfascial fat pad: is the interfascial dissection really safe? *Acta Neurochir (Wien)*, 2016. 158(3): p. 527-32.
13. Spiriev, T., L. Poulsgaard, and K. Fugleholm, Techniques for Preservation of the Frontotemporal Branch of Facial Nerve during Orbitozygomatic Approaches. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2015. 76(3): p. 189-94.
14. Spiriev, T., L. Poulsgaard, and K. Fugleholm, One Piece Orbitozygomatic Approach Based on the Sphenoid Ridge Keyhole: Anatomical Study. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2016. 77(3): p. 199-206.
15. Sorenson, J., et al., The Rhoton Collection. *World Neurosurg*, 2016. 92: p. 649-652.
16. Coscarella, E., et al., Subfascial and submuscular methods of temporal muscle dissection and their relationship to the frontal branch of the facial nerve. Technical note. *J Neurosurg*, 2000. 92(5): p. 877-80.
17. Abdel Aziz, K.M., et al., Minimally invasive transpalpebral "eyelid" approach to the anterior cranial base. *Neurosurgery*, 2011. 69(2 Suppl Operative): p. ons195-206; discussion 206-7.
18. Figueiredo, E.G., et al., The minipterional craniotomy: technical description and anatomic assessment. *Neurosurgery*, 2007. 61(5 Suppl 2): p. 256-64; discussion 264-5.
19. Figueiredo, E.G., et al., An anatomical evaluation of the mini-supraorbital approach and comparison with standard craniotomies. *Neurosurgery*, 2006. 59(4 Suppl 2): p. ONS212-20; discussion ONS220.

20. Kanaan, I.N., Trans-eyebrow mini-orbitozygomatic pterional approach for minimally invasive skull base surgery. *Minim Invasive Neurosurg*, 2005. 48(1): p. 34-8.
21. Kang, H.J., et al., Comparative Analysis of the Mini-pterional and Supraorbital Keyhole Craniotomies for Unruptured Aneurysms with Numeric Measurements of Their Geometric Configurations. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2013. 15(1): p. 5-12.
22. Martinez-Perez, R., et al., Quantitative Anatomic Study of the Minipterional Craniotomy in the Paraclinoid Region: Benefits of Extradural Anterior Clinoidectomy. *World Neurosurg*, 2020. 135: p. e221-e229.
23. Rychen, J., et al., Minimally Invasive Alternative Approaches to Pterional Craniotomy: A Systematic Review of the Literature. *World Neurosurg*, 2018. 113: p. 163-179.
24. Sattur, M.G., et al., Extended Lateral Orbital Craniotomy: Anatomic Study and Initial Clinical Series of a Novel Minimally Invasive Pterional Approach. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2020. 81(1): p. 88-96.
25. Laleva, L., et al., Pure Endoscopic Lateral Orbitotomy Approach to the Cavernous Sinus, Posterior, and Infratemporal Fossae: Anatomic Study. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2019. 80(3): p. 295-305.
26. Evans, T., Johns Hopkins. The frontotemporal ("pterional") approach: an historical perspective. *Neurosurgery*, 2012. 71(3): p. E772.
27. Yasargil, M.G. and J.L. Fox, The microsurgical approach to intracranial aneurysms. *Surg Neurol*, 1975. 3(1): p. 7-14.
28. Krause, F., *Surgery of the Brain and the Spinal Cord Based on Personal Experiences*. New York, NY: Rebman, 1909-1912.
29. Heuer, G., Surgical experiences with an intracranial approach to chiasmal lesions. *Arch Surg*, 1920;1(1): p. 368-381.
30. Dandy, W., *Surgery of the Brain*. Lewis's Practice of Surgery. 1932. XII(Hagerstown, MD. W.F. Prior Co): p. 1-682.
31. Kempe, L., *Operative Neurosurgery* Springer-Verlag, 1968. Vol. 1 Cranial, Cerebral, and Intracranial Vascular Disease
32. Yasargil, M., *Microsurgery Applied to Neurosurgery*. Georg Thieme Verlag, 1969.
33. Reisch, R. and A. Perneczky, Ten-year experience with the supraorbital subfrontal approach through an eyebrow skin incision. *Neurosurgery*, 2005. 57(4 Suppl): p. 242-55; discussion 242-55.
34. van Lindert, E., et al., The supraorbital keyhole approach to supratentorial aneurysms: concept and technique. *Surg Neurol*, 1998. 49(5): p. 481-9; discussion 489-90.
35. Karagiozov, L., [Surgical therapy of cranio-orbital tumors]. *Magy Seb*, 1962. 15: p. 145-7.
36. Andaluz, N., et al., Eyelid approach to the anterior cranial base. *J Neurosurg*, 2008. 109(2): p. 341-6.
37. Beseoglu, K., et al., The transorbital keyhole approach: early and long-term outcome analysis of approach-related morbidity and cosmetic results. Technical note. *J Neurosurg*, 2011. 114(3): p. 852-6.
38. Fischer, G., et al., The keyhole concept in aneurysm surgery: results of the past 20 years. *Neurosurgery*, 2011. 68(1 Suppl Operative): p. 45-51; discussion 51.
39. Hernesniemi, J., et al., Lateral supraorbital approach as an alternative to the classical pterional approach. *Acta Neurochir Suppl*, 2005. 94: p. 17-21.
40. Jho, H.D., Orbital roof craniotomy via an eyebrow incision: a simplified anterior skull base approach. *Minim Invasive Neurosurg*, 1997. 40(3): p. 91-7.
41. Perneczky, A., E. Knosp, and C. Matula, Cavernous sinus surgery. Approach through the lateral wall. *Acta Neurochir (Wien)*, 1988. 92(1-4): p. 76-82.
42. Perneczky, A., Reisch, Robert, *Keyhole Approaches in Neurosurgery*. 2008: Springer-Verlag Wien.
43. Brock, M. and H. Dietz, The small frontolateral approach for the microsurgical treatment of intracranial aneurysms. *Neurochirurgia (Stuttg)*, 1978. 21(6): p. 185-91.
44. Бусарски, В., Микрохирургичен достъп до ретробулбарна и селарна области чрез трансуперцилиарна суперолатероорбитотомия. *Неврология, психиатрия неврохирургия*, 1988. С, XXVII, : p. 45-49.
45. Бусарски, В., Микрохирургия на черепната основа. Дисертация за присуждане на научна степен "доктор на медицинските науки", 1998.
46. Reisch, R., A. Perneczky, and R. Filippi, Surgical technique of the supraorbital key-hole craniotomy. *Surgical Neurology*, 2003. 59(3): p. 223-227.
47. Ho, C.L. and P.Y. Hwang, Endoscope-assisted Transorbital Keyhole Surgical Approach to Ruptured Supratentorial Aneurysms. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*, 2015. 76(5): p. 376-83.
48. Wang, H., et al., Clipping of anterior communicating artery aneurysms in the early post-rupture stage via transorbital keyhole approach—Chinese neurosurgical experience. *Br J Neurosurg*, 2015. 29(5): p. 644-9.
49. Steiger, H.J., et al., Transorbital keyhole approach to anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurgery*, 2001. 48(2): p. 347-51; discussion 351-2.
50. Yasuda, C.L., et al., Postcraniotomy temporalis muscle atrophy: a clinical, magnetic resonance imaging volumetry and electromyographic investigation. *J Orofac Pain*, 2010. 24(4): p. 391-7.
51. Foster, J., LATERAL ORBITOTOMY (Kronlein). *Br J Ophthalmol*, 1946. 30(5): p. 310-2.
52. Krönlein, R., Zur Pathologie und operativen Behandlung der Dermoidzysten der Orbita *Beitr Klin Chir* 4, 1889: p. 149-163, .
53. Karcioğlu, Z.A., *Orbital tumors. Diagnosis and treatment*. Springer Science, 2005: p. 359-390.
54. Yamanouchi, K., et al., Evaluation of the operative methods for Graves' disease. *Minerva Chir*, 2015. 70(2): p. 77-81.
55. Altay, T., B.C. Patel, and W.T. Couldwell, Lateral orbital wall approach to the cavernous sinus. *J Neurosurg*, 2012. 116(4): p. 755-63.
56. Mariniello, G., et al., Lateral orbitotomy for removal of sphenoid wing meningiomas invading the orbit. *Neurosurgery*, 2010. 66(6 Suppl Operative): p. 287-92; discussion 292.
57. Noiphithak, R., et al., Comparative Analysis Between Lateral Orbital Rim Preservation and Osteotomy for Transorbital Endoscopic Approaches to the Cavernous Sinus: An Anatomic Study. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2018.
58. Ulutas, M., et al., Surgical anatomy of the cavernous sinus, superior orbital fissure, and orbital apex via a lateral orbitotomy approach: a cadaveric anatomical study. *Acta Neurochir (Wien)*, 2016. 158(11): p. 2135-2148.
59. Dallan, I., et al., Endoscopic transorbital route to the cavernous sinus through the meningo-orbital band: a

descriptive anatomical study. J Neurosurg, 2017. 127(3): p. 622-629.

60. Dallan, I., et al., Endoscopic endonasal anatomy of superior orbital fissure and orbital apex regions: critical considerations for clinical applications. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2013. 270(5): p. 1643-9.
61. Chen, H.I., et al., Lateral Transorbital Endoscopic Access to the Hippocampus, Amygdala, and Entorhinal Cortex: Initial Clinical Experience. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec, 2015. 77(6): p. 321-32.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Лили Лалева

Клиника по неврохирургия

Аджибадем СитиКлиник

Болница Токуда София

Бул. „Никола Вапцаров“ 51В

София 1407, България

E-mail: lililaleva@gmail.com

Address for Correspondence:

Lili Laleva, MD

Clinic of Neurosurgery

Acibadem CityClinic

MBAL Tokuda Hospital

51B Nikola Vaptsarov Blvd

1407 Sofia, Bulgaria

E-mail: lililaleva@gmail.com

РЕЗЕКЦИЯ НА ЕКСТРААКСИАЛНИ ТУМОРИ В ПОНТО-ЦЕРЕБЕЛАРНИЯ ЪГЪЛ БАЗИРАНА НА ЕЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧНА ВЕРИФИКАЦИЯ НА БЛИЗОСТТА ДО ВЛАКНА НА ЛИЦЕВИЯ НЕРВ

Милко Милев, Тома Спириев, Лили Лалева, Владимир Наков

Клиника по неврохирургия, Аджибадем СитиКлиник МБАЛ Токуда Болница, София

Резюме

Въведение: Един от основните проблеми при оперативното лечение на тумори в понто-церебеларния ъгъл е запазването на черепномозъчните нерви, от които с най-често клинично значение е функционалният интегритет на лицевия нерв. През последните години интраоперативното мониториране се превърна от селективно прилагана техника в специализирани центрове в стандарт за качество при този тип хирургия, позволяваща по-висока степен на сигурност. Въпреки това предиктивната стойност на интраоперативните електрофизиологични данни и ясните дефиниции на предупредителни критерии за увредата на лицевия нерв са все още обект на изследване.

Материал и методи: За периода 2015-2018 г. общо 37 случая на церебело-понтинни тумори са оперирани в клиниката под електрофизиологично невромониториране (19 вестибуларни шванома, 18 менингиома). Ходът на лицевия нерв е идентифициран с помощта на монополярна катодна стимулация. Функционалността на лицевия нерв е оценена клинично според House-Brackmann скалата предоперативно, след интервенцията и повече от един месец постоперативно при всеки един от случаите.

Резултати: При 24 от случаите не бе отчетена промяна спрямо предоперативната функция на лицевия нерв, при 10 пациенти настъпилият постоперативен дефицит бе с подобрение при проследяване и при трима пациенти дефицитът бе перманентен. Нямаше значителна разлика в ранната постоперативна функция на лицевия нерв при случаите, при които степента на резекцията бе изцяло определена от близостта на лицевия нерв, и при тези, при които това не бе извършено. Въпреки това значителна разлика бе отчетена между двете групи от гледна точка функционално възстановяване на нерва при случаите с рано постоперативно влошаване.

Заклучение: Успешно интраоперативно електрофизиологично мониториране на близостта, траекторията и функцията на лицевият може да бъде асоциирана с по-добро запазване на функцията на лицевия нерв при пациенти с тумори в понто-церебеларния ъгъл.

Ключови думи: интраоперативно електрофизиологично мониториране, лицев нерв, вестибуларен шваном, менингиом, понто-церебеларен ъгъл.

FACIAL NERVE FIBERS ELECTROPHYSIOLOGICAL PROXIMITY-TAILORED RESECTION OF PRIMARY EXTRAAXIAL CEREBELLOPONTINE ANGLE TUMOURS

Milko Milev, Toma Spiriev, Lili Laleva, Vladimir Nakov

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

Abstract

Introduction: A major concern in the operative treatment of cerebellopontine angle tumours is the preservation of cranial nerves with predominant clinical significance for the functional integrity of the facial nerve. The intraoperative monitoring of facial nerve function was transformed from selective technique in specialized centers to quality standard in this type of surgery, allowing for increased safety of the operation. However, the utility of this technique, the predictive value of intraoperative electrophysiological findings and the clear-cut definitions of warning criteria are still unrefined and require further exploration.

Material and Methods: For the period 2015-2018 a total of 37 cases of primary extraaxial cerebellopontine angle tumours (19 vestibular schwannomas and 18 meningiomas) were operated in the Department under electrophysiological neuromonitoring. The coursing of the nerve through the tumour tissue was identified with the help of monopolar cathodal stimulation. The function of the facial nerve was evaluated clinically according to the House-Brackmann scale pre-operatively, after intervention and >1 month postoperatively. The role of facial nerve proximity and response was assessed in each case.

Results: In 24 cases there was no change in the level of preoperative facial nerve function, in 10 a postoperative deficit arose that resolved at least partially in time and 3 patients developed a permanent deficit without improvement during follow-up. There was no significant difference in early postoperative facial nerve function between cases in which the extent of resection was purely determined by proximity to the facial nerve and those where such tailoring of resection could not be reached. However, a difference of significant magnitude between the two groups was noted in the level of facial nerve function recovery in cases with early postoperative worsening.

Conclusions: Successful intraoperative electrophysiological monitoring of facial nerve proximity, trajectory and function could be associated with better conservation of facial nerve function in operative cases of primary extraaxial cerebellopontine angle tumours.

Keywords: intraoperative electrophysiological monitoring, facial nerve, vestibular schwannoma, meningioma, cerebellopontine angle surgery.

Въведение

Основна цел при оперативното лечение на тумори на понто-церебеларния ъгъл е функционалното съхранение на черепномозъчните нерви и на лицевия нерв в частност. Интраоперативното мониториране на функционалната цялост на лицевия нерв заема позиция като един от основните фактори при решаването на този проблем и постепенно се превръща в стандарт, гарантиращ качество при операции в понто-церебеларния ъгъл [1]. Успешното и достоверно локализиране на лицевия нерв е незаменима мярка в хода на резекция на туморни формации с характерни високи степени на прирастване към нерва. За целта на предсказване на постоперативния функционален статус на лицевия нерв са предлагани редица различни критерии (спонтанна ЕМГ активност на лицевия нерв, амплитуди и латенции на отговорите при директна електрическа стимулация на нервните влакна, сравнение на нивата на прагова стимулация в проксимални и дистални части на нерва), но тяхното клинично значение все още остава недостатъчно изяснено при липсата на достатъчно достоверен доказателствен материал [2-12]. Съответно на гореизложеното за различните модалности за интраоперативно електрофизиологично мониториране на лицевия нерв и установяваните при тях находки все още липсват ясни и достоверни критерии с предупредителен за настъпваща увреда или предиктивен по отношение постоперативния функционален статус характер. В съответствие с това в настоящото проучване представяме анализ върху прилагането на стратегия за навигиране и регулиране на зоните и локалния обем на резекция на туморни формации в понто-церебеларния ъгъл на база близостта до влакна на лицевия нерв, определена посредством интермитираща електрическа монополярна стимулация, и нейното влияние върху постоперативния му функционален статус.

Материал и методи

Настоящото проучване са базира на ретроспективен анализ на клиничен, образнодиагностичен и електрофизиологичен материал на Клиниката за периода 2015-2018 година. В обхвата му са включени 37 оперативни интервенции на първични екстрааксиални тумори на понто-церебеларния ъгъл под интраоперативно електрофизиологично невромониториране.

Хистотопографски туморните лезии в серията се разпределят съответно на 19 случая на вестибуларни шваномии (Т3 и Т4 степени по Хановерската скала [13]) и 18 случая на менингиоми.

Интраоперативно ходът на лицевия нерв в и по туморната тъкан бе определен с помощта на монополярна катодна стимулация с праг за дефиниране на непосредствена близост на нерва от 1 mA. Верификацията на запазения функционален интегритет на влакната бе постигана посредством проксимална стимулация на ствола на лицевия нерв във зоната на излизане от мозъчния ствол при ниски стойности на интензитет (между 0,01 и 0,1 mA). Интраоперативното електрофизиологично мониториране се проведе с помощта на системата Medtronic NIM Eclipse.

Функционалният статус на лицевия нерв бе оценен клинично по скалата House-Brackmann, както предоперативно, така и ранно постоперативно и повече от месец следоперативно [14]. Като добър клиничен резултат се дефинираха функционални степени 1 до 3, а като лош – степени на увреда 4 до 6. Електрофизиологичните находки (пострезекционен праг на проксимална възбуда на лицевия нерв) и приложимостта на техниката за модифицирана спрямо динамично определяната близост на нервните влакна резекция на туморната маса се анализираха в контекста на наблюдаваните постоперативни промени във функцията на нерва и настъпващата през периода на проследяване еволюция на потенциалния дефицит. Статистическият анализ бе базиран на теста на Фишер, при зададени критерии за статистическа значимост с $p < 0.05$.

Резултати

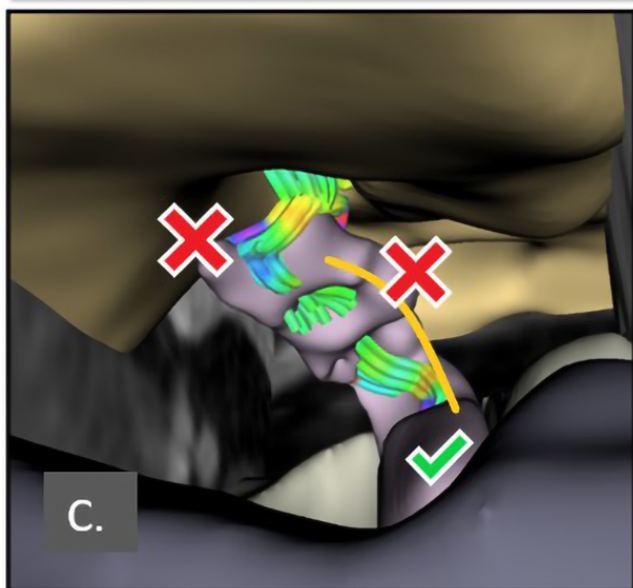
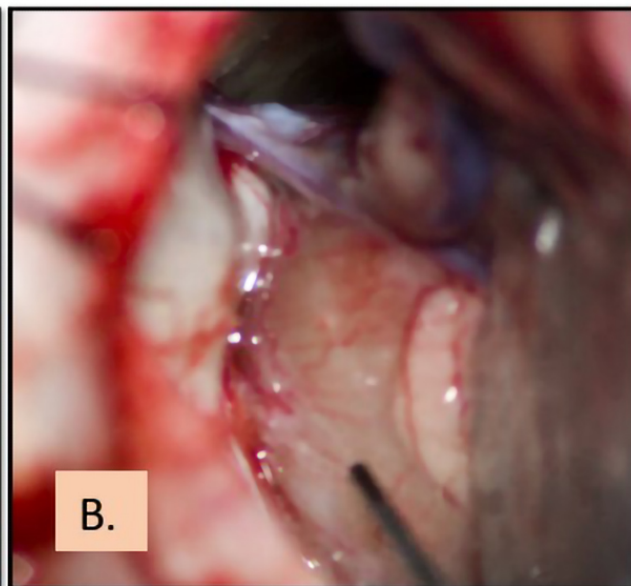
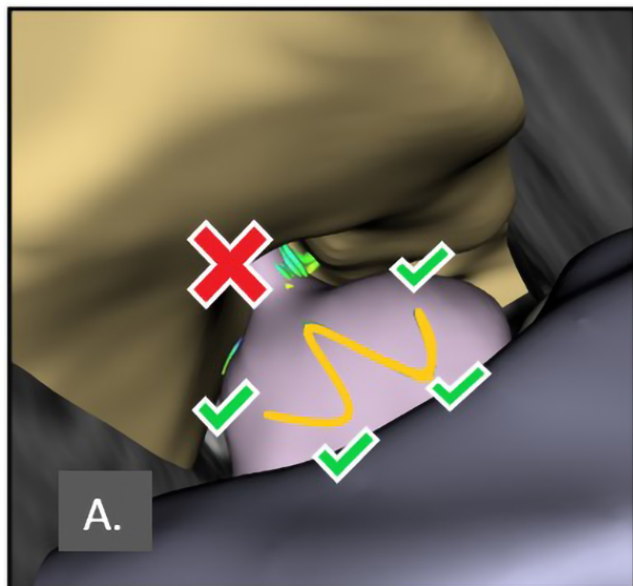
При 24 оперативни случая не се наблюдаваха изменения спрямо предоперативно установения функционален статус на лицевия нерв. При 10 случая се установи развитието на постоперативен дефицит, който претърпя обратно развитие в рамките на периода на проследяване. При 3-ма пациенти настъпи траен неврологичен дефицит без динамика в хода на проследяване. Не се установи значима разлика в честотата на настъпване на постоперативни дефицити на нерва при сравнение на групата от случаи, при които бе модифицирана резекционната стратегия при прилагане на електрофизиологичните критерии за критична близост на нервните влакна, с тези, при които не се достигна прилагане на моделната техника в нейния цялостен вид, *Фиг. 1*. От друга страна, при разглеждане само на случаите с възникнало ранно постоперативно влошаване на функцията на лицевия нерв, се установи наличието на значима разлика ($p < 0.05$, Fisher exact probability test) между двете групи в постигнатото възстановяване на функционалният статус при проследяване в късния (> 1 месец) постоперативен период, *Фиг. 2*.



Фиг. 1. Функционален статус на лицевия нерв в ранния постоперативен период – влияние на приложението на базирана на близостта на лицевия нерв резекция.



Фиг. 2. Степен на късна постоперативна дисфункция на лицевия нерв при пациенти с начално влошаване: влияние на приложението на базирана на близостта на лицевия нерв резекция.



Фиг. 3. Предложената техника е в основата си модификация на стратегията за резекция на основната туморна маса в случаи на предполагаемо или очаквано ангажиране на лицевия нерв както в този илюстративен случай на ляв вестибуларен шваном **А.** Методът предполага прилагането на интермитентна или постоянна стимулация в работната област и по настоящата граница на резекция. **В.** Резекцията продължава до достигане на заложените критерии за близост, при което към влакната на нерва остава сравнително тънка прослойка туморна тъкан. **С.** Решението за последваща дисекция на остатъчната формация от нерва остава да бъде взето в контекста на баланса между очакваното постигане на по-висока степен на резекция и липсата на защитата, предлагана от електрофизиологичното мониториране. Моделните реконструкции **А.** и **С.** са базирани на предоперативни T1 контрастноусилени MPT и DTI изследвания и са генерирани в програмния пакет 3D Slicer [39].)

Дискусия

Запазването на функцията и интегритета на черепномозъчните нерви в понто-церебеларния тъгъл е една от най-трудните задачи пред хирурга при резекцията на тумори в тази област. С напредването на микрохирургичната техника и приложението на ултразвуковия аспиратор запазването на анатомичния интегритет на нервите в възможно с натрупването на опит. Независимо от това запазването на функционалността на нервите остава трудна задача, при която ролята на електрофизиологичното мониториране е от първостепенна важност. В хода на проучването бе разработена моделна техника за резекция на туморни формации, плътно прилежащи или ангажиращи влакната на лицевия нерв, базирана на лимитиране и навигиране на локалните обеми на резекция според определянето на критична близост на резекционната граница до влакна на нерва. Анализът на настъпилите неблагоприятни по отношение неврологичния статус и функцията на лицевия нерв събития бе проведен спрямо провеждането на оперативната интервенция в съответствие с предложения модел, *Фиг. 3*.

В стандартната и минимална форма на приложение на техниката използвахме комбинирано мониториране на седми, десети и дванадесети черепномозъчни нерви. Мониторирането се осъществява посредством 4- (минимално) или 6-канално ипсилатерално отвеждане на сборни моторни потенциали. Отвежданията са съответно от *m. frontalis*, *m. orbicularis oculi*, *m. orbicularis oris* и *m. mentalis* за *n. facialis*, както и *mm. palatine* за *n. vagus* (и *n. glossopharyngeus*) и *mm. linguae* за *n. hypoglossus*. Стимулацията на нервните влакна се извършва със стандартни параметри и по описания в Материал и методи начин. С подобно изградена конструкция могат да се постигнат две цели. Възможно е идентифициране на отделни мониторирани краниални нерви в помощ на ориентацията, базирана на анатомични маркери, както при дисекция на анатомично съхранени зони, така и по повърхността на туморни формации. По този начин се подсигурия оформянето на безопасни зони за начало на туморната резекция дори и при не сигурно визуално потвърждение на наличието на нервни влакна, разпръснати по туморната повърхност. Стимулацията на туморната сърцевина в хода на резекцията може да даде информация за разположението на нервни влакна в близост до изследваната зона.

Типът на използвания стимулатор – биполярен или монополярен – определя в този случай различните локализационни възможности на техниката. Биполярната стимулация позволява

сравнително високо селективно потенциално активиране на влакна, разположени в тъканта в непосредствена близост до линията между двата електрода. Това се определя от драстичното намаляване на силата на тока с увеличаване на разстоянието от междуелектродната линия и съответната висока плътност на тока само в ограничената от електродите зона. От друга страна, поради радиалното разпространение на токовите линии (с приближение, в близост до стимулиращия крайник и в сравнително хомогенна среда) при монополярната стимулация се наблюдава корелиращо с увеличаване на разстоянието от пробата спадане на плътността на тока. Същото съответства на намаляване с разстоянието от пробата на резултантния йонен поток през дадена площ на нервната мембрана и, съответно, вероятността за предизвикване на надпрагова деполяризация. А това се транслира в корелация между силата на необходимата за възникване на нервна активация сила на тока и разстоянието до същите нервни влакна. Същото позволява системата за монополярна стимулация да има определена локализираща и навигираща функция и да спомогне при определянето на обема (дебелината) на безопасно отнеманите парчета туморна тъкан. В контекста на изложените горе особености на би- и монополярната стимулация може да бъде предложено използването и на двете техники при различни етапи на оперативната интервенция [15-17].

Допълнителна функция на директната нервна стимулация е верифицирането на интегритета на моторните нервни влакна посредством проксимална стимулация. Така получаването на отговори от инервираните мускулни групи при стимулиране на моторните нерви в зоната им на изхождане от мозъчния ствол би трябвало да се интерпретира като сигнал за запазена интактност на нерва. Липсата на провокиране на такива не може автоматично да се приеме за знак на нарушена цялост докато не бъдат изключени други модифициращи фактори. Обикновено силата на тока, използвана при директна стимулация на нерва е в диапазона 0,1-0,01 mA, като често е необходимо да се отчете и наличието на резидуална туморна прослойка или арахноидни прираствания към стимулираните фасцикули. Има няколко проучвания за корелацията между нужната за провокиране на моторен отговор сила на тока и постоперативната функция (или степен на увреда) на нерва, като не могат да бъдат отличени сигурни предопределящи функционалния изход фактори [9, 10, 18-20].

Във връзка с гореизложените резултати може да се заключи, че почти тоталната резекция на обхващащи влакната на лицевия нерв тумори,

водена от електрофизиологичното трасиране на тези влакна, може да се обвърже с по-добри шансове за задоволително възстановяване функцията на нерва при възникване на ситуации с развитие на постоперативен дефицит. Наличието на дискретна постоперативна пареза на лицевия нерв е добре поносима от страна на пациентите при възможно затваряне на клепачите и ограничен, предимно козметичен характер на дисфункцията (House-Brackmann II и III степени на увреда). През периода на постоперативно проследяване при пациенти с първоначално влошаване функцията на лицевия нерв в нашата серия се наблюдава постепенно възстановяване до нормален или добър функционален резултат при повечето пациенти, което съответства и на литературните данни от други серии [10, 21-30]. При това установихме и наличието на достоверна зависимост между лимитирането на резекцията според електрофизиологичните данни за критична близост до влакната на лицевия нерв и тенденцията за настъпване на подобрение при вече настъпила увреда на лицевия нерв. Все пак трябва да се отбележи, че представените резултати изискват последващо по-задълбочено проучване и при по-голяма бройка пациенти, което да потвърди или отхвърли наличието на причинно-следствена връзка между воденето на туморната резекция от електрофизиологични критерии за близост до лицевия нерв и наблюдаваното подобро възстановяване на функция при пациенти с постоперативен дефицит на нерва, при които техниката е била приложена успешно. Немалко са факторите, които играят потенциална роля в предопределянето на по-добрия функционален резултат – включвае и по-внимателния и деликатен стил на хирургична работа, налаган от необходимостта от чести оценки на близост, позиция и траектория на лицевия нерв. От друга страна може да се предположи, че спазването на безопасна дистанция от нерва при работа с биполярна коагулация или ултразвуков аспиратор предпазва до по-голяма степен влакната му от асоциираните травматични фактори, били те механични, термични, електрически или кавитационни по природа. Други електрофизиологични показатели с предполагаема предиктивна стойност – като пострезекционен праг на интензитета на проксимална стимулация на нервния ствол, необходим за провокиране на моторни отговори, появата на последователности от абнормна електрическа активност (A-trains), промени в лицеви моторни евокирани потенциали – не са включени в горния анализ, което налага последващото им разглеждане в контекста на вече установените находки [2, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 29, 31-38].

Заклучение

На база резултатите от проведеното проучване бе установено успешното прилагане на предложената система от локализационни електрофизиологични критерии при резекция на ангажиращи лицевия нерв формации. Интраоперативно електрофизиологично дефиниране на близкоразположеност и траектория на лицевия нерв и мониторирането на интактността му могат да се обвържат с по-добра протекция на функционалния интегритет на нерва в случаи с първични екстрааксиални туморни формации на понто-церебеларния ъгъл.

Библиография

1. Vivas, E.X., et al., Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guidelines on Intraoperative Cranial Nerve Monitoring in Vestibular Schwannoma Surgery. *Neurosurgery*, 2018. 82(2): p. E44-E46.
2. Sala, F., Take the A Train. *Clin Neurophysiol*, 2015. 126(9): p. 1647-9.
3. Duarte-Costa, S., et al., Predictive value of intraoperative neurophysiologic monitoring in assessing long-term facial function in grade IV vestibular schwannoma removal. *Acta Neurochir (Wien)*, 2015. 157(11): p. 1991-7; discussion 1998.
4. Prell, J., et al., Train time as a quantitative electromyographic parameter for facial nerve function in patients undergoing surgery for vestibular schwannoma. *J Neurosurg*, 2007. 106(5): p. 826-32.
5. Prell, J., et al., The intermedius nerve as a confounding variable for monitoring of the free-running electromyogram. *Clin Neurophysiol*, 2015. 126(9): p. 1833-9.
6. Prell, J., et al., Facial nerve palsy after vestibular schwannoma surgery: dynamic risk-stratification based on continuous EMG-monitoring. *Clin Neurophysiol*, 2014. 125(2): p. 415-21.
7. Prell, J., et al., A real-time monitoring system for the facial nerve. *Neurosurgery*, 2010. 66(6): p. 1064-73; discussion 1073.
8. Rampp, S., et al., A-trains for intraoperative monitoring in patients with recurrent vestibular schwannoma. *Acta Neurochir (Wien)*, 2013. 155(12): p. 2273-9; discussion 2279.
9. Marin, P., D. Pouliot, and G. Fradet, Facial nerve outcome with a peroperative stimulation threshold under 0.05 mA. *Laryngoscope*, 2011. 121(11): p. 2295-8.
10. Boublata, L., et al., Facial Nerve Function and Quality of Resection in Large and Giant Vestibular Schwannomas Surgery Operated By Retrosigmoid Transmeatal Approach in Semi-sitting Position with Intraoperative Facial Nerve Monitoring. *World Neurosurg*, 2017. 103: p. 231-240.
11. Bernardeschi, D., et al., Role of electrophysiology in guiding near-total resection for preservation of facial nerve function in the surgical treatment of large vestibular schwannomas. *J Neurosurg*, 2017: p. 1-8.
12. Schmitt, W.R., et al., Use of supramaximal stimulation to predict facial nerve outcomes following vestibular

- schwannoma microsurgery: results from a decade of experience. *J Neurosurg*, 2013. 118(1): p. 206-12.
13. Matthies, C. and M. Samii, Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): clinical presentation. *Neurosurgery*, 1997. 40(1): p. 1-9; discussion 9-10.
 14. House, J.W. and D.E. Brackmann, Facial nerve grading system. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1985. 93(2): p. 146-7.
 15. Stark, P., G. Fazio, and E.S. Boyd, Monopolar and bipolar stimulation of the brain. *Am J Physiol*, 1962. 203: p. 371-3.
 16. Comte, P., Monopolar versus bipolar stimulation. *Appl Neurophysiol*, 1982. 45(1-2): p. 156-9.
 17. Dali, M., et al., Modeling subcortical white matter stimulation. *bioRxiv*, 2019: p. 2019.12.12.872390.
 18. Sughrue, M.E., et al., The value of intraoperative facial nerve electromyography in predicting facial nerve function after vestibular schwannoma surgery. *J Clin Neurosci*, 2010. 17(7): p. 849-52.
 19. Bernat, I., et al., Intraoperative electromyography and surgical observations as predictive factors of facial nerve outcome in vestibular schwannoma surgery. *Otol Neurotol*, 2010. 31(2): p. 306-12.
 20. Bozorg Grayeli, A., et al., Comparison between intraoperative observations and electromyographic monitoring data for facial nerve outcome after vestibular schwannoma surgery. *Acta Otolaryngol*, 2005. 125(10): p. 1069-74.
 21. Hong, W., et al., Influencing Factors Analysis of Facial Nerve Function after the Microsurgical Resection of Acoustic Neuroma. *J Korean Neurosurg Soc*, 2017. 60(2): p. 165-173.
 22. Liu, S.W., et al., Intraoperative neuromonitoring for removal of large vestibular schwannoma: Facial nerve outcome and predictive factors. *Clin Neurol Neurosurg*, 2015. 133: p. 83-9.
 23. Kunert, P., et al., Surgery for sporadic vestibular schwannoma. Part III: Facial and auditory nerve function. *Neurol Neurochir Pol*, 2015. 49(6): p. 373-80.
 24. Anaizi, A.N., et al., Facial nerve preservation surgery for koos grade 3 and 4 vestibular schwannomas. *Neurosurgery*, 2014. 75(6): p. 671-5; discussion 676-7; quiz 677.
 25. Morton, R.P., et al., Prognostic factors for the incidence and recovery of delayed facial nerve palsy after vestibular schwannoma resection. *J Neurosurg*, 2011. 114(2): p. 375-80.
 26. Samii, M., V. Gerganov, and A. Samii, Improved preservation of hearing and facial nerve function in vestibular schwannoma surgery via the retrosigmoid approach in a series of 200 patients. *J Neurosurg*, 2006. 105(4): p. 527-35.
 27. He, X., et al., Surgical Management and Outcome Experience of 53 Cerebellopontine Angle Meningiomas. *Cureus*, 2017. 9(8): p. e1538.
 28. Kwiek, S., et al., [Multimodal intraoperative electrophysiological monitoring during cerebellopontine angle tumor surgery. Benefit or loss?]. *Neurol Neurochir Pol*, 2003. 37(5): p. 1047-62.
 29. Kombos, T., et al., Can continuous intraoperative facial electromyography predict facial nerve function following cerebellopontine angle surgery? *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2000. 40(10): p. 501-5; discussion 506-7.
 30. Fenton, J.E., et al., Facial nerve outcome in non-vestibular schwannoma tumour surgery. *Acta Otorhinolaryngol Belg*, 2004. 58(2): p. 103-7.
 31. Acioly, M.A., et al., Facial nerve monitoring during cerebellopontine angle and skull base tumor surgery: a systematic review from description to current success on function prediction. *World Neurosurg*, 2013. 80(6): p. e271-300.
 32. Mandpe, A.H., et al., Comparison of response amplitude versus stimulation threshold in predicting early postoperative facial nerve function after acoustic neuroma resection. *Am J Otol*, 1998. 19(1): p. 112-7.
 33. Turel, M.K., et al., The utility of facial nerve amplitude and latency ratios in predicting postoperative facial nerve function after vestibular schwannoma surgery. *Neurol India*, 2014. 62(2): p. 178-82.
 34. Ling, M., et al., Predictive Value of Intraoperative Facial Motor Evoked Potentials in Vestibular Schwannoma Surgery Under 2 Anesthesia Protocols. *World Neurosurg*, 2017.
 35. Bhimrao, S.K., et al., Role of Facial Nerve Motor-Evoked Potential Ratio in Predicting Facial Nerve Function in Vestibular Schwannoma Surgery Both Immediate and at 1 Year. *Otol Neurotol*, 2016. 37(8): p. 1162-7.
 36. Tokimura, H., et al., Intraoperative continuous monitoring of facial motor evoked potentials in acoustic neuroma surgery. *Neurosurg Rev*, 2014. 37(4): p. 669-76.
 37. Sarnthein, J., et al., Facial nerve motor evoked potentials during skull base surgery to monitor facial nerve function using the threshold-level method. *Neurosurg Focus*, 2013. 34(3): p. E7.
 38. Romstock, J., C. Strauss, and R. Fahlbusch, Continuous electromyography monitoring of motor cranial nerves during cerebellopontine angle surgery. *J Neurosurg*, 2000. 93(4): p. 586-93.
 39. Kikinis, R., S.D. Pieper, and K.G. Vosburgh, 3D Slicer: A Platform for Subject-Specific Image Analysis, Visualization, and Clinical Support, in *Intraoperative Imaging and Image-Guided Therapy*, F.A. Jolesz, Editor. 2014, Springer New York: New York, NY. p. 277-289.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Милко Милев

Клиника по неврохирургия

Аджибадем СитиКлиник

Болница Токуда София

Бул. „Никола Вапцаров“ 51В

София 1407, България

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

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

ИНТРАДУРАЛНА СЕЛЕКТИВНА ВЕНТРАЛНА РИЗОТОМИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИЕ НА СПАСТИЧЕН ТОРТИКОЛИС

Христо Христов¹, Христо Цонев^{1,2}

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

²Катедра по неврохирургия, Медицински университет – София

Резюме

Въведение: Идиопатичаната фокална шийна дистония, известна още като спастичен тортиколис, е неврологично заболяване, което се характеризира с абнормно, неволево съкращение на мускулите на врата. Спастичния тортиколис не само води до значителен деформитет по отношение на нормалната позиция на главата, но също така се съчетава и със силна инвалидизираща болка от продължителната мускулна контракция. Селективната интрадурална ризотомия е един от основните методи за справяне с тази патология, като техниката е с доказано добър резултат и при пациенти със силно изразен болкови синдром.

Цел: Да се представят хирургичната техника и резултатите на интрадурална селективна венстрална ризотомия при оперативното лечение на два случая на пациенти с болезнен спастичен тортиколис неповлияващ се от консервативна терапия.

Материали и методи: В проучването са включва двама пациенти, диагностицирани и последствие оперирани в Клиниката по неврохирургия, УМБАЛ „Св. Ив. Рилски“ – София, с десностранен болезнен спастичен тортиколис. И в двата случая е извършена селективна интрадурална венстрална ризотомия по модифицирания метод на McKenzie.

Резултати: Представяме два случая оперирана посредством селективна двустранна ризотомия, при които постоперативно се наблюдава подобрение в TWSTRS и VAS, като и в двата случая не са отчетени интраоперативни и ранни постоперативни усложнения.

Заклучение: Двустранната интрадуралната ризотомия на моторните коренчета на C1, C2 и C3 в комбинация със селективната денервация на m. sternocleidomastoideus от спиналната част на n. accessorius с последващата адекватна физиотерапия и рехабилитация е доказано ефективна при тежки случаи на пациенти с болезнен ротаторен тортиколис.

Ключови думи: спастичен тортиколис, оперативно лечение, двустранна интрадурална ризотомия.

INTRADURAL SELECTIVE VENTRAL RHIZOTOMY IN THE TREATMENT OF SPASMODIC TORTICOLLIS

Hristo Hristov¹, Hristo Tsonev^{1,2}

¹Clinic of Neurosurgery, Acibadem CityClinic MBAL Tokuda Hospital, Sofia, Bulgaria

²Department of Neurosurgery, Medical University – Sofia, Bulgaria

Abstract

Introduction: Idiopathic focal cervical dystonia, also known as spasmodic torticollis, is a neurological disease characterized by abnormal, involuntary contraction of the neck muscles. Spasmodic torticollis not only leads to a significant deformity concerning the normal position of the head, but it is also combined with severe debilitating pain of prolonged muscle contraction. Selective intradural rhizotomy is one of the main methods for dealing with this pathology, and the technique has proven to be good in patients with severe pain.

Aim: To present the surgical technique and the results of intradural selective ventral rhizotomy in the surgical treatment in two cases of patients with painful spasmodic torticollis unresponsive to conservative therapy.

Materials and methods: The study includes two patients diagnosed and thereafter went under surgical treatment at the Clinic of Neurosurgery, University Hospital "St. Ivan. Rilski" – Sofia, with right-sided painful spasmodic torticollis. In both cases, selective intradural ventral rhizotomy was performed according to the modified McKenzie method.

Results: We present two cases operated by selective bilateral rhizotomy, in which postoperative improvement was observed in TWSTRS and VAS, and in both cases, no intraoperative and early postoperative complications were reported.

Conclusion: Bilateral intradural rhizotomy of the motor roots of C1, C2 and C3 in combination with the selective denervation of m. sternocleidomastoideus from the spinal part of n. accessorius with subsequent adequate physiotherapy and rehabilitation has been shown to be effective in severe cases of patients with painful rotator torticollis.

Keywords: spasmodic torticollis, surgical treatment, bilateral intradural rhizotomy.

Въведение

Дистонията се определя като абнормно едновременно съкращение на мускулни групи, които са агонисти и антагонисти, като това съкращение може да бъде краткотрайно или продължително. Според анатомично разпределение дистонииите

могат да бъдат класифицирани, като фокални, генерализирани или сегментни. Фокалните дистонии са най-чести форми на дистония, но в много от случаите дистонииите с фокално начало генерализират на по-късен етап от заболяването. Първичните дистонии са тези, които не могат да

бъдат отнесени към друг болестен процес. Те могат да бъдат спорадични или генетични, като повечето спорадични първични дистонии са фокални. Докато при първичните идиопатични дистонии не се наблюдава структурна мозъчна увреда, травма или възпаление, при вторичните дистонии се установява увреда на сензомоторните пътища, която може да възникне вследствие на исхемия, хипоксия, инфекция, травма, неоплазмен процес, лекарства, метаболитни нарушения и невродегенеративни заболявания, като болест на Уилсън [1].

Шийната идиопатична фокална дистония известна още като спастичен тортиколис е неврологично заболяване, което се характеризира с абнормно, неволево клонично или интермитентно тонично съкращение на мускулите на врата. Наблюдава се между 5 до 20 случая на 100 000 индивида, като засяга по-често женския пол [1-3]. Това е най-честата форма на фокална дистония и най-често настъпва към петата декада [4, 5]. Периодичните клонични спазми на мускулите на врата се наслаждат с тоничните мускулни съкращения, което води до придърпване на главата. Спастичния тортиколис не само води до значителен деформитет относно нормалната позиция на главата, но също така се съчетава и със силна инвалидизираща болка от продължителната мускулна контракция [6].

Широката гама от нормални движения, които се извършват в шийната област се постига посредством сложна система от мускули агонисти и антагонисти, които работят съгласувано. Познаването на залавните места на мускулите и тяхната функция в паравертебралната шийна област и субокципиталната област са от ключово значение за поставяне на правилната диагноза при шийните дистонии и последващото им лечение. Спастичния тортиколис се среща в най-различни форми и степени на тежест, като в зависимост от векторите, в които се отклонява врата и главата различаваме четири подтипа на шийната дистония – ротаторен тортиколис, латероколис, ретроколис и антероколис. Най-честият подтип е ротаторния тортиколис, последван от латероколиса, ретроколиса и най-рядко наблюдаваме антероколис [7]. Класическата форма на тортиколис, ротаторен тортиколис, се причинява от абнормната контракция на *m. sternocleidomastoideus* от едната страна, което води до насочване на главата към рамото и завъртане на брадичката на противоположната страна. В допълнение с абнормната контракция на задната група мускули (*m. splenius capitis*, *m. semispinalis capitis*) и субокципиталната група мускули (*m. rectus capitis posterior major*, *m. rectus capitis posterior minor*, *m. obliquus capitis superior*, *m.*

obliquus capitis inferior) водят до ротация на главата в противоположната страна и накланянето ѝ към същата страна [8].

Хирургичното лечение на шийните дистонии преминава през различни вариации включващи процедури, които целят перманентно облекчаване на симптомите в това число стереотактични операции, като таламотомии, имплантиране на електроди за дълбоко мозъчна стимулация, микроваскуларни декомпресии, денервационни процедури и миотомии [9-14]. Сред най-често използваните подходи са интрадуралните и екстрадуралните денервационни процедури [15-18]. Основната цел и на двете процедури е да се намали повишения мускулен тонус в засегнатите мускулни групи. Интрадуралната денервация на вентралните клончета (ризотомия) постига неселективна денервация, като се денервират както мускулите с дистонично променена активност, така и тези, които не водят до дистоничните прояви. По-късно е въведена и утвърдена от Bertrand екстрадуралната селективна периферна денервация, при която се прекъсват единствено клончетата и нервите, които инервират дистоничната мускулатура, като останалите се съхраняват [10, 15]

Материал и методи

Поучването включва 2 пациенти от женски пол, диагностицирани и последствие оперирани в Клиниката по Неврохирургия, УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ – София, с десностранен болезнен спастичен тортиколис. И в двата случая е използван модифицирания метод на MacKenzie, със селективна интрадурална вентрална ризотомия в комбинация със селективна денервация на контралатералния на ротацията *m. sternocleidomastoideus* от спиналната част на *n. accessorius*.

Пациентите са диагностицирани посредством провеждането на ЕМГ, с монополярни електроди, като дистонична активност е записана и при двете пациентки в *m. sternocleidomastoideus* вляво, *m. splenius capitis*, *m. semispinalis capitis* двустранно, както и в субокципиталната мускулатура двустранно. В допълнение са осъществени образни изследвания КТ и МРТ на шийен отдел, с цел изключване на нестабилност в шийния сегмента, както и в двата случая се визуализира хипертрофия на *m. sternocleidomastoideus*.

Предоперативната подготовка включва позициониране на пациента по корем на операционната маса, с фиксирана за тритчкова краниална система Mayfield. Поставят се електроди за извършване на интраоперативен невромониторинг (МЕП), за свободно ЕМГ от *m. sternocleidomastoideus* и *m. trapezius*, както и мониториране

на (TOF – Train of Four). Кожният разрез е от protuberantia occipitalis externa до прос. spinosus на С6 прешленно тяло. И в двата случая е осъществена субокципитална медианна краниектомия, с ламинектомия на С1, С2 и парциално на С3 с последващо поетапно отваряне на дуралната и арахноидната обвивка по средна линия, като последните се фиксира една за друга с копринен конец 5/0, с цел по-добра визуализация на съдово-нервните структури.

На първия етап след визуализацията на n. accessorius вляво, посредством употребата на биполярна сонда се извършва селективна стимулация с 0,1 mA, с цел идентификация на моторните коренчета, които са отговорни за инервацията на левия m. sternocleidomastoideus, Фиг. 1.

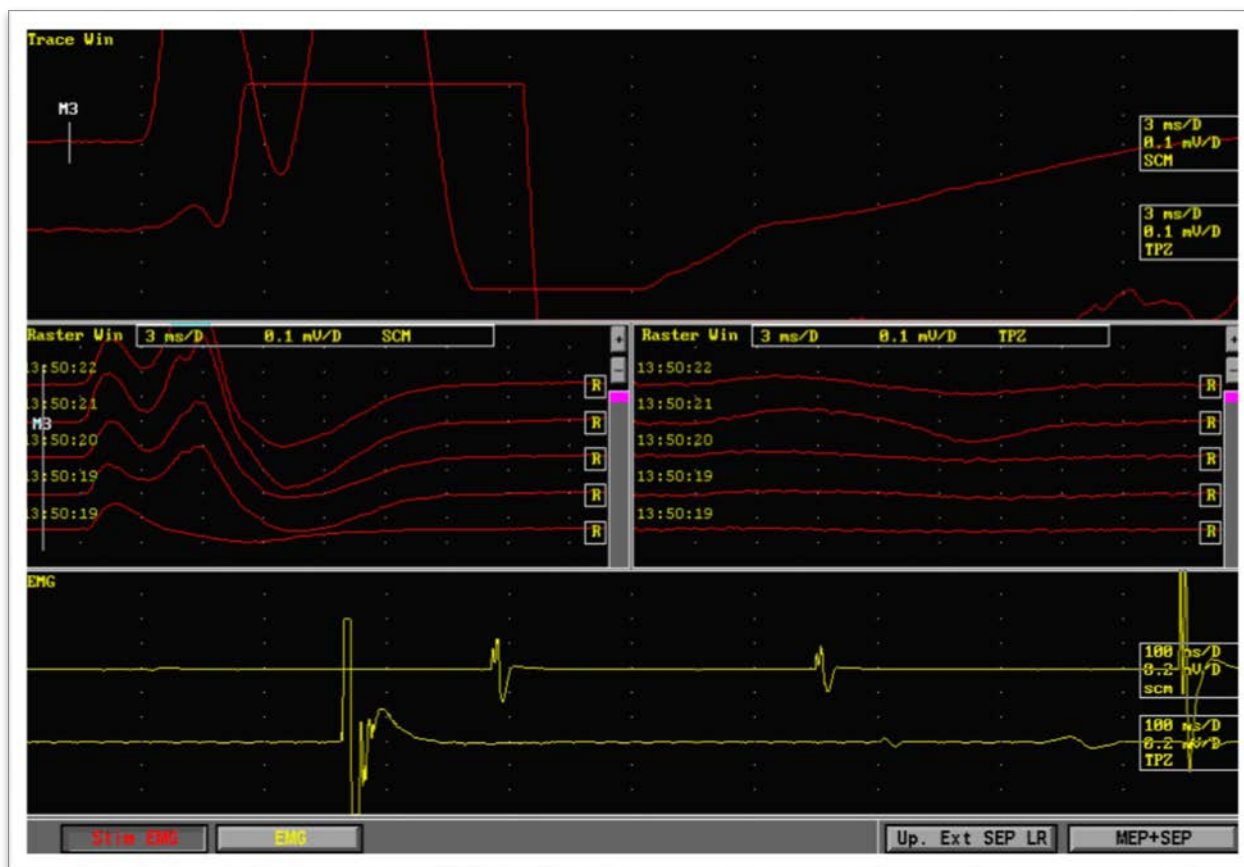
След верифицирането им се пристъпва към последващата селективна денервация посредством прерязването им с микроножица, като моторните коренчета, които дават смесена инервация и към m. trapezius се съхраняват, Фиг. 2 и 3.

В тази първа част от оперативната интервенция, се цели поддържане на TOF-Ratio >60%,

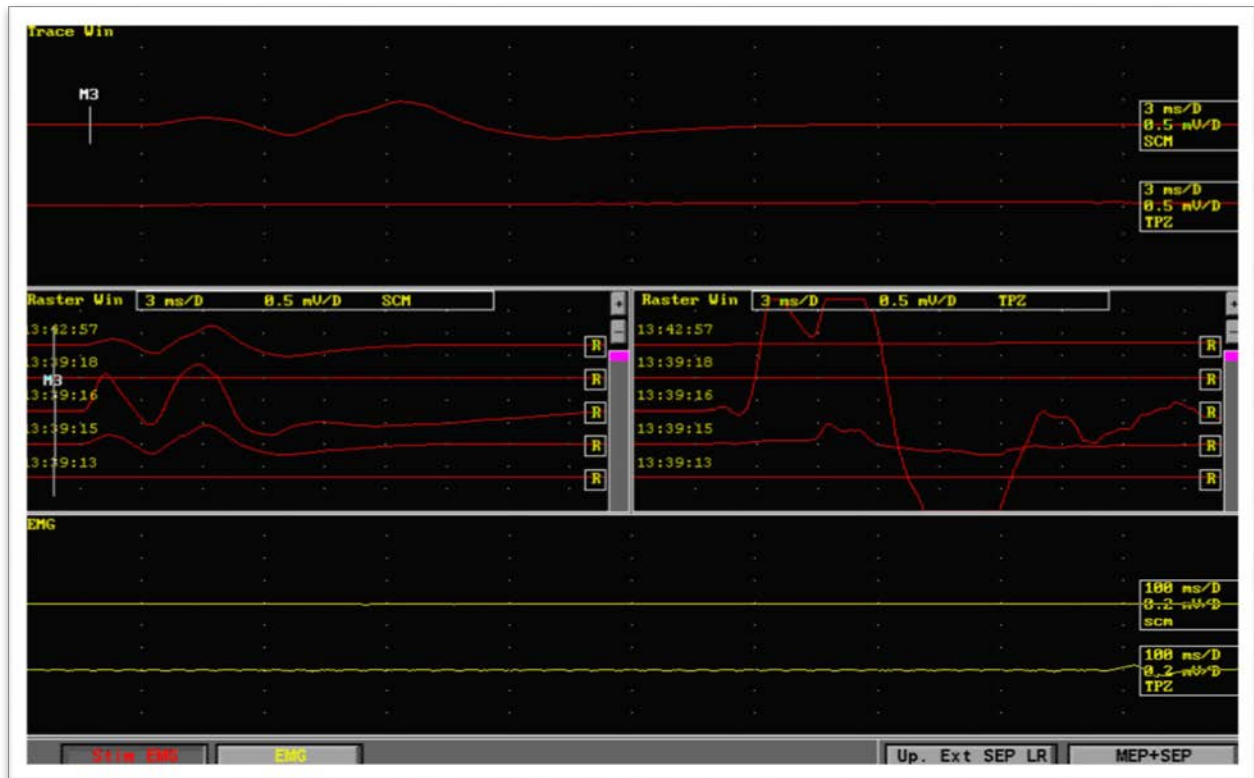
което гарантира степента на невромускулна релаксация и получаването на добри отговори при извършването на селективния неврофизиологичен мониторинг.

На втория етап от оперативната интервенция се преминава към прекъсването на дентикулатния лигамент с цел визуализиране на моторното С1 коренче, както и на малки артериални съдове излизащи от a. vertebralis. Тук трябва да се имат предвид и някои анатомични вариации по отношение на задно долната церебеларна артерия (РІСА). След като е постигнат адекватен визуален контрол върху артериите и моторното коренче на С1 се пристъпва към биполярна коагулация и последващо прерязване посредством микроножица, Фиг. 4.

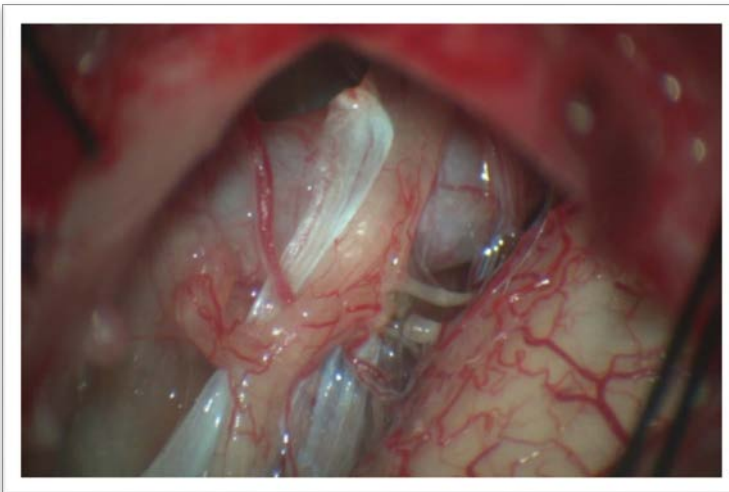
На нивото на С1 в някои случаи се визуализира анастомоза между n. accessorius и моторното коренче на С1, което е описано от McKenzie (1924 г.) и носи неговото име. Отдиференцирането на тази връзка между двата нерва интраоперативно позволява извършването на селективната им денервация, което намалява честотата на реинервацията и последващ рецидивиращ спастичен тортиколис, Фиг. 5.



Фиг. 1. Извършване на селективен невромониторинг и определяне на коренчета от спиналната част на n. accessorius ангажирани с инервацията на m. sternocleidomastoideus.



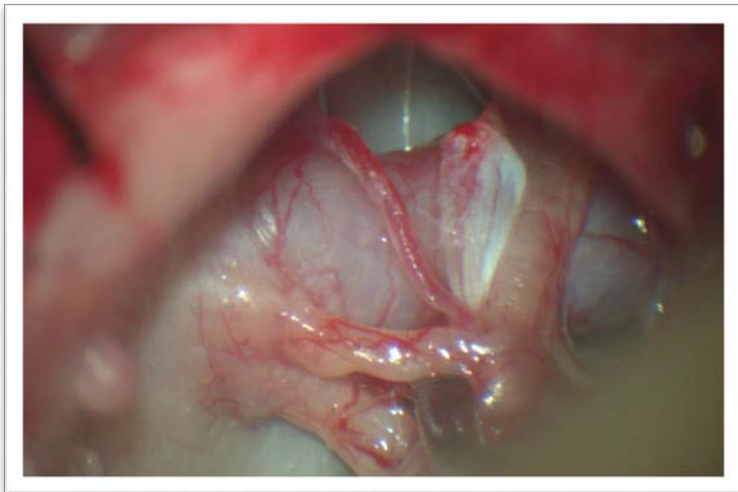
Фиг. 2. Извършване на селективен невромониторинг и определяне на коренче от спиналната част на п. accessories, който има смесена инервация за m. sternocleidomastoideus и m. trapezius.



Фиг. 3. Извършената селективна денервация на коренчетата от спиналната част на п. accessories отговаряща за инервацията на m. sternocleidomastoideus.



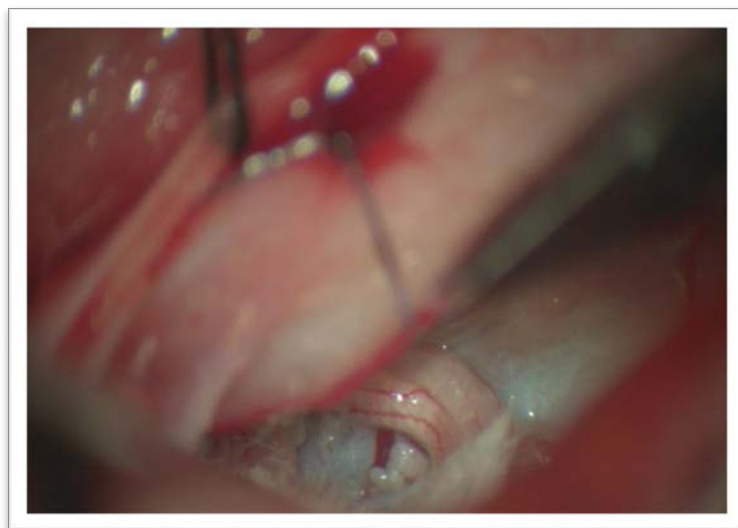
Фиг. 4. Осъществена ризотомия на C1 коренче вляво.



Фиг. 5. Анастомоза между n. accessorius и моторното коренче на C1.



Фиг. 6. Създаване на оперативен коридор между сетивните коренчета на C2 и последваща ризотомия на моторните коренчета на C2 вляво.



Фиг. 7. Ризотомия на моторните коренчета на C3 вляво.

Впоследствие преминаваме на долните нива като, за да достигнем до моторните коренчета на C2 се налага да използваме различни оперативни коридори под, над и между дорзалните коренчета на C2 с цел постигане на адекватна визуализация и последваща денервация, която се извършва отново посредством биполарна коагулация и прерязване посредством микроножица.

Същата процедура се повтаря за прекъсването на моторните коренчета и на C3, Фиг. 6 и 7.

Впоследствия се преминава към контралатералната страна, с последващата селективна денервация на моторните коренчета на C1, C2 и C3. Херметизация на дуралната обвивка, с последващия шев на меки тъкани и кожа се извършва по типичен начин.

Пред- и постоперативно при пациентите са използвани Visual Analog Scale (VAS), с цел определяне нивото на болката, както и Toronto Western Spasmodic Torticollis Ranking scale (TWSTRS), за определяне на тежестта на шийната дистония.

Резултати

И в двата случая се използва модифицирания метод на McKenzie, със селективна интрадурална вентрална ризотомия в комбинация с денервация на коренчетата от спиналната част на n. accessorius на контралатералния на ротацията m.sternocleidomastoideus .

Първият случай на пациентка с болезнен ротаторен тортиколис. Предоперативно е оценена по VAS 9/10 и TWSTRS 25/35. Постоперативно пациентката е с подобрение по отношение на оплакванията, като се наблюдава значителен спад и в двете скали, като постоперативно VAS 3/10 и TWSTRS 4/35, *Фиг. 8*.

Вторият случай отново на пациентка с болезнен ротаторен тортиколис, пред оперативно оценена по VAS 10/10 и TWSTRS 28/35, постоперативно пациентката е с подобрение по отношение на болковия синдром и дистоничните прояви, като пациентката постоперативно е оценена по VAS 4/10 и TWSTRS 9/35, *Фиг. 9*.

Не се отчетоха интраоперативни и постоперативни усложнения и в двата случая свързани с дисфагия или нестабилност в шийния отдел на гръбначния стълб, като още в ранният постоперативен период и при двете пациентки се започна провеждането на активна физиотерапия и рехабилитация.

При проследяването на пациентките на 1-ви и 3-ти месец се наблюдава задържане на ефекта от проведената оперативна интервенция, без появата на късни постоперативни усложнения.

Дискусия

Установено е че при повече от 75% от случаите на тортиколис се засяга m. sternocleidomastoideus [19]. Ангажирането на задната група мускули, в което число влизат m. splenius capitis и m. splenius cervicis, m. obliquus inferior, както и m. rectus capitis posterior играят важна роля при получаването на типичното за тортиколиса принудително положение на главата [20].

Съществуват два основни денервационни хирургични способа за лечението на шийната дистония – интрадуралната вентрална ризотомия (McKenzie) и екстрадуралната периферна ризотомия (Bertrand). Двата метода имат доказано добър ефект по отношение на дистоничните прояви със своите предимства и недостатъци.



Фиг. 8. А. Предоперативно пациентка с болезнен тортиколис с принудително положение на главата ротирана надясно. Б. Постоперативно пациентката може да задържа главата в неутрална позиция, със значителна редукция по отношение на болковия синдром.



Фиг. 9. **А.** Предоперативно пациентка с болестен тортиколис с принудително положение на главата ротирана надясно. **Б.** Постоперативно пациентката е с подобрене по отношение болковия синдром, както и на дистоничните прояви.

Най-честото усложнение след традиционната техника на Bertrand са сетивните нарушения в областта на С2 дерматома, които обикновено не са обезпокоителни за ежедневието, но могат да се превърнат в сериозни оплаквания, водещи до нарушаване на качеството на живот на пациентите [21]. Недостатък на тази техника е и необходимостта от работата в близост до екстракраниалната част на вертебралната артерия и интраоперативното кървене от венозния плексус при извършване на периферната денервация около С1 и С2 [22]. Основен недостатък при тази техника е необходимост от извършването на два оперативни достъпа в случаите на ангажиране на *m. sternocleidomastoideus* [19, 22]. Основното преимущество на екстрадуралната селективна денервация е по-малката честота на слабост на шийната мускулатура и дисфагичните усложнения, което се дължи на съхраняване инервацията към незасегнатите от дистонията мускули антагонисти, фарингеалната и ларингеалната мускулатура [15].

Първоначално разработените интрадурални процедури за лечение на шийна дистония от Dandy и McKenzie впоследствие са претърпели много и различни вариации [23]. Ефективността

на процедурата и постигането на добри резултати в различните серии е описано при 61 до 79% от пациентите [24]. Стандартните оперативни техники включват двустранна вентрална ризотомия на С1-С3, едностранна С1-С3 и контрална С1-С4 ризотомия, двустранна вентрална ризотомия на С1-С3 и едностранна селективна денервация на *p. accessorius* и двустранна вентрална ризотомия и двустранна селективна денервация на *p. accessorius*. Следоперативната смъртност варира между 0% и 2% в повечето серии, като в литературата има и няколко описани случая на исхемични нарушения при този тип интервенции, дължащи се на прекъсване на радикуларна артерия, която анастомозира с предната спинална артерия [24-27]. В анатомично проучване на 43 спесимента Turnbull установява наличието на такава артерия с диаметър 0,4 мм при 1 случай на ниво С3 [28]. Colbassani и Wood установяват, че слабостта на шията може да възникне при 39% от пациенти и дисфагията при около 30%, като тези странични ефекти са преходни при пациенти [29].

В последните години се въвеждат и комбинирани модификации на двете основни денервационни процедури с унилатерална интрадурална

вентрална ризотомия на C1 и C2, екстрадурална денервация задните нервни клончета на C3-6 и последваща контралатерална периферна ризотомия на нервните клончета на n. accessorius към m. sternocleidomastoideus (метод на Taira) [22].

Безопасността и ефективността на процедурата посредством използването на микрохирургични техника не отстъпва на екстрадуралната такава, като теоретично интрадуралното прекъсване на C1 и C2 вентрални коренчета има същия „моторен ефект“, както и екстрадуралната процедура. Предимството на интрадуралната е по-малкото кървене от венозния плексус, съхраняване на сетивността в зоната на инервация на C2 нерв [22]. От друга страна интрадуралната

вентрална ризотомия има по-добър ефект по отношение на силно изразения болкови синдром, както и при двустранно ангажиране на параспиналната и субокципиталната мускулатура [30].

Техниката на Dandy-McKenzie има много и различни вариации, което трябва да се има предвид. На Табл. 1 са систематизирани пет от най-значителните серии, при които са използвани тези техники при лечение на пациенти с шийна дистония. Потвърждава безопасността и ефективността от процедурата с възможните евентуални странични ефекти, които могат да се минимализират при извършване на правилен подбор на пациентите за оперативна интервенция [24].

	Sorensen & Hamby (1965 & 1966)	Hanby & Schiffer (1969)	Tasker (1976)	Walsh (1976)	Fabinyi & Dutton (1980)
Извършена оперативна техника по Dandy-McKenzie	41	50	47	33	20
Много добро повлияване	61%	70%	78%	79%	65%
Морталитет	1 (дихателни усложнения)	2 (церебрална исхемия; инфаркт на миокарда)	1 (инфаркт на миокарда)	2 (пулмонална емболия; инфаркт на миокарда)	0
Респираторни нарушения	1	0	1 временни	0	0
Дисфагия	21	16	0	10	-
Слабост във врата	11	15	-	12	1
Нестабилност във шийния отдел	0	0	1	1	-
Слабост в рамото	23	36	3	-	-
Предоперативно болка във врата	14	-	-	-	14
Постоперативно болка във врата	-	-	1	-	2
Други усложнения	0	0	2	-	1
Оперативна техника	C1-C3 двустранно 41/41 Двустранно n. accessories 25/41	C1-C3 двустранно + C4 при 37/50; Двустранно n. accessories 39/50	C1-C4 двустранно 38/47; периферна денервация на m. sternocleidomastoideus	C1-3 ; C1 -4 едностранно	Едностранно n. accessorius C1-3 или C1-4

Табл. 1. Резултати от различните модификации на техниката на Dandy и MacKenzie за лечение на шийна дистония.

Заклучение

Познаването на анатомията и залавните места на мускулите в паравертебралната и субокципиталната област, както и правилната диагностика посредством неврофизиологични и образни изследвания, са от решаващо значение при избора на оперативно лечение на шийната дистония. При всеки пациент трябва да има индивидуален подход в зависимост от клиничната изява на заболяването. Двустранната интрадурална ризотомия на вентралните коренчета на C1, C2 и C3 в комбинация със селективната денервация на m. sternocleidomastoideus от спиналната част на n. accessorius с последващата ранна физиотерапия и рехабилитация е доказано ефективна при тежки случаи на пациенти с болезнен ротаторен тортиколис.

Библиография

1. Patel S, Martino D. Cervical dystonia: from pathophysiology to pharmacotherapy. *Behav Neurol.* 2013;26(4):275-282.
2. Steeves TD, Day L, Dykeman J, Jette N, Pringsheim T. The prevalence of primary dystonia: a systematic review and meta-analysis. *Mov Disord.* 2012;27(14):1789-1796.
3. Stacy M. Epidemiology, clinical presentation, and diagnosis of cervical dystonia. *Neurol Clin.* 2008;26(suppl 1):23-42.
4. Chan J, Brin MF, Fahn S. Idiopathic cervical dystonia: clinical characteristics. *Mov Disord.* 1991;6(2):119-126.
5. Van Zandijcke M. Cervical dystonia (spasmodic torticollis). Some aspects of the natural history. *Acta Neurol Belg.* 1995;95(4):210-215.
6. Comella CL, Stebbins GT, Miller S. Specific dystonic factors contributing to work limitation and disability in cervical dystonia. *Neurology* 46 (Suppl 2):A259, 1996
7. Fahn S: The varied clinical expressions of dystonia. *Neurol Clin* 2:541-554, 1984
8. Jankovic J, Leder S, Warner D, Schwartz K. Cervical dystonia: clinical findings and associated movement disorders. *Neurology.* 1991;41(7):1088-1091.
9. Krauss JK, Grossman RG. Surgical treatment of movement disorders. In: Grossman RG, Loftus CM, eds. *Principles of neurosurgery.* Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997
10. Bertrand CM, Lenz FA. Surgical treatment of dystonias. In: Tsui JKC, Calne DB, eds. *Handbook of dystonia.* New York: Marcel Dekker, 1995:329-45.
11. Cooper IS. Effects of thalamic lesions upon torticollis. *N Engl J Med* 1964;270:967-72.
12. Freckmann N, Hagenah R, Herrmann HD, Müller D. Bilateral microsurgical lysis of the spinal accessory nerve roots for treatment of spasmodic torticollis. *Acta Neurochir* 1986; 83:47-53.
13. Jho HD, Jannetta PJ. Microvascular decompression for spasmodic torticollis. *Acta Neurochir* 1995;134:21-6.
14. Grossman RG, Hamilton WJ. Surgery for movement disorders. In: Jankovic J, Tolosa E, eds. *Parkinson's disease and movement disorders*, 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1993:531-48.
15. Bertrand CM. Selective peripheral denervation for spasmodic torticollis: surgical technique, results, and observations in 260 cases. *Surg Neurol* 1993;40:96-103.
16. Colbassani HJ Jr, Wood JH. Management of spasmodic torticollis. *Surg Neurol* 1986;25:153-8.
17. Friedman AH, Nashold BS Jr, Sharp R, Caputi F, Arruda J. Treatment of spasmodic torticollis with intradural selective rhizotomies. *J Neurosurg* 1993;78:46-53.
18. McKenzie KG. Intermeningeal division of the spinal accessory and roots of the upper cervical nerves for the treatment of spasmodic torticollis. *Surg Gynecol Obstet* 1924;39:5-10.
19. Hamby WB, Schiffer S: Spasmodic torticollis: results after cervical rhizotomy in 50 cases. *J Neurosurg* 31:323-326, 1969
20. Keen WW: A new operation for spasmodic wry neck. Namely, division or excision of the nerves supplying the

- posterior rotator muscles of the head. *Ann Surg* 13:44–47, 1891
21. Braun V, Richter HP. Selective peripheral denervation for the treatment of spasmodic torticollis. *Neurosurgery* 1994; 35:58–63.
 22. Taira, T., & Hori, T. (2001). Peripheral Neurotomy for Torticollis: A New Approach. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, 77(1-4), 40–43.
 23. McKenzie, K. G. (1954) The surgical treatment of spasmodic torticollis. *Clin. Neurosurg*, 2, 37–43.
 24. Adams CB Vascular catastrophe following the Dandy McKenzie operation for spasmodic torticollis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 1984;47:990-994.
 25. Scoville, WB, Bettis OB. Motor tics of the head and neck: surgical approaches and their complications. *Acta Neurochir (Wien)*1979; 48:47-66
 26. Lazorthes G. Spinal angiomas. In: *Advances in Diagnosis and Therapy*. Pia HW, Djindjian R, eds. Berlin: Springer Verlag, 1978: 1-17.
 27. Tasker, R.R (1976) The treatment of spasmodic torticollis by peripheral denervation: The McKenzie Operation. In: *Current Controversies in Neurosurgery* (Morley, T.P., ed.) , pp 448-454
 28. Turnbull, IA, Brieg A, Hassler O. Blood supply of cervical spinal cord in Man. *J Neurosurg* 1966;24:951-65.
 29. Colbassani HJ Jr, Wood JH. Management of spasmodic torticollis. *Surg Neurol* 1986;25:153–8.
 30. Zaid Al., Tyler B. Haring N. Modified McKenzie procedure for the treatment of fixed painful torticollis. *Neurosurg Focus Video* 3(2):V10, 2020.

Адрес за кореспонденция:

Д-р Христо Христов, д.м.
Клиника по неврохирургия
УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ ЕАД
Бул. „Акад. Иван Гешов“ 15
София 1431, България
E-mail: hristovh@hotmail.com

Address for Correspondence:

Hristo Hristov, MD, PhD
Clinic of Neurosurgery
St. Ivan Rilski University Hospital
15 Acad. Ivan Geshov Blvd
1431 Sofia, Bulgaria
E-mail: hristovh@hotmail.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.