



# Менингоцеле в олфакторната зона при спонтанни риноликвореи

*Meningocele in the olfactory area in spontaneous CSF rhinorrhea*

К. Джамбазов, А. Топалова-Шишманова

Клиника по уши, нос и гърло болести, УМБАЛ „Свети Георги“ ЕАД – Пловдив  
Медицински университет – Пловдив

Dzhambazov K., Topalova- Shishmanova

UMHAT „St. George“ Plovdiv Medical University Plovdiv

## Abstract

**Introduction:** Spontaneous leakage of cerebrospinal fluid from the nasal cavity due to a defect in the anterior, middle and posterior skull base is a condition associated with both difficult clinical diagnosis and challenges in preoperative localization and treatment. Material and methods: For a period of 19 years in the Clinic of Ear, Nose and Throat at the University Hospital “St. George” were diagnosed 11 cases of spontaneous rhinorrhea with the presence of meningocele in the area of the olfactory cleft

**Results:** In 8 of the clinical cases, we administered intrathecal fluorescein 10% due to the inconclusive data from HRCT and MRI / Cisternography for bone and dural defect in the base area in a positive beta 2 transferrin test. We find that the olfactory cleft is common localization in spontaneous CSF rhinorrhea.

**Conclusion:** The elective choice of diagnostic method with aimed examination for defect-

arachnoid dilatation in the area of lamina cribrosa, meningocele in the area of the olfactory cleft and those in the sphenoid sinus significantly improves the quality of surgical treatment (preservation of the olfactory area on one side, minimizing orbital and additional dural defects). The discussion in multidisciplinary teams provides significant opportunities for accurate and timely diagnosis of this type of “hidden” defects.

**Key words:** Spontaneous CSF leak, meningocele, olfactory cleft

## Резюме

**Въведение:** Спонтанното изтичане на ликвор от носната кухина вследствие на дефект в областта на предна, средна и задна база на черепа е състояние, свързано както със затруднено клинично диагностициране, така и с предизвикателства в предоперативно-то локализиране и лечение.

**Материал и методи:** За период от 19 години в Клиниката по уши нос и гърло в УМБАЛ „Свети Георги“ са диагностицирани 11 случаи на спонтанна риноликворея с наличие на менингоцеле в областта на олфакторната цепка.

**Резултати:** При 8 от клиничните случаи сме приложили интратекално флуоресцеин 10% поради неубедителните данни от HRCT и МРТ/ цистернография за костен и дурален дефект в областта на базата при позитивен бета 2 трансферинов тест. Установяваме, че олфакторната зона е най-честата локализация при спонтанна риноликворея.

**Заключение:** Елективният избор на метод за диагностика с насочено търсене на дефект-арахноидна дилатация в областта на ламина криброза, менингоцеле в областта на олфакторната цепка, както и такива в сфеноидалния синус значително подобрява качеството в оперативното лечение (запазване на олфакторна зона от едната страна, минимизиране орбитални и допълнителни дурални дефекти). Съвместното дискутиране в мултидисциплинарни екипи дава значителни възможности за акуратната и навременна диагностика на този тип „скрити“ дефекти.

**Ключови думи:** Спонтанна риноликворея, менингоцеле, олфакторна цепка

## Introduction

Spontaneous rhinorrhea is a multifactorial condition associated with non-traumatic provocation of cerebrospinal fluid leakage from the nose. In clinical practice, the condition is largely neglected until the development of a life-threatening neuroinfection. Delicate pathological communication in spontaneous rhinorrhea is often not detected by initially unfocused imaging and the skull-based

## Въведение

Спонтанната риноликворея е мултифакторно състояние, свързано с нетравматично провокиране на изтичане на цереброспинална течност – ликвор от носа. В клиничната практика в значителна степен се negliжира състоянието до момента на развитие на животозастрашаваща невроинфекция. Деликатната патологичната комуникация при спонтанни риноликвореи

defect remains "silent". Willis first described a case of rhinolic liquora in the 17th century, followed by Miller, who demonstrated a rhinobase defect during an autopsy in 1826.

A lot of authors consider the onset of spontaneous rhinorrhea a variant of benign idiopathic intracranial hypertension. (Cano Alonso et al., Banu et al., Schuknecht B et al.).

The complex clinical behavior with the choice of a test for verification of cerebrospinal fluid in nasal secretion – beta2 transferrin or beta trace and imaging method for topographic diagnosis of fistula – high resolution computed tomography, magnetic resonance imaging cisternography provides timely diagnosis. Knowledge of the location, size of the defect and the contents of the herniated tissue is key in the choice of surgical treatment and duraplasty technique.

The recommended surgical approach for spontaneous rhinorrhea with meningocele in the olfactory cleft is endonasal endoscopic access with the possibility of a detailed restoration procedure unilaterally of the defect and preservation of the other olfactory zone.

## Material and methods

For a period of 19 years in the Department of Ear, Nose and Throat Diseases at the University Hospital "St. George" were diagnosed with 36 cases of CSF rhinorrhea, 11 of which were spontaneous. Females predominate in spontaneous rhinorrhea – 75%, as well as the high body mass index – 69.60% of the total number in spontaneous rhinorrhea. We administered intrathecal fluorescein 10% in 8 of the cases in which the imaging methods HRCT, MRT-cisternography were not accurate in the localization of the cerebrospinal fistula, as well as in patients after previous neurosurgical and endonasal interventions / approaches.

често не се открива от първоначално не насочено извършените образни изследвания и дефектът на базата на черепа остава „тих“. Willis описва за първи път случай на риноликворея през 17-ти век, следван от Miller, който демонстрира дефект на ринобазата по време на аутопсия през 1826 г.

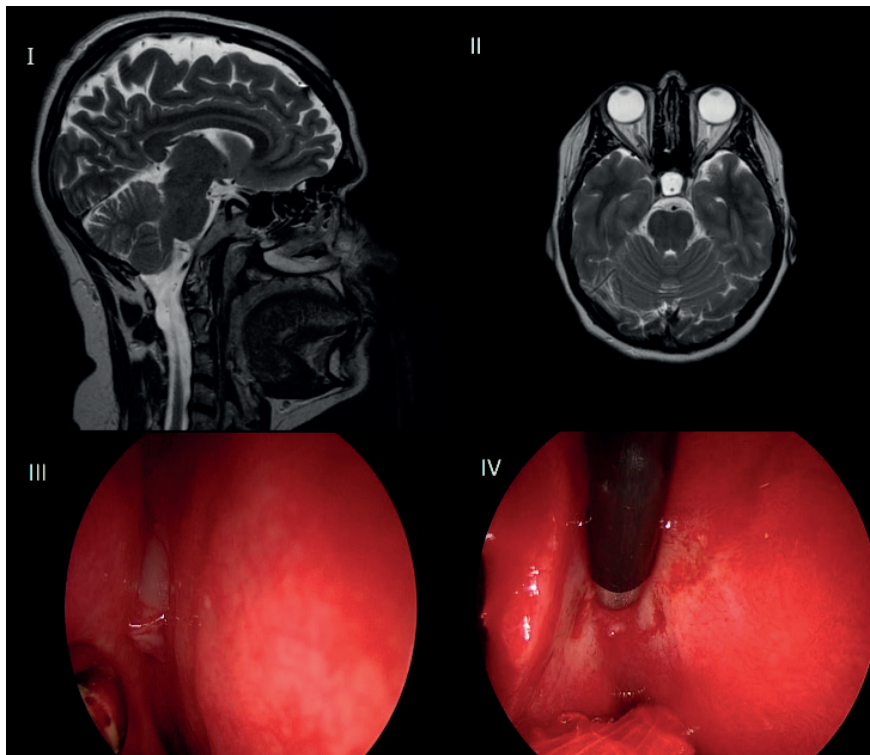
Интерес представлява възникването на спонтанната риноликворея, която множество автори считат за вариант на бенигна идиопатична интракраниална хипертензия. (Cano Alonso et al., Banu et al., Schuknecht B et al.).

Комплексното клиничното поведение с избор на потвърдителен тест за верификация на ликвора в назалната секреция- бета2 трансферин или бета-трейс и образен метод за топографска диагностика на фистулата – компютърна томография с висока разделителна способност, магнитно-резонансна томография цистернография осигурява навременна диагностика. Познаването на локализацията, размера на дефекта и съдържимото на хернираната тъкан е ключово в избора на хирургично лечение и техника за дурапластика.

Препоръчителният хирургичен подход на спонтанната риноликворея с менигоцеле в олфакторната цепка е ендоназалния ендоскопски достъп с възможностите за детайлна възстановителна процедура едностранно на дефекта и запазване на другата олфакторна зона.

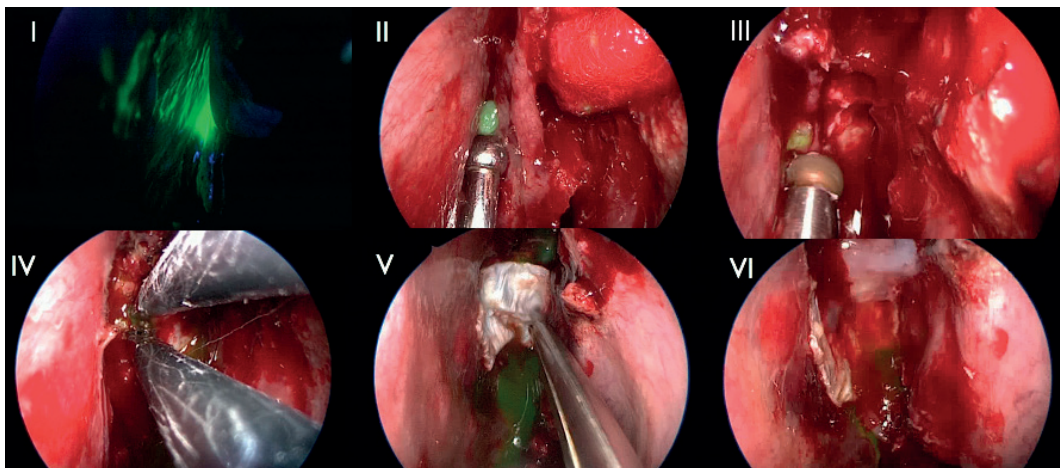
## Материал и методи

За период от 19 години в Клиника по уши, нос и гърло болести към УМБАЛ „Свети Георги“ са диагностицирани 36 случаи на риноликворея, като 11 от тях са спонтанни. Женският пол преобладава при спонтанните риноликвореи – 75%, както и високият индекс на телесна маса – 69,60% от общия брой при спонтанна риноликворея. Приложили сме интратекално флуоресцеин 10% при 8 от случаите, при които образните методи HRCT, MRT- цистернография не са били акуратни в локализацията на цереброспиналната фистула, както и при пациенти след вече осъществени предходни както неврохирургични, така и ендоназални интервенции/ достъпи.



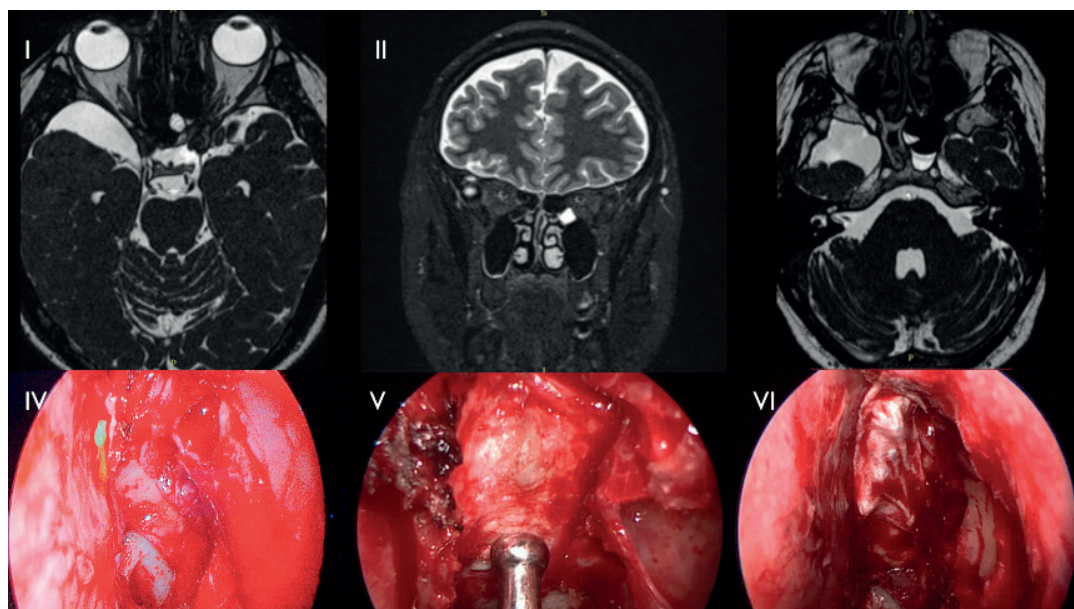
**Fig. 1.** I-II MRI – T2 sequence cisternography depicting the presence of a scarce amount of cerebrospinal fluid in the area of lamina cribrosa. Unconfirming evidence of empty sella syndrome. III- intraoperative verification of the presence of meningocele in the right olfactory zone: IV- electrocautery with a monopolar in the area of the meningocele.

**Фиг. 1.** I–II МРТ – Цистернография Т2 секвенция, изобразяващи наличие на оскъдно количество на цереброспинална течност в областта на ламина криброза. Неубедителни данни за „empty sella“ синдром. III – интраоперативна верификация на наличието на менингоцеле в дясна олфакторна зона: IV – електрокаутеризация с монополяр в областта на менингоцелето.



**Fig.2.** I – With the application of fluorescein 10% intrathecally and the opportunities of the endoscopic technique (Carl Storz Endoscope Photodynamic Diagnostic D-Light C (PDD) System-blue mode filter) clearly visualizes the cerebrospinal fluid presence in the area of the olfactory groove; II- meningocele in the left olfactory cleft; III- Separation of the boundaries of the defect and with the help of a diamond burr the mucosa around it is removed IV- Cauterization of the meningocele and anterior ethmoidal artery; V- placement of fascia lata, „onlay“ technique; VI- application of tissue adhesive (Tissel), verification intraoperatively of the success of duraplasty.

**Фиг. 2.** I – с приложението на флуоресцеин 10% интратекално и възможностите на ендоскопската техника (Carl Storz Endoskope Photodynamic Diagnostic D-Light C (PDD) System-blue mode filter) ясно се визуализира ликворно присъствие в областта на олфакторната рима; II- менингоцеле в лява олфакторна цепка; III – обособяване границите на дефекта и с помощта на диамантен борер се отстранява лигавицата около него IV – каутеризация на менингоцелето и предна етмоидална артерия; V – поставяне на фасция лата, „onlay“ техника; VI – поставяне на тъканно лепило (Tissel) , верификация интраоперативно на успеваемостта на дурапластиката.



**Fig. 3.** I-II-III- MRI- Cisternography detects a lesion in the area of ethmoidal cells parasagittal to the left in front of the sphenoid sinus: IV- V- VI- Detection of the entire rhinobase and detection of a defect covering the area of a. ethmoidalis anterior, with the presence of meningocele in the olfactory zone.

**Фиг. 3.** I-II-III – МРТ – Цистернографията открива лезия в областта на етмоидални клетки парасагитално вляво, непосредствено пред сфеноидалния синус : IV- V- VI- Разкриване на цялата ринобаза и установяване на дефект, обхващащ областта на a. ethmoidalis anterior, с наличие на менингоцеле в обонятелната зона.

## Results

Our study reveals that in 8 out of 11 patients, the standard imaging studies were not sufficiently informative about the topic of the defect. We used fluorescein 10% intrathecally to verify cerebrospinal fistulas. Its use is not widespread due to the strict indications for its use and the lack of authorization by the European Medicines Agency and the FDA. In our clinical study, we establish that the detection of “silent” defects of the anterior and middle skull base involves a combination of different diagnostic methods – computed tomography with magnetic resonance imaging, fluorescein intrathecally reaching a reliability of 99%.

In cases of spontaneous rhinorrhea with the impossibility of applying a combined approach, the directed endoscopic approach is to predilection sites for its occurrence – the cribriform plate, the lateral recess of the sphenoid sinus and the temporal bone.

## Резултати

От проведеното клинично изследване при 8 от общо 11 на брой пациенти стандартните образни изследвания не са били достатъчно информативни за топиката на дефекта. Използвали сме флуоресцеин 10% интратекално за верификация на цереброспиналните фистули. Приложението му не е широко разпространено поради строгите индикации за използването му и липсата на разрешение от Европейската агенция по лекарствата, както и от FDA. В цялото клинично проучване сме установили, че детекцията на „тихи“ дефекти на предна и средна база на черепа предполага комбиниране на различни методи за диагностика – компютърна томография с магнитно-резонансна томография, флуоресцеин интратекално, като достигат достоверност до 99%. В случаи на спонтанна риноликворея с невъзможност за приложение на комбиниран подход насоченото ендоскопско поведение е към предилекционни места за възникването ѝ – крибриформената пластина, латералния рецесус на сфеноидалния синус, както и темпоралната кост.



## Discussion

Spontaneous rhinorrhea is referred to in the literature as idiopathic. The etiology of this type of rhinoliqorrhea in multifactorial and can meet with various concepts such as primary, non-traumatic, congenital. The use of all these terms is unclear, but is associated with spontaneous cerebrospinal fistulas due to structural (vascular, bone) dehiscence, bone remodeling or due to bone reabsorption. These processes can occur at different ages of a person's life and are not always associated with a congenital predisposition.

Spontaneous rhinorrhea is the subject of much research on the causes of occurrence and predilection sites for fistulas. Significance for the occurrence of spontaneous rhinorrhea is given to the increased intracranial pressure, high body mass index (BMI), female.

According to intracranial pressure, spontaneous rhinorrhea may be classified as such with high cerebrospinal pressure – idiopathic / benign intracranial hypertension, hydrocephalus, tumors, as well as with normal cerebrospinal pressure, which includes congenital causes- Marfan's syndrome (3), Goram Stut's disease (9), Mondini's dysplasia (6), persistent Sternberg canal (128), tumors, primary erosion, chemotherapy; radiotherapy), infections (brain abscesses, osteomyelitis, cholesteatoma), late post-traumatic rhinorrhea, Spontaneous rhinorrhea is more common in middle-aged women with overweight, with clinical and radiological evidence of increased intracranial pressure, as seen in idiopathic intracranial hypertension. Idiopathic intracranial hypertension is a syndrome of increased intracranial pressure, with normal cerebrospinal fluid content and without the presence of bulky processes or hydrocephalus. Clinical and radiological signs of increased intracranial pressure are:

- Posterior sclera flattening
- Widening of the optic nerve subarachnoid space
- Protrusion of the optic nerve head
- Arachnoid pits (bony scalloping)

## Дискусия

Спонтанната риноликворея се обозначава в литературата като идиопатична. Етиологията на този тип риноликворея в многофакторна и може да се срещне с различни понятия като първична, нетравматична, конгенитална. Употребата на всички тези термини е многозначна, но е свързана със спонтанни цереброспинални фистули вследствие на структурни (съдови, костни) дехисценции с костно ремоделиране или вследствие на костна реабсорбция. Тези процеси могат да настъпят в различни етапи от живота на човек и не винаги са свързани с конгенитална предизпозиция.

Спонтанната риноликворея е обект на много изследвания относно причините за възникване и предилекционни места за фистули.

Значение за възникването на спонтанна риноликворея се отдава на повишеното интракраниално налягане, висок телесен индекс (BMI), женския пол.

Според интракраниалното налягане спонтанната риноликворея може да бъде класифицирана като такава с високо цереброспинално налягане – идиопатична/ бенигнена интракраниална хипертензия, хидроцефалия, тумори, както и с нормално цереброспинално налягане, което включва конгенитални причини – синдром на Марфан (6), болест на Горам Щут (87), дисплазия на Мондини (36), персистиращ канал на Щернберг (128), тумори (първична ерозия; химиотерапия; радиотерапия), инфекции (мозъчни абсцеси, остеомиелит, холестеатом), късна постравматична риноликворея.

Спонтанната риноликворея се наблюдава по-често при жени в средна възраст с наднормено тегло, с клинични и радиологични данни за повишено интракраниално налягане, както се наблюдава и при идиопатичната интракраниална хипертензия. Идиопатичната интракраниална хипертензия е синдром на повишено интракраниално налягане, с нормално ликворно съдържание и без наличие на обем заемащи процеси или хидроцефалия. Клинични и рентгенологични белези на повишено интракраниално налягане са:

- Изменения в очния комплекс
- Проминиращи арахноидни грануляции
- Дурални ектазии
- Менингоенцефалоцеле
- Парциална/тотална „Empty sella“ синдром

- Skull base foramina enlargement (oval foramen, foramen rotundum)
- Bilateral transverse sinus stenosis
- Total/partial empty sella

The development of increased intracranial pressure in patients with cerebrospinal fistulas is associated with impaired reabsorption through the arachnoid granulations to the venous sinuses. If the increased intracranial pressure persists, arachnoid forks may pass, which are a reservoir for cerebrospinal fluid. Due to their atypical location, they cannot return the cerebrospinal fluid to the venous sinuses, which in turn facilitates the herniation of the meninges and brain contents.

The presence of arachnoid granulations with solid underlying bone is not suggested development of cerebrospinal fistulas. Predisposition is the pronounced pneumatization of the paranasal cavities with a thin underlying bone with possible subsequent erosion and loss of integrity of the dura mater. Predilection sites for the formation of arachnoid granulations are the lateral wall of the sphenoid sinus, parasellar, the floor of the middle cranial fossa, the cribriform plate, tegmen tympani, the roof of the Eustachian tube, the area between the sigmoid sinus and the bony labyrinth.

Ommaya et al. (94) propose the interesting theory of focal atrophy, which also well explains congenital CSF rhinorrhea. According to the theory, atrophy of normal anatomical structures such as the cribriform plate and / or sella turcica occurs in the absence of soft tissue contents, which in turn is filled with pulsating cerebrospinal fluid with a presumed erosive effect at the skull base. As a result of this complex pathophysiological process, bone defects occur, which leads to fistulas, meningocele, meningoencephalocele with extracranial hernia. Spontaneous CSF leak is also associated with increased intracranial pressure, in which the risk of recurrence (25–87%) increases after surgical treatment, unlike other types (less than 10%). However, it is not clear which patients have increased intracranial pressure with active cerebrospinal fluid leakage and the need for additional treatment such as lumbar drainage, ventriculoperitoneal shunt or conservative medical treatment.

The next most important and meaningful question is the clinical detection and visualization of CSF fistulas. The topographic anatomical knowledge is

- Разширение в областта на отворите на базата на черепа (foramen ovale)
- Билатерална стеноза на синус транзверсус

Развитието на повишено интракраниално налягане при пациенти с цереброспинални фистули е свързано с нарушената реабсорбция през арахноидните грануляции към венозните синуси. При персистиране на повишеното интракраниално налягане може да настъпи проминиране на арахноидни вили, които са резервоар за ликвор. Поради атипичното си място те не могат да връщат ликвора към венозните синуси, което пък улеснява хернирането на мозъчните обвивки и мозъчно съдържимо.

Наличието на арахноидни грануляции със солидна подлежаща кост не предполага развитие на цереброспинални фистули. Предизпозиция е изразената пневматизация на околоносните кухини с тънка подлежаща кост с евентуално последваща ерозия и загуба на интегритет на дура матер. Предилекционни места за образуване на арахноидни грануляции са латералната стена на сфеноидалния синус, параселарно, подът на средна черепна ямка, крибриформената пластина, tegmen tympani, покривът на Евстахиевата тръба, областта между сигмоидния синус и костния лабиринт.

Ommaya et al. (94) предлагат така наречената теория за фокална атрофия, която добре обяснява и конгениталната риноликворея. Според теорията атрофията на нормалните анатомични структури като крибриформената пластина и/или села турцика настъпва при липса на мекотъканно съдържимо, като от своя страна то е изпълнено с пулсираща цереброспинална течност с предполагаем ерозивен ефект в областта на базата на черепа. В резултат на този сложен патофизиологичен процес настъпват костни дефекти, а това води до фистули, менигоцеле, менигоенцефалоцеле с екстракраниално херниране. Спонтанната риноликворея се асоциира и с повишено интракраниално налягане, при което рискът от рецидиви (25–87 %) се покачва след оперативно лечение, за разлика от другите типове риноликвореи (по-малко от 10%). Не е ясно обаче кои пациенти имат повишено интракраниално налягане при активното изтичане на ликвор през носа и нуждата от допълнително лечение като поставяне на лумбален дренаж, вентрикуло-перитонеален шънт или консервативно медикаментозно лечение.



extremely important for successful surgical treatment. There is statistically improved data that the etiology is significant factor determining topical diagnosis of CSF fistulas.

Spontaneous CSF leak is a challenge in surgical treatment. The endoscopic endonasal approach is the method of choice, and the need for fluorescein application intrathecally in a large percentage of cases is reasonable. W. Draf, B. Schick et al. in 2001 publish data from 136 performed duraplasty, detailed analysis of the literature on the choice of technique according to the size and location of the defect. Banks et al. and Locatelli et al. share their experience in performing duraplasty with different types of grafts – from fascia lata, lower and middle nasal concha, or local septal, lateral. They do not find dependence in the performance of duraplasty with different materials.

It is known that in the field of cribriform plate the choice of technique is onlay, with the possibility of keeping the sense of smell. In some cases, it is necessary to correct the nasal septum for better access by presenting the defect.

## Conclusion

From clinical study we found that spontaneous rhinorrhea is a multifactorial disease. Body mass index, female gender and signs of increased intracranial pressure should not be overlooked in the diagnosis. Predilection sites for meningocele are lamina cribrosa and the lateral recess of the sphenoid sinus, which is largely determined by the etiology. Targeted investigating for defect-arachnoid dilatation in the area of lamina cribrosa meningocele in the area of the olfactory cleft as well as those in the sphenoid sinus significantly improves the quality of surgical treatment (preservation of the olfactory area on one side, minimizing orbital and additional dural defects). Discussion in multidisciplinary teams provides significant opportunities for accurate and timely diagnosis of this type of “hidden” defects.

Детайлното представяне на етиологията за възникване и уязвимите зони на базата на черепа за остеоурални дефекти позволява преминаването към следващия по важност и смисъл въпрос за клиничното доказване и визуализиране на риноликвореята. Приложението на топографските анатомични познания е от изключително важно значение за успешното хирургично лечение.

Спонтанната риноликворея предствлява предизвикателство в оперативното лечение. Ендоскопският ендоназален подход е метод на избор, като необходимостта от поставяне на флуоресцеин интратекално в голям процент от случаите е обоснована. W. Draf, B. Schick et al. през 2001 г. публикуват данни от осъществени 136 дурапластики, подробно предствен анализ на литературата за избора на техника според размера и локализацията на дефекта. Banks et al. и Locatelli et al. споделят опита си при изпълнението на дурапластиката с различен тип графтове – свободни от fascia lata, долна и средна носна конха или локални септални, латерални. Те не откриват зависимост в изпълнението на дурапластиката с различните материали.

Известно е, че в областта на крибриформената пластина изборът на техника е onlay, с възможност за съхранение на обонянието. При някои от случаите се налага коригиране на носната преграда, за по-добър достъп с представяне на дефекта.

## Заклучение

От проведеното клинично изследване установяваме, че спонтанната риноликворея е многофакторно заболяване. Индексът на телесна маса, женският пол и белезите на повишено интракраниално налягане не трябва да бъдат пренебрегвани в диагностиката. Предилекционни места за възникване на менигоцеле са именно ламина криброза и латералният рецесус на сфеноидалния синус, което в значителна степен се определя от етиологията. Насочено търсене на дефект-арахноидна дилатация в областта на ламина криброза, менигоцеле в областта на олфактоната цепка, както и такива в сфеноидалния синус значително подобрява качеството в оперативното лечение (запазване на олфакторна зона от едната страна, минимизиране орбитални и допълнителни дурални дефекти). Съвместното дискутиране в мултидисциплинарни екипи дава значителни възможности за акуратната и навременна диагностика на този тип „скрити“ дефекти.

**Литература:**

1. А.Топалова-Шишманова, Н. Трайкова- Джамбазова, К. Джамбазов Диагностичен алгоритъм при риноликворея. Методи за идентификация на дефекти в областта на ринобазата. Научни трудове на Съюза на учените в България–Пловдив. Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина т. XXIV. ISSN 1311–9427 (Print), ISSN 2534–9392 (On-line). 2020.
2. Alonso RC, de la Pe.a MJ, Caicoya AG, Rodriguez MR, Moreno EA, de Vega Fernandez VM. Spontaneous skull base meningoencephaloceles and cerebrospinal fluid fistulas. *Radiographics* 2013; 33(02):553–570
3. A. Codina Arocaa, J.R. Gras Cabrerizoa, M. De Juan Delagob, H. Massegur Solenchca, Spontaneous cerebrospinal fluid fistula in the clivus, *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases* 134 (2017) 431–434
4. Banks CA, Palmer JN, Chiu AG, et al. Endoscopic closure of CSF rhinorrhea: 193 cases over 21 years. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009; 140:826–833.
5. Castelnovo P, Mauri S, Locatelli D, Emanuelli E, Delú G, Di Giulio G. Endoscopic repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea: learning from our failures. *Am J Rhinol.* 2001;15:333–342.
6. Gretchen MO, Jeremiah A, Schlosser RJ, Harvey RJ, Orlandi RR. Diagnosis of cerebrospinal fluid rhinorrhea: an evidence-based review with recommendations. *International Forum of Allergy & Rhinology.* 2016; 6:1. doi:10.1002/alr.216373
7. Dasari Samuel Deenadayal, MS, DLO, M. Naveen Kumar, MBBS, DLO, Sudhakshin Pandaredathil, MBBS, DLO, and Saif Hameed Patel, Mondini dysplasia with paradoxical cerebrospinal fluid rhinorrhea, *Otolaryngology–Head and Neck Surgery* (2010) 143, 851–852
8. Locatelli D, Rampa F, Acchiardi I, Bignami M, De Bernardi F, Castelnovo P. Endoscopic endonasal approaches for repair of cerebrospinal fluid leaks: nine-year experience *Neurosurgery.* 2006 Apr;58:(ONS Suppl 2): ONS-246–57.
9. Meco C, Oberascher G. Comprehensive algorithm for skull base dural lesion and cerebrospinal fluid fistula diagnosis. *Laryngoscope* 2004; 114:991–9.
10. Nagashima, H., Mizukawa, K., Taniguchi, M., Yamamoto, Y., & Kohmura, E. (2017). Cerebrospinal fluid leakage and Chiari I malformation with Gorham’s disease of the skull base: A case report. *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, 51(5), 427–43. doi:10.1016/j.pjnns.2017.06.007
11. Schick, B., Brors, D., Goedecke, A., Prescher, A., & Draf, W. (1998). Detection of an occult transclival cerebrospinal fluid fistula by CT and MRI. *Neuroradiology*, 40(12), 797– 799. doi:10.1007/s002340050687
12. Schlosser RJ, Woodworth BA, Wilensky EM, Grady MS, Bolger WE. Spontaneous cerebrospinal fluid leaks: a variant of benign intracranial hypertension. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2006;115:495–500.
13. Schlosser, R. J., & Bolger, W. E. (2003). Significance of Empty Sella in Cerebrospinal Fluid Leaks. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 128(1), 32–38.
14. Schuknecht B, Simmen D, Briner HR, Holzmann D. Nontraumatic skull base defects with spontaneous CSF rhinorrhea and arachnoid herniation: imaging findings and correlation with endoscopic sinus surgery in 27 patients. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008;29(3):542–54
15. Sergei Karpishchenko, Vladislav Cherebillo, Olga Vereshchagina, Nikita Puzakov, Olga Stancheva. Transsphenoidal Endoscopic Approach in Treatment of Spontaneous Nasal CSF-leak. *Journal of Surgery.* Vol. 7, No. 6, 2019, pp. 198–201. doi: 10.11648/j.js.20190706.19
16. Schick B, Ibing R, Brors D, et al. Long-term study of endonasal duraplasty and review of the literature. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2001; 110:142–147. [PubMed]
17. Sternberg’s canal: Fact or fiction? Christopher F. Baran˘ ano, M.D., Joel Cure´, M.D. James N. Palmer, M.D. and Bradford A. Woodworth, M.D *American journal of rhinology & allergy* 23(2):167- 71 March 2009, DOI: 10.2500/ajra.2009.23.3290

