



## ПРЕЖИВЯЕМОСТ И ПРОГНОСТИЧНИ ФАКТОРИ ПРИ ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ НА МЕДИАСТИНИТ – ЕДНОЦЕНТРОВО КЛИНИЧНО ПРОУЧВАНЕ

Станислав Георгиев<sup>1</sup>, Любослава Пампулова<sup>1</sup>, Румен Илиев<sup>1</sup>,  
Манол Соколов<sup>2</sup>, Димитър Петков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>УМБАЛ „Св. Екатерина“ – София

<sup>2</sup>УМБАЛ „Александровска“ – София

## SURVIVAL AND PROGNOSTIC FACTORS IN THE SURGICAL TREATMENT OF MEDIASTITIS – A SINGLE-CENTER CLINICAL STUDY

Stanislav Georgiev<sup>1</sup>, Lyuboslava Pampulova<sup>1</sup>, Rumen Iliev<sup>1</sup>,  
Manol Sokolov<sup>2</sup>, Dimitar Petkov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University Hospital "St. Ekaterina" – Sofia

<sup>2</sup>University Hospital "Alexandrovska" – Sofia

Stanislav Georgiev, (<https://orcid.org/0009-0006-2900-9297>)

Lyuboslava Pampulova, (<https://orcid.org/0009-0005-1219-3916>)

Manol Sokolov, (<https://orcid.org/0000-0002-2608-333X>)

### ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Stanislav Georgiev, MD  
Department of Cardiac Surgery,  
St. Ekaterina University Hospital  
1431 Sofia, Bulgaria  
52A, Pencho Slaveikov Blvd.  
Email: stanislav5111@gmail.com

**DOI:** 10.5281/zenodo.19564716

**Received:** 25 Feb 2026; **Accepted:** 10 Mar 2026; **Published:** 30 Mar 2026

**Copyright:** © 2025 by the authors.

Published by Bulgarian Surgical Society, Sofia, Bulgaria. <https://bgss.bg>

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) license.

## ПРЕЖИВЯЕМОСТ И ПРОГНОСТИЧНИ ФАКТОРИ ПРИ ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ НА МЕДИАСТИНИТ – ЕДНОЦЕНТРОВО КЛИНИЧНО ПРОУЧВАНЕ [BULGARIAN]

### РЕЗЮМЕ

Медиастинитът е тежко и потенциално животозастрашаващо състояние с висока смъртност, при което хирургичното лечение играе ключова роля за изхода от заболяването. Настоящото едноцентрово клинично проучване има за цел да оцени преживяемостта и да идентифицира прогностичните фактори при пациенти с медиастинит, лекувани хирургично. Установено е, че по-ниската преживяемост е свързана с по-високи маркери на възпаление, а по-агресивните хирургични методи се асоциират с по-добри клинични резултати. Това подчертава значението на навременната диагноза и индивидуализирания терапевтичен подход за подобряване на преживяемостта при пациенти с медиастинит.

### КЛЮЧОВИ ДУМИ

медиастинит, преживяемост, оментопластика

### ВЪВЕДЕНИЕ

Медиастинитът представлява едно от най-тежките и потенциално животозастрашаващи инфекциозни усложнения на медиастинума – анатомично пространство, разположено в гръдния кош между двата бели дроба. (1,2) Най – често се развива след кардиоторакална хирургия, извършени чрез медианна стернотомия. (3) Други етиологични причини могат да бъдат свързани с усложнение на инфекции в орофарингеалната и цервикалната област, след травма, при перфорация на хранопровода, хематогенно разпространен или от съседно инфекциозно огнище (бял дроб, плеври и др.).

Честотата на постстернотомния медиастинит варира в различните публикации между 0,5% и 5%, но клиничното му значение остава изключително високо. (4,5) Развитието на медиастинит се асоциира с висок процент на морбидност и води до необходимост от повторни хирургични интервенции, продължително антибиотично лечение и интензивно наблюдение, което значително увеличава здравните разходи и натоварването на болничните структури. (6)

Хирургичното лечение претърпя значителна еволюция през последните десетилетия. Първоначалните подходи, основани на открит дренаж и повторни хирургични ревизии, постепенно бяха допълнени и заменени от по-агресивни и реконструктивни стратегии, включващи вакуум-асистирана терапия и използване на добре васкуларизирани тъкани. (7–9)

Сред реконструктивните методи особено място заема оментопластиката. Благодарение на богатата васкуларизация и изразените имунологични свойства на оментума се осигурява ефективен контрол на инфекцията и стабилно възстановяване на медиастиналните структури. Алтернативни подходи включват използването на мускулни ламба, както и комбинирани хирургични стратегии при пациенти с тежко и усложнено протичане. (9–11)

Липсата на единен алгоритъм за лечение води до забавяне в поставянето на диагнозата и прилагане на различни терапевтични методи с варираща успеваемост. Анализът на клиничните резултати и преживяемостта при различни хирургични подходи има съществено значение за оптимизиране на лечебните стратегии. Настоящият анализ има за цел да оцени хирургичните методи за лечение на

медиастинит и тяхното влияние върху клиничните резултати и преживяемостта на пациентите, лекувани в специализиран кардиохирургичен център.

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За периода 02.2013 г. до 11.2024 г. е проведено амбиспективно клиникоепидемиологично проучване, обхващащо 51 участника с диагноза постстернотомен медиастинит, от които 27 (52,9%) мъже и 24 (47,1%) жени. При всички пациенти е била извършена кардиохирургична операция в условията на екстракорпорално кръвообращение. Средната възраст на изследвания контингент е  $63,29 \pm 9,71$  години в интервала между 39 и 82 г. Данните са въведени и обработени със статистическите пакети IBM SPSS Statistics 27.0. и MedCalc Version 23.4.5. За фигуриите е използван и Excel на Microsoft Office 2021. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза, бе прието  $p < 0,05$ .

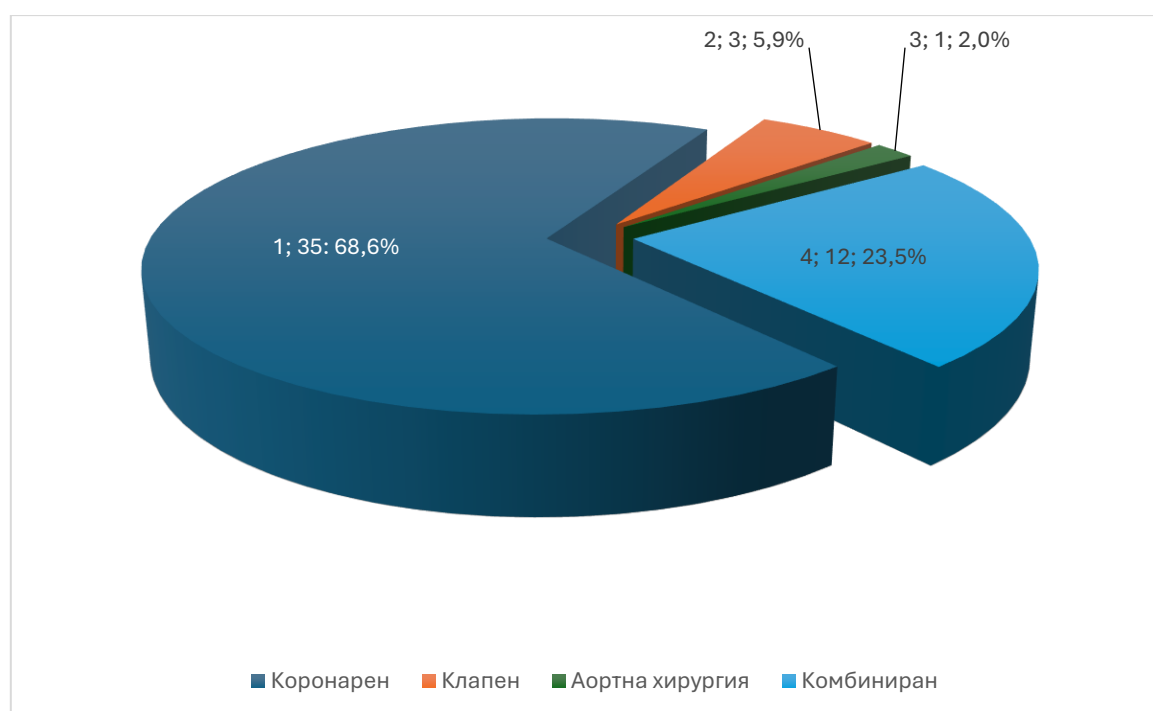
Използвани са стандартни методи на изследвания като метод на Каплан – Майер, непараметрични тестове на Колмогоров–Смирнов и Шапиро–Уилк, Кокс регресия и други. Според типа на операцията пациентите се разделят на 4 групи (Фигура 1). По отношение вида на лечението на медиастинита пациентите се делят на 5 групи (Фигура 2).

Данни за преживяемостта има за 47 (92,2%) от общо 51 пациенти, като преживяемостта е анализирана по метода на Каплан–Майер.

## РЕЗУЛТАТИ

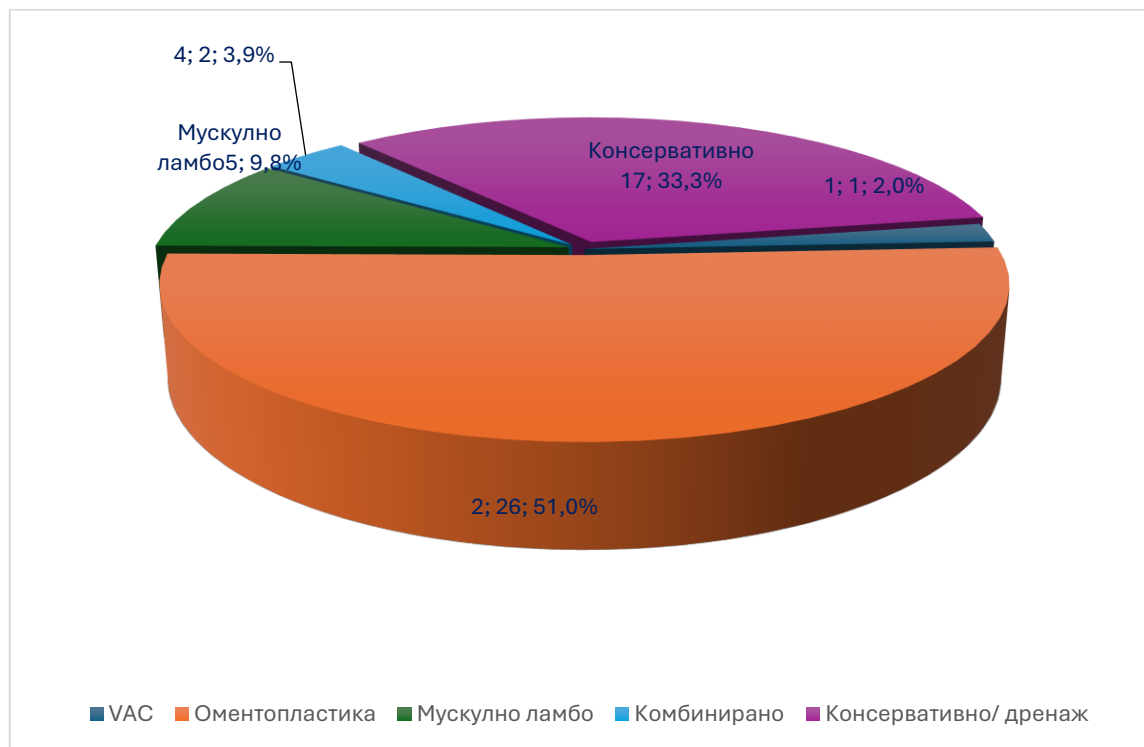
Възрастовото разпределение на пациентите показва преобладаване в групата 60–69 г. при мъже и 50–59 г., 60–69 г. при жени.

Според типа на операцията (Фигура 1) със сигнификантно най-голям относителен дял (68,6%) е коронарният тип, следван от комбинирания (23,5%). Със статистически достоверно най-малки проценти са клапен (5,9%) и аортен (2,0%) тип.



Фигура 1: Разпределение по тип кардиохирургична интервенция

По отношение вида на лечението на медиастинита (Фигура 2), групите със сигнификантно по-големи относителни дялове са оментопластика и консервативно/дренаж (съответно 51,0% и 33,3%). Със статистически достоверно по-малки проценти са мускулно ламбо (9,8%), комбинирано (3,9%) и VAC (2,0%).



Фигура 2: Разпределение на пациентите по вид лечение

Най-честият причинител на медиастинит са Грам (+) бактерии – MSSA (45,1%), следван от *S. Epidermidis* (13,7%) и MRSA (9,8%). По – рядко установени патогени са *E. faecalis*, *A. baumannii*, *S. marcescens*, *K. pneumoniae* и др. Положителна хемокултура се установява при 25,5% от пациентите.

Средното време на проследяване на пациентите, включени в проучването, е  $11,57 \pm 18,57$  месеца в интервала от 1 до 72, а средната обща преживяемост е  $43,32 \pm 5,33$  месеца при 95% ДИ от 32,88 до 53,77 месеца.

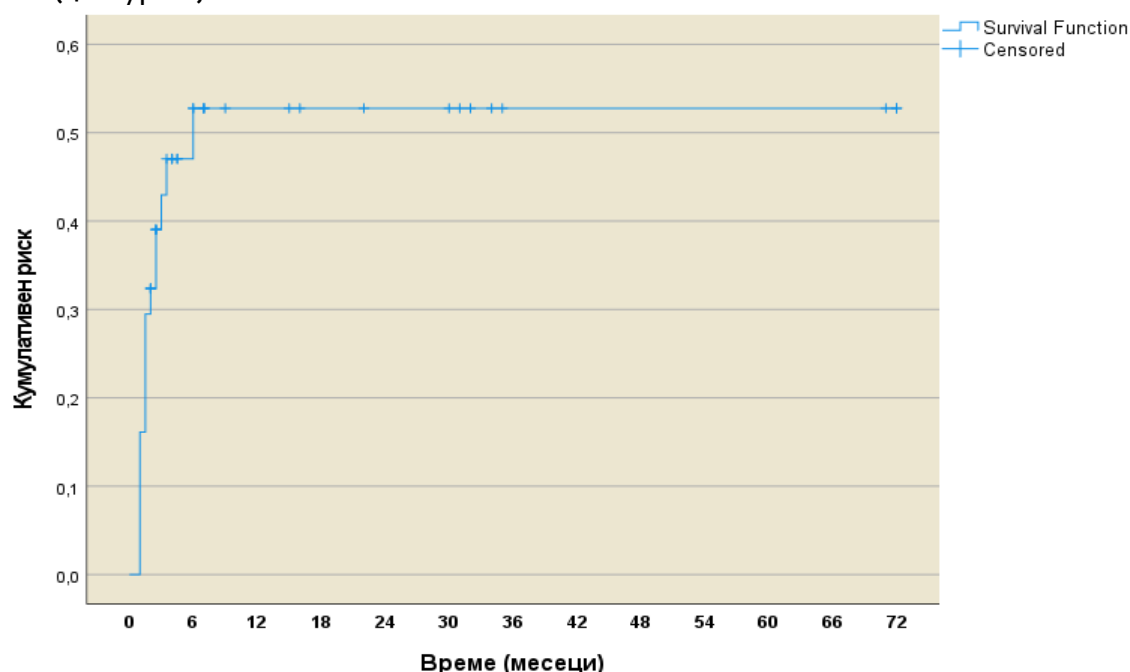
Таблица 1 представлява таблица на преживяемостта, изчислена по метода на Каплан-Майер. По-характерните моменти от нея са следните:

- От 47 пациенти 18 (38,3%) са екзитурали от изследваното заболяване;
- Най-голяма смъртност се наблюдава през първия месец – 7 случая или 38,9% от общия брой на екзитуралите за времето на проследяването 18 пациенти;
- Второ място по смъртност заема втория месец – 6 случая или 33,3% от екзитуралите;
- През третия месец са се случили 3 (16,7%) от екзитусите, а през четвъртия и шестия месец – останалите два (11,1%);
- Едномесечната преживяемост е 85,1%, двумесечната – 72,3%, тримесечната – 65,1%, а шестмесечната, едногодишната, дву-, три- и шестгодишната – 59,0%;
- Максималната регистрирана преживяемост е била 72 месеца (6 години).

Таблица 1: Таблица на общата преживяемост по Каплан-Майер

| Време (мес.) | Кумулативна вероятност | Брой екзитирали | Кумулативен брой екзитирали | Брой прекъснали | Брой оставащи |
|--------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|---------------|
| 0            | 1,000                  | 0               | 0                           | 0               | 47            |
| 1            | 0,851                  | 7               | 7                           | 0               | 40            |
| 2            | 0,723                  | 6               | 13                          | 3               | 31            |
| 3            | 0,651                  | 3               | 16                          | 3               | 25            |
| 4            | 0,625                  | 1               | 17                          | 4               | 20            |
| 5            | 0,625                  | 0               | 17                          | 2               | 18            |
| 6            | 0,590                  | 1               | 18                          | 2               | 15            |
| 12           | 0,590                  | 0               | 18                          | 4               | 11            |
| 36           | 0,590                  | 0               | 18                          | 8               | 3             |
| 72           | 0,590                  | 0               | 18                          | 3               | 0             |

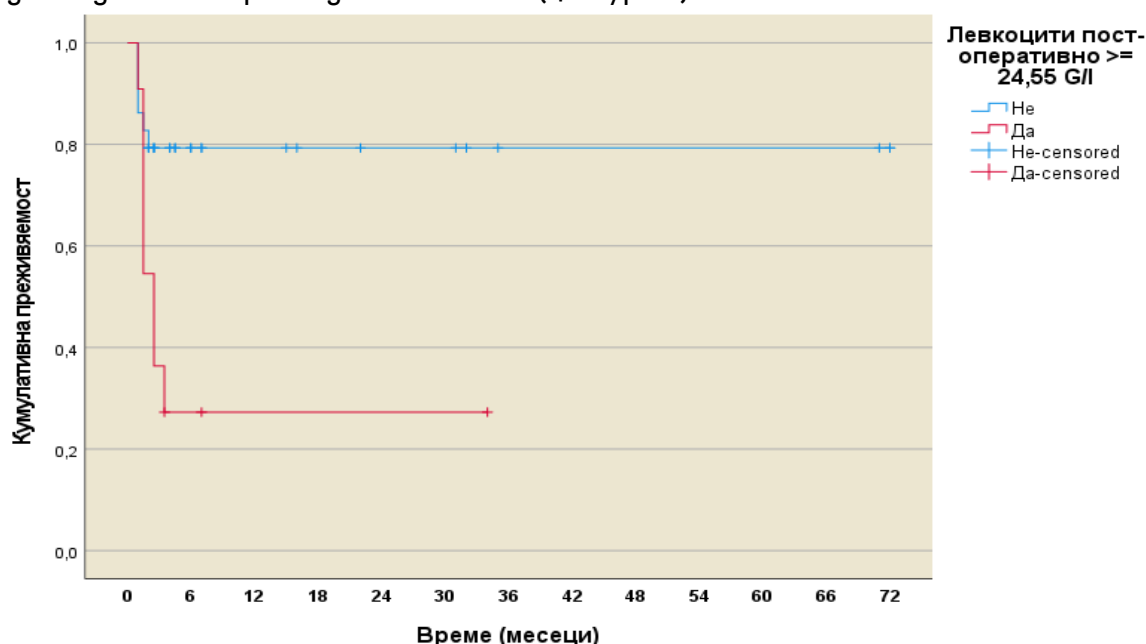
От данните се изчислява кумулативна вероятност за екзитиране, като най – висок е рискът през първите три месеца, а след шестия месец остава на постоянно ниво – 41%. (Фигура 3).



Фигура 3: Функция на риска за екзитиране

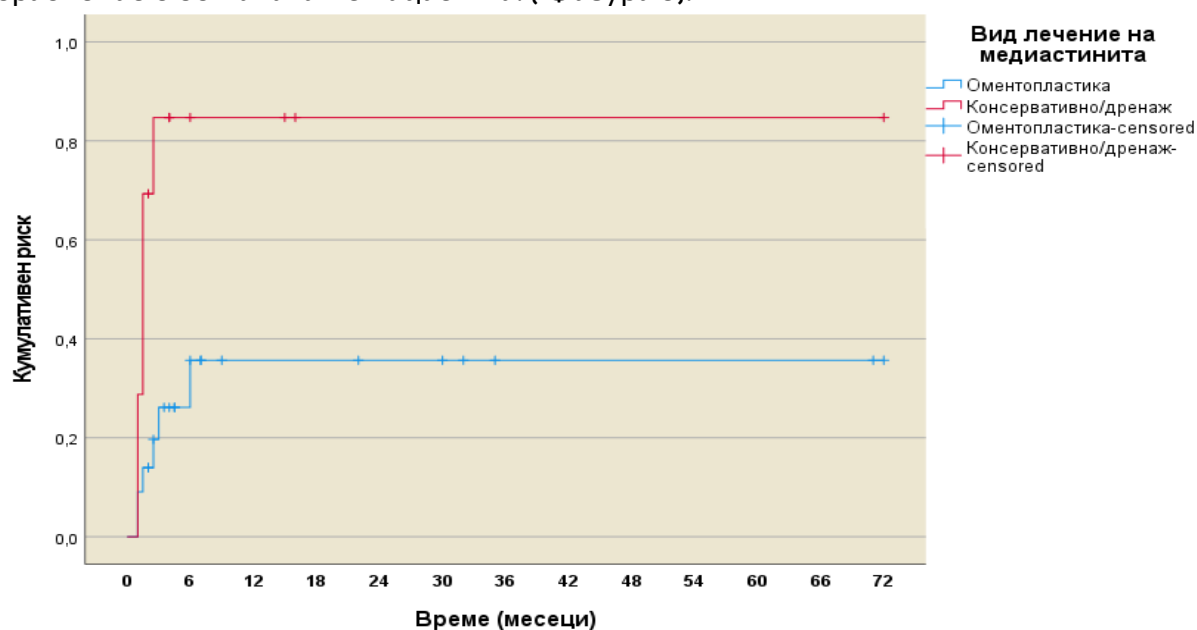
Установена бе статистически значима зависимост между броя на левкоцитите и преживяемостта на пациентите. Пациентите с постоперативни стойности на

левкоцитите  $\geq 24,55$  G/l показват значително по-ниска преживяемост. При тях преживяемостта намалява по-бързо, в по-голяма степен и приключва значително по-рано в сравнение с пациентите с по-ниски левкоцитни стойности, като крайната разлика достига приблизително 50%. (Фигура 4)



Фигура 4: Обща преживяемост според фактора постоперативни левкоцити

В зависимост от избрания лечебен подход се установява по-ниска преживяемост при пациентите, лекувани консервативно (дренажно лечение), в сравнение с тези, подложени на оментопластика, като разликата е приблизително 20 месеца. Рискът от летален изход при пациентите с консервативно/дренажно лечение на медиастинита нараства значително по-бързо и достига приблизително с 40% по-високи стойности в сравнение с останалите пациенти. (Фигура 5).



Фигура 5: Функции на риска за екзитуране според фактора вид лечение на медиастинита

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В обобщение, резултатите подкрепят значението както на ранните лабораторни показатели, така и на избора на лечебна стратегия за прогнозата на пациентите. Високият постоперативен брой левкоцити и консервативното лечение се асоциират с по-неблагоприятна преживяемост, което налага индивидуализиран подход, ранна стратификация на риска и предпочитане на по-агресивни хирургични методи при подходящи пациенти.

**Етична декларация:** Получено е писмено информирано съгласие от пациента за публикуване.

**Конфликт на интереси:** Авторите декларират липса на конфликт на интереси.

**Финансиране:** Не е получено външно финансиране.

**Принос на авторите:** Всички автори са участвали в лечението на пациента, изготвянето на ръкописа и одобрението на окончателната версия.

## **SURVIVAL AND PROGNOSTIC FACTORS IN THE SURGICAL TREATMENT OF MEDIASTITIS – A SINGLE-CENTER CLINICAL STUDY [ENGLISH]**

### **SUMMARY**

Mediastinitis is a severe and potentially life-threatening condition with high mortality, in which surgical treatment plays a key role in disease outcome. The present single-center clinical study aims to evaluate survival and identify prognostic factors among patients with surgically treated mediastinitis. Lower survival was associated with higher inflammatory markers, whereas more aggressive surgical methods were associated with better clinical outcomes. These findings highlight the importance of timely diagnosis and an individualized therapeutic approach to improve survival in patients with mediastinitis.

### **KEYWORDS**

mediastinitis, survival, omentoplasty

### **INTRODUCTION**

Mediastinitis represents one of the most severe and potentially life-threatening infectious complications of the mediastinum—an anatomical space located in the thoracic cavity between the two lungs (1,2). It most commonly develops after cardiothoracic surgery performed via median sternotomy (3). Other etiological causes include complications of oropharyngeal and cervical infections, trauma, esophageal perforation, hematogenous spread, or extension from adjacent infectious foci (lung, pleura, etc.).

The incidence of post-sternotomy mediastinitis varies in the literature between 0.5% and 5%, but its clinical significance remains extremely high. (4,5). The development of mediastinitis is associated with a high rate of morbidity and necessitates repeated surgical interventions, prolonged antibiotic therapy, and intensive monitoring, significantly increasing healthcare costs and hospital burden (6).

Surgical management has evolved substantially over recent decades. Initial approaches based on open drainage and repeated surgical revisions have gradually been supplemented or replaced by more aggressive and reconstructive strategies, including vacuum-assisted therapy and the use of well-vascularized tissues (7–9).

Among reconstructive techniques, omentoplasty takes a special place. Owing to the omentum's rich vascularization and pronounced immunological properties, effective infection control and stable reconstruction of mediastinal structures can be achieved. Alternative approaches include muscle flaps and combined surgical strategies in patients with severe and complicated disease courses (9–11).

The lack of a unified treatment algorithm leads to delays in diagnosis and the application of various therapeutic methods with variable success rates. Analysis of clinical outcomes and survival associated with different surgical approaches is essential for optimizing treatment strategies. The present study aims to evaluate surgical methods for treating mediastinitis and their impact on clinical outcomes and patient survival at a specialized cardiac surgery center.

### **MATERIALS AND METHODS**

During the period from February 2013 to November 2024, an ambispective clinical-epidemiological study was conducted, including 51 patients diagnosed with post-sternotomy mediastinitis, of whom 27 (52.9%) were men, and 24 (47.1%) were women. All patients had

undergone cardiac surgery with the use of cardiopulmonary bypass. The mean age of the study population was  $63.29 \pm 9.71$  years, ranging from 39 to 82 years.

Data were entered and analyzed using IBM SPSS Statistics 27.0 and MedCalc Version 23.4.5. Microsoft Excel (Office 2021) was used for figure preparation. Statistical significance was accepted at  $p < 0.05$ . Standard statistical methods were applied, including Kaplan–Meier survival analysis, non-parametric Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests, Cox regression analysis, and others.

According to the type of cardiac surgery, patients were divided into four groups (Figure 1). Based on the type of mediastinitis treatment, patients were divided into five groups (Figure 2). Survival data were available for 47 (92.2%) of the 51 patients. The survival analysis was performed by Kaplan–Meier's method.

## RESULTS

Age distribution showed a predominance of patients aged 60–69 years among men and 50–59 and 60–69 years among women.

By type of cardiac surgery, the coronary surgery group had a significantly higher proportion (68.6%), followed by combined procedures (23.5%). The valve surgery (5.9%) and aortic surgery (2.0%) groups had significantly lower proportions.

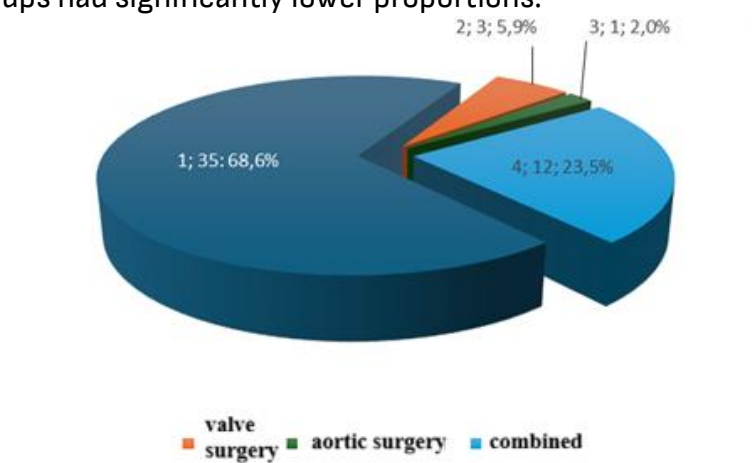


Figure 1: Distribution according to type of cardiac surgical intervention

Across treatment types, the omentoplasty and conservative/drainage groups showed significantly higher proportions (51.0% and 33.3%, respectively). Statistically significantly lower proportions were observed for muscle flap (9.8%), combined treatment (3.9%), and VAC therapy (2.0%).

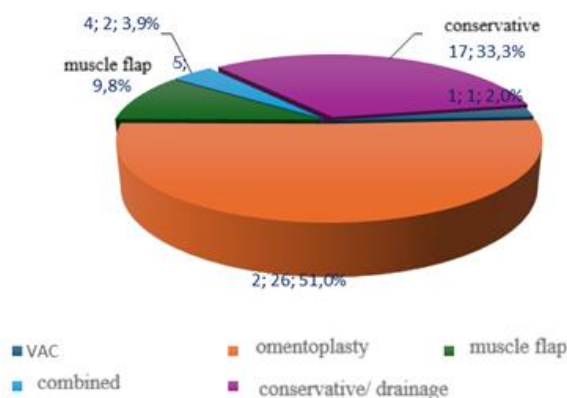


Figure 2: Distribution of patients according to treatment modality

The most common causative agents of mediastinitis were Gram-positive bacteria—MSSA (45.1%), followed by *Staphylococcus epidermidis* (13.7%) and MRSA (9.8%). Less frequently identified pathogens included *Enterococcus faecalis*, *Acinetobacter baumannii*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumoniae*, and others. Positive blood cultures were found in 25.5% of patients.

The mean follow-up duration was  $11.57 \pm 18.57$  months (range 1–72 months), and the mean overall survival was  $43.32 \pm 5.33$  months (95% CI: 32.88–53.77 months).

Table 1 presents Kaplan–Meier survival estimates. Key findings include:

- Of the 47 patients, 18 (38.3%) died from the studied disease;
- The highest mortality occurred during the first month—7 cases (38.9% of all deaths);
- The second month accounted for 6 deaths (33.3%);
- Three deaths (16.7%) occurred during the third month, and the remaining two (11.1%) during the fourth and sixth months;
- One-month survival was 85.1%, two-month survival 72.3%, three-month survival 65.1%, and six-month, one-year, two-year, three-year, and six-year survival 59.0%;
- The maximum recorded survival was 72 months (6 years).

**Table 1:** Kaplan–Meier overall survival table

| Time (Months) | Cumulative probability | Number of deaths | Cumulative number of deaths | Number of censored cases | Number at risk |
|---------------|------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------|
| 0             | 1,000                  | 0                | 0                           | 0                        | 47             |
| 1             | 0,851                  | 7                | 7                           | 0                        | 40             |
| 2             | 0,723                  | 6                | 13                          | 3                        | 31             |
| 3             | 0,651                  | 3                | 16                          | 3                        | 25             |
| 4             | 0,625                  | 1                | 17                          | 4                        | 20             |
| 5             | 0,625                  | 0                | 17                          | 2                        | 18             |
| 6             | 0,590                  | 1                | 18                          | 2                        | 15             |
| 12            | 0,590                  | 0                | 18                          | 4                        | 11             |
| 36            | 0,590                  | 0                | 18                          | 8                        | 3              |
| 72            | 0,590                  | 0                | 18                          | 3                        | 0              |

Based on these data, the cumulative probability of death was calculated, with the highest risk observed during the first three months. After the sixth month, the risk plateaued at 41% (Figure 3).

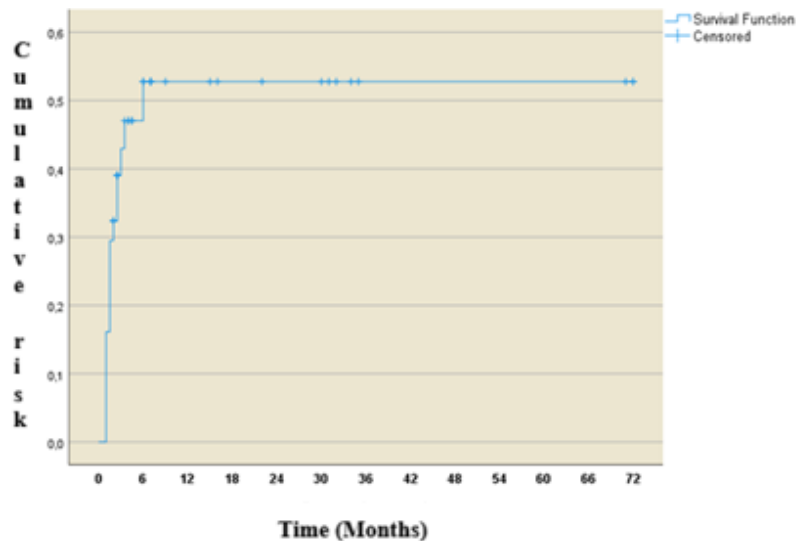


Figure 3: Hazard function for mortality

A statistically significant association was found between leukocyte count and patient survival. Patients with postoperative leukocyte levels  $\geq 24.55$  G/L demonstrated significantly lower survival. In this group, survival declined faster and to a greater extent, and ended significantly earlier than in patients with lower leukocyte values, with a final difference of approximately 50% (Figure 4).

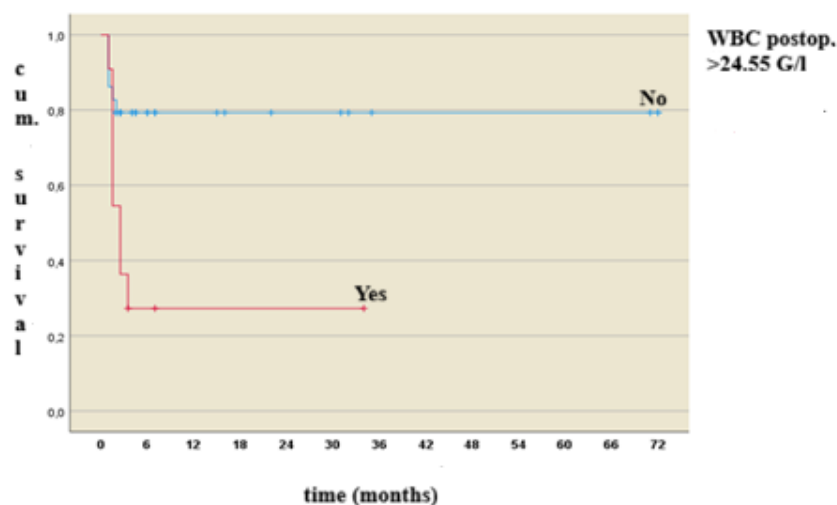


Figure 4: Overall survival according to postoperative leukocyte count

Depending on the chosen treatment strategy, survival was lower in patients treated conservatively (drainage therapy) than in those who underwent omentoplasty, with a difference of approximately 20 months. The risk of death in patients receiving conservative/drainage treatment increased significantly faster and reached approximately 40% higher values compared to other patients (Figure 5).

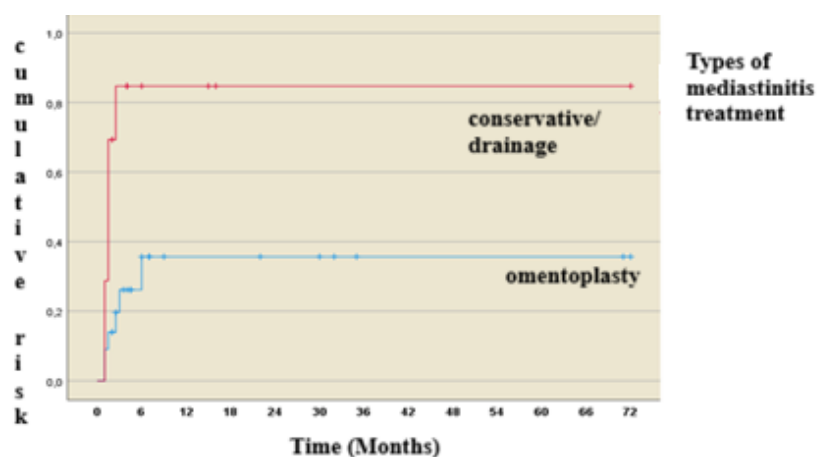


Figure 5: Mortality hazard functions according to mediastinitis treatment modality

## Discussion

Microorganisms involved in the pathogenesis of mediastinitis possess virulent factors that promote invasion, tissue destruction, and persistence of infection. Biofilm formation on bone and synthetic surfaces significantly hampers pathogen eradication and reduces the effectiveness of antibiotic therapy. For this reason, surgical interventions constitute a fundamental component of mediastinitis treatment.

Omentoplasty is an excellent option for treating mediastinitis, as the omentum provides richly vascularized, immunologically active tissue capable of filling dead space. Its abundant blood supply enhances local delivery of immunocompetent cells and systemically administered antibiotics and supports tissue regeneration. The lymphoid tissue and immunological properties of the omentum facilitate the elimination of bacteria and cellular debris, which is particularly valuable in persistent or complex infections, including those involving prosthetic material [12]. Analysis by treatment modality reveals a substantial advantage of surgical management with omentoplasty compared to conservative (drainage) treatment. The significantly lower survival in conservatively treated patients—by approximately 20 months—and the faster and more pronounced increase in mortality risk (by about 40%) likely reflect insufficient control of the infectious process with this approach.

The results demonstrate that postoperative leukocyte count is an important prognostic indicator of survival. The significantly lower survival observed in patients with leukocyte levels  $\geq 24.55$  G/L suggests that an exaggerated inflammatory response in the early postoperative period is associated with poorer outcomes. The approximately 50% difference in survival highlights the clinical relevance of this marker and the need for early identification and aggressive management of patients with elevated inflammatory markers.

The single-center design of the study limits the generalizability of the findings, as they reflect the specific clinical practices and patient population of one medical center. This introduces a potential risk of selection bias and reduced statistical power due to the relatively small sample size.

The results are consistent with data published in the international literature. Global studies confirm the prognostic significance of an intense systemic inflammatory response as an unfavorable factor for survival. Numerous publications report improved infection control and lower recurrence rates with the use of omentoplasty, particularly in severe and complicated forms of mediastinitis.

**CONCLUSION**

In summary, the results support the importance of both early laboratory markers and treatment strategy selection for patient prognosis. High postoperative leukocyte counts and conservative treatment are associated with poorer survival, necessitating an individualized approach, early risk stratification, and preference for more aggressive surgical methods in appropriately selected patients.

**Ethics Statement:** Written informed consent for publication was obtained from the patient.

**Conflict of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Funding:** No external funding was received.

**Author Contributions:** All authors contributed to patient management, manuscript drafting, and approval of the final version.

**КНИГОПИС/REFERENCES**

1. Graeber GM, Kon ND. Anatomy of the mediastinum. *Chest Surg Clin N Am.* 2000;10(2):211–223.
2. Shiroff AM, Herlitz GN, Gracias VH. Acute mediastinitis.
3. Goh SSC. Post-sternotomy mediastinitis in the modern era. *J Card Surg.* 2017 Sept;32(9):556–66.
4. Milano CA, Kesler K, Archibald N, Sexton DJ, Jones RH. Mediastinitis after coronary artery bypass graft surgery. Risk factors and long-term survival. *Circulation.* 1995 Oct 15;92(8):2245–51.
5. Lepelletier D, Bourigault C, Roussel JC, Lasserre C, Leclère B, Corvec S, et al. Epidemiology and prevention of surgical site infections after cardiac surgery. *Médecine Mal Infect.* 2013 Oct;43(10):403–9.
6. Lazar HL, Salm TV, Engelman R, Orgill D, Gordon S. Prevention and management of sternal wound infections. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016 Oct;152(4):962–72.
7. Ennker IC, Malkoc A, Pietrowski D, Vogt PM, Ennker J, Albert A. The concept of negative pressure wound therapy (NPWT) after poststernotomy mediastinitis – a single center experience with 54 patients. *J Cardiothorac Surg.* 2009 Dec;4(1):5.
8. Pairolero PC, Arnold PG. Management of Infected Median Sternotomy Wounds. *Ann Thorac Surg.* 1986 July;42(1):1–2.
9. El Oakley RM, Wright JE. Postoperative mediastinitis: Classification and management. *Ann Thorac Surg.* 1996 Mar;61(3):1030–6.
10. Parisian Mediastinitis Study Group. Risk factors for deep sternal wound infection after sternotomy: a prospective, multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996 June;111(6):1200–7.
11. van Wingerden JJ, Lapid O, Boonstra PW, de Mol BAJM. Muscle flaps or omental flap in the management of deep sternal wound infection. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2011 Aug;13(2):179–87.
12. Wang AW, Prieto JM, Cauvi DM, Bickler SW, De Maio A. The Greater Omentum—A Vibrant and Enigmatic Immunologic Organ Involved in Injury and Infection Resolution. *Shock Augusta Ga.* 2020 Apr;53(4):384–90..