

© Team of authors, 2026 / © Коллектив авторов, 2026

3.1.19. Endocrinology, Oncology, radiation therapy, 3.1.9. Surgery / 3.1.19. Эндокринология, 3.1.6. Онкология, лучевая терапия, 3.1.9. Хирургия

## Comparison of ICG-angiography and chromography for the prevention of postoperative hypoparathyroidism

A.D. Somova, K.V. Vabalayte, A.F. Romanchishen

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Contacts: Somova Alexandra Dmitrievna – e-mail: Alexandra.sayko@mail.ru

## Сравнение ICG-ангиографии и хромографии для профилактики послеоперационного гипопаратиреоза

А.Д. Сомова, К.В. Вабалайте, А.Ф. Романчишен

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Контакты: Сомова Александра Дмитриевна – e-mail: alexandra.sayko@mail.ru

## 比较靛菁绿血管造影与染色显影在预防术后甲状旁腺功能减退中的比较

A.D. Somova, K.V. Vabalayte, A.F. Romanchishen

圣彼得堡国立大学（联邦国家预算高等教育机构），圣彼得堡，俄罗斯

联系人：Somova Alexandra Dmitrievna – e-mail: Alexandra.sayko@mail.ru

**Purpose of study.** Evaluation of the efficacy of angiography with indocyanine green and chromography as methods to identify and preserve parathyroid glands (PRGs). Identification of the main predictors of the hypoparathyroidism development.

**Material and methods.** A single-center prospective randomized controlled study was performed on the basis of the thoracoabdominal surgery department of FSBI A.M. Nikiforov All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine of the Emergency Situations Ministry of Russia in the period from 2018 to 2024. A total of 162 patients were included in the study and were randomized into 3 groups: 1 – with intraoperative angiography (n=29), 2 – receiving chromography (n=59), control group (n=74). All patients were preoperatively tested for parathormone and total calcium levels, and the groups were tested for comparability of baseline data. In the postoperative period, laboratory values were reassessed and compared. Risk factors for postoperative hypoparathyroidism such as volume of surgery, diagnosis, recurrent thyroid surgery and decreased preoperative ionized calcium concentration were also assessed in each group. Statistical analyses were performed using Microsoft Excel 10.0 data analysis package. Results. Total serum calcium levels in the pre- and postoperative periods were (mmol/L): 2.38±0.14 and 2.31±0.17 in group 1, 2.39±0.16 and 2.29±0.18 in group 2, 2.39±0.15 and 2.18±0.16 in group 3. Parathyroid hormone levels in the pre- and postoperative periods in 3 groups were (pmol/ml) 6.44±2.19 and 6.07±1.93, 6.13±1.49 and 5.6±1.62, 6.20±2.20 and 3.30±1.73 in groups 1, 2 and 3, respectively. The levels of hypocalcemia and parathormone reduction were: 1, 6.9% and 0%; 2, 13.56% and 5.08%; 3, 27.03% and 16.22%. There were no significant differences in parathormone and calcium levels in the group using ICG angiography (p>0.1). In the group using chromography, there were no significant differences in parathormone concentrations (p>0.05), but there were significant differences in total calcium concentrations (p<0.01). In the control group, significant differences were found when both parameters were examined (p<0.01). Calcium and parathormone concentrations in the postoperative period were also significantly lower in the control group (p<0.01) than in the groups using specific methods of hypoparathyroidism prophylaxis. Thyroidectomy (p<0.01) and Graves' disease (p<0.01) were the main predictors of hypoparathyroidism and/or hypocalcemia.

**Conclusion.** The presented study demonstrates the inadequacy of using visual identification of parathyroid glands alone for the prevention of hypoparathyroidism. ICG angiography has demonstrated its efficacy and safety in our study. Chromography was slightly inferior to the first technique, but also reduced the incidence of postoperative hypoparathyroidism and hypocalcemia. The paper identifies the main risk factors: thyroidectomy and Graves' disease. There was also an increased risk of hypoparathyroidism in patients with thyroid malignancy, a history of neck surgery, and a baseline decrease in ionized calcium.

**Keywords:** ICG-angiography, hypoparathyroidism, parathyroid hormone, hypocalcaemia, parathyroid glands, thyroid gland, thyroidectomy, hemithyroidectomy, indocyanine green, chromography

**Conflicts of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

**Financing.** The paper was done without sponsorship.

**For citation: Somova A.D., Vabalayte K.V., Romanchishen A.F. Comparison of ICG-angiography and chromography for the prevention of postoperative hypoparathyroidism. Head and Neck. Russian Journal. 2026;14(1):61–68**

**Doi: 10.25792/HN.2026.14.1.61-68**

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

**Цель исследования.** Оценить безопасность и эффективность ангиографии с индоцианином зеленым и хромографии для идентификации и сохранения околощитовидных желез (ОЩЖ). Выделить основные предикторы послеоперационного гипопаратиреоза.

**Материал и методы.** Выполнено одноцентровое проспективное рандомизированное контролируемое исследование на базе отделения торакоабдоминальной хирургии ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России в период с 2018 по 2024 г. В исследование были включены 162 пациента, которые были случайным образом разделены на 3 группы: 1 – с использованием интраоперационной ангиографии (n=29), 2 – с использованием хромографии (n=59), 3 (группа контроля) – группа с визуальной оценкой сохранности ОЩЖ (n=74). Средний возраст пациентов, вошедших в исследование составил 56,81±13,30 года. В 1, 2 и 3 группах данный показатель составил 58,875±10,79, 56,74±14,37, 56,14±13,27 года соответственно. Число мужчин в 1 группе составило 7,14%, во 2 – 8,47% и в 3 – 12,16% соответственно. Большинству пациентов (56,17%) была выполнена тиреоидэктомия, гемитиреоидэктомии – 41,36% пациентам, а повторные операции на ЩЖ выполняли в 2,4% случаев. Всем пациентам до операции исследовали уровни паратгормона и общего кальция. В послеоперационном периоде лабораторные показатели повторно оценивали и сопоставляли между собой. Также в каждой группе оценивали факторы риска послеоперационного гипопаратиреоза, такие как объем операции, заболевание, повторные операции в области шеи и снижение концентрации ионизированного кальция до операции. Статистический анализ был произведен с помощью пакета анализа данных Microsoft Excel 10.0.

**Результаты.** Уровни общего кальция в сыворотке крови в до- и послеоперационных периодах составил (ммоль/л): 2,38±0,14 и 2,31±0,17 в группе 1, 2,39±0,16 и 2,29±0,18 в группе 2, 2,39±0,15 и 2,18±0,16 в группе 3. Уровни паратиреоидного гормона (ПТГ) в до- и послеоперационных периодах в 3 группах составил (пмоль/мл): 6,44±2,19 и 6,07±1,93, 6,13±1,49 и 5,6±1,62, 6,20±2,20 и 3,30±1,73 в 1, 2 и 3 группах соответственно. Частота послеоперационной гипокальциемии и снижения паратгормона составили: 1 – 6,9 и 0%, 2 – 13,56 и 5,08%, 3 – 27,03 и 16,22% соответственно.

Были выявлены достоверные различия в уровнях ПТГ ( $p \leq 0,01$ ) в до- и послеоперационных концентрациях ПТГ и кальция в группе визуальной оценки ОЩЖ, в послеоперационных уровнях ПТГ между группами с использованием хромографии/ангиографии с ICG и контрольной группой, а также в концентрациях ПТГ между группами с индоцианом зеленым и контрольной. Достоверных различий ( $p > 0,05$ ) не было обнаружено в до- и послеоперационных концентрациях ПТГ в группах с использованием хромографии и ангиографии, а также в уровнях кальция (до и после операции) в группе ICG. Основными предикторами послеоперационного гипопаратиреоза и/или гипокальциемии оказались тиреоидэктомия ( $p \leq 0,01$ ) и болезнь Грейвса ( $p \leq 0,01$ ).

**Выводы.** ICG-ангиография и хромография продемонстрировали свою безопасность и эффективность на практике. Хромография достоверно снижала риск развития осложнения относительно группы контроля. Также стоит отметить значительно более низкую стоимость данной методики относительно ангиографии. При визуальной оценке ОЩЖ достоверно чаще по сравнению с группами 1 и 2 зарегистрирован послеоперационный гипопаратиреоз и гипокальциемия были выявлены основные факторы риска, такие как диагноз, объем операции, повторные операции и исходный дефицит ионизированного кальция.

**Заключение.** Таким образом исследование демонстрирует необходимость использования методов профилактики послеоперационного гипопаратиреоза, таких как ICG-ангиография и хромография. Исключительно визуальная оценка сохранности ОЩЖ не достаточна для профилактики осложнения. Сочетание использования рассматриваемых методов идентификации и сохранения ОЩЖ совместно с учетом факторов риска может не только улучшать послеоперационные исходы, но и заранее прогнозировать риски гипопаратиреоза у каждого пациента

**Ключевые слова:** ICG-ангиография, гипопаратиреоз, паратиреоидный гормон, гипокальциемия, околощитовидные железы, щитовидная железа, тиреоидэктомия, гемитиреоидэктомия, индоцианин зеленый, хромография

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Сомова А.Д., Вабалайте К.В., Романчишен А.Ф. Сравнение ICG-ангиографии и хромографии для профилактики послеоперационного гипопаратиреоза. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2026;14(1):61–68

Doi: 10.25792/HN.2026.14.1.61-68

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

Цель исследования: оценить эффективность и безопасность интравенного введения индоцианина зеленого (ICG) для идентификации и сохранения паращитовидных желез (ПЩЖ) во время операции на щитовидной железе (ЩЖ). Определить основные факторы риска развития гипопаратиреоза.

Материалы и методы: в 2018–2024 гг. в России в отделении А.М. Никифоровой Всероссийского центра по проблемам неотложной хирургии и трансплантологии в Москве проведено проспективное рандомизированное исследование. В исследование включено 162 пациента, разделенных на 3 группы: 1 группа – интравенное введение ICG (n=29), 2 группа – интравенное введение индоцианина зеленого (n=59), 3 группа – контрольная группа (n=74). Всем пациентам до операции определяли уровень паратгормона (PTH) и кальция в крови, а также проводили сравнительный анализ данных. После операции оценивали уровень PTH и кальция в крови. Также оценивали факторы риска развития гипопаратиреоза, такие как объем операции, тип операции, наличие рецидива заболевания и уровень кальция в крови до операции. Анализ данных проводился с помощью Microsoft Excel 10.0.

Результаты: уровень кальция в крови до операции и после операции в группах составил: 1 группа – 2,38±0,14 и 2,31±0,17, 2 группа – 2,39±0,16 и 2,29±0,18, 3 группа – 2,39±0,15 и 2,18±0,16. Уровень PTH до операции и после операции в группах составил: 1 группа – 6,44±2,19 и 6,07±1,93, 2 группа – 6,13±1,49 и 5,6±1,62, 3 группа – 6,20±2,20 и 3,30±1,73. Частота развития гипопаратиреоза составила: 1 группа – 6,9% и 0%; 2 группа – 13,56% и 5,08%; 3 группа – 27,03% и 16,22%. В группе интравенного введения ICG не было значимых различий в уровне PTH и кальция в крови (p>0,1). В группе интравенного введения индоцианина зеленого было значимое различие в уровне кальция в крови (p<0,05), но не в уровне PTH. В контрольной группе было значимое различие в уровне PTH и кальция в крови (p<0,01). После операции уровень кальция в крови и PTH в контрольной группе был значительно ниже, чем в группах интравенного введения ICG и индоцианина зеленого (p<0,01). Наличие рецидива заболевания (p<0,01) и наличие гипопаратиреоза (p<0,01) были факторами риска развития гипопаратиреоза.

Выводы: исследование показало, что интравенное введение ICG для идентификации и сохранения ПЩЖ во время операции на ЩЖ является эффективным и безопасным методом. Интравенное введение индоцианина зеленого также является эффективным методом, но имеет более высокие частоты развития гипопаратиреоза. Наличие рецидива заболевания и наличие гипопаратиреоза являются факторами риска развития гипопаратиреоза.

Ключевые слова: ICG-ангиография, гипопаратиреоз, паратгормон, гипопаратиреоз, щитовидная железа, операция на щитовидной железе, интравенное введение индоцианина зеленого, интравенное введение ICG, рецидив заболевания, гипопаратиреоз, рецидив заболевания, рецидив заболевания, рецидив заболевания.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: исследование не получило внешнего финансирования.

Ссылка: Somova A.D., Vabalayte K.V., Romanchishen A.F. Comparison of ICG-angiography and chromography for the prevention of postoperative hypoparathyroidism. *Head and Neck. Russian Journal.* 2026;14(1):61–68

Doi: 10.25792/HN.2026.14.1.61-68

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

## Введение

Ежегодно в Российской Федерации выполняется 34481 операция на щитовидной железе (ЩЖ) в год [1, 2]. Самое частое осложнение операций на ЩЖ – послеоперационный гипопаратиреоз [3]. Постоянный гипопаратиреоз встречается нечасто, однако транзиторная форма осложнения, по данным Британской ассоциации эндокринных хирургов, зарегистрирована у 23,6% пациентов [4]. J.J. Díez и соавт. указывают более высокую цифру – у 48,3% прооперированных пациентов встречался транзиторный гипопаратиреоз [5].

Высокая частота гипопаратиреоза обуславливает необходимость поиска новых методов профилактики осложнения [6].

В частности, одним из вариантов, предложенных в последние годы стала – ICG (индоцианин зеленый) -ангиография. Это специфическая неинвазивная манипуляция, позволяющая идентифицировать околощитовидные железы (ОЩЖ) с помощью введения специального красителя, вызывающего флуоресценцию желез в ближнем инфракрасном диапазоне (при длине волны 750–800 нм) [7–8]. Данный метод может позволить улучшить послеоперационные исходы при операциях на ЩЖ, облегчить поиск ОЩЖ при эктопированном расположении, а также выявить группы риска по гипопаратиреозу при снижении степени флуоресценции после удаления ЩЖ/доли ЩЖ [3, 9–11].

Также существуют методы идентификации ОЩЖ посредством введения красителя непосредственно в ткань ЩЖ [12].

Исследователи из разных стран проводили эксперименты с введением карбоновых наночастиц, показавшие эффективность [13, 14]. Аналогичным по способу введения контрастного вещества методом является введение бриллиантового зеленого, при введении которого ткань ЩЖ окрашивается в зеленый цвет, при этом ОЩЖ не окрашиваются и могут быть легче идентифицированы и выделены [15].

Хромография и ICG-ангиография являются наиболее перспективными методами идентификации ОЩЖ. Однако требуются дополнительные исследования, подтверждающие эффективность и безопасность метода.

Кроме того, в литературе встречаются противоречивые данные и о предикторах послеоперационного гипопаратиреоза, что обуславливает необходимость детального изучения этого вопроса, что в дальнейшем может помочь в более четком выделении групп высокого риска по данному осложнению и определять персонализированную тактику лечения пациента в послеоперационном периоде.

## Материал и методы

Рандомизированное контролируемое исследование выполнено в период с 2019 по 2023 г. на базе ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России. В исследование вошли 162 пациента, случайным образом разделенные на 3 группы: группа 1 – с ICG-ангиографией, группа 2 – с хромографией (введением красителя в ткань ЩЖ), группа 3 – с использованием визуальной идентификации ОЩЖ (группа контроля).

В исследование вошли пациенты, нуждающиеся в хирургическом лечении патологий ЩЖ. Критерии включения: пациенты старше 18 лет, нуждающиеся в операции по поводу заболеваний ЩЖ (узловые образования, рак ЩЖ, диффузный токсический зоб – ДТЗ). Критериями исключения были: отказ от участия в исследовании, наличие распространенных форм рака ЩЖ с метастазами в лимфатические узлы, наличие МЭН (синдром множественной эндокринной неоплазии) – синдрома, исходный

гипо- или гиперпаратиреоз. Группы были сопоставимы по полу, возрасту и диагнозам.

Общая характеристика группы представлена в табл. 1.

Для интраоперационной ангиографии (рис. 1 А, В) использовалась система визуализации SPY. Система была установлена на фокусном расстоянии 30 см над операционной раной. Контраст вводили дважды: перед удалением ЩЖ или ее доли для выявления ОЩЖ и после основного этапа операции для оценки перфузии ОЩЖ. Доза индоцианина зеленого составила 2,5 мл (12,5 мг) на 1 введение вещества. Флуоресценция возникала через 20–30 секунд, достигая своего пика к 50-й секунде после введения контраста. Флуоресценция не продолжалась более 4 минут. При повторном введении вещества интенсивность флуоресценции оценивалась по балльной шкале, где ICG 0, 1 и 2 соответствовали отсутствию, слабому или хорошему сигналу соответственно. В качестве контрастного вещества при выполнении хромографии использовался бриллиантовый зеленый, который вводили в ткань железы перед определением границ хирургического вмешательства. После введения контраста ОЩЖ оставались свободными от контрастирования, что позволяло их распознать и сохранить (рис. 1 Г–Е).

Уровень кальция до и после операции сравнивали у всех пациентов с помощью программного обеспечения MS Soft Excel 2010. Статистическую значимость оценивали с помощью t-критерия Стьюдента и расчета p-value.

## Результаты

Исходные уровни общего кальция и ПТГ до операции не отличались между группами (табл. 2).

В послеоперационном периоде гипокальциемия возникла у 6,9% пациентов в группе 1, 13,56% – в группе 2 и 27,03% – в группе 3. Уровень ПТГ не был снижен ни у одного из пациентов из группы 1, у 5,08% в группе 2 и в 16,22% случаев в группе 3. Уровни общего кальция (ммоль/л) в послеоперационном перио-

Таблица 1. Общая характеристика рассматриваемых групп  
Table 1. General characteristics of the patients' groups

Параметры Parameters		Группа 1 (29/17,9%) Group 1 (29/17.9%)	Группа 2 (59/36,4%) Group 2 (59/36.4%)	Группа 3 (74/45,7%) Group 3 (74/45.7%)
Средний возраст пациентов Average age of patients		58,875±10,79	56,74±14,37	56,14±13,27
Пол: Gender	Мужчины, n (%) Men, n (%)	2 (7,14%)	5 (8,47%)	9 (12,16%)
	Женщины, Women	27 (92,86%)	54 (91,53%)	65 (87,84%)
Диагноз Diagnosis	ДТЗ, n (%) DTG, n (%)	5 (17,24%)	6 (10,18%)	16 (21,62%)
	ЗНО, n (%) Cancer, n (%)	4 (13,79%)	5 (8,48%)	7 (9,46%)
	Доброкачественные узловые образования, n (%) Benign nodular neoplasms, n (%)	20 (68,97%)	48 (81,34%)	51 (68,92%)
Объем операции Scope of the operation	ТЭ, n (%) TE, n (%)	14 (48,28%)	32 (54,24%)	41 (55,41%)
	ГТЭ, n (%) HTE, n (%)	11 (37,93%)	26 (44,07%)	27 (36,48%)
	Повторные операции, n (%) Previous TG surgery, n (%)	4 (13,79%)	1 (1,69%)	6 (8,11%)

Примечание. ДТЗ – диффузный токсический зоб, ЗНО – злокачественное новообразование, ТЭ – тиреоидэктомия, ГТЭ – гемитиреоидэктомия.  
Note. DTG – diffuse toxic goiter, TE – thyroidectomy, HTE – hemithyroidectomy.

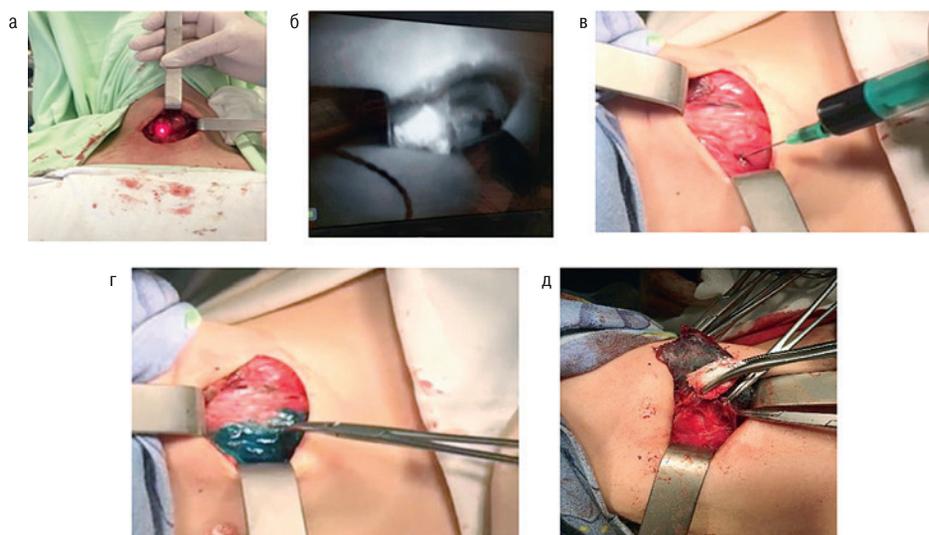


Рис. 1. А – вид операционной раны с установленным над ней источником ближнего инфракрасного диапазона, Б – начало появления флуоресценции В – хромография (введение контрастного вещества в ткань железы) Г – окрашивание тканей правой доли ЩЖ

Fig. 1. А – Installation of SP2000 over the surgical field, Б – Beginning of fluorescence appearance, В – chromography (injection of a contrast agent into the thyroid tissue), Г – Staining of the right thyroid lobe tissue

де в трех группах составили  $2,31 \pm 0,1$ ,  $2,29 \pm 0,18$  и  $2,18 \pm 0,16$  соответственно. Средние уровни ПТГ (пмоль/л) в группах составили  $6,07 \pm 1,93$  (группа 1),  $5,6 \pm 1,62$  (группа 2),  $3,30 \pm 1,73$  (группа 3).

Сравнение до- и послеоперационных концентраций Са и ПТГ внутри групп показало отсутствие достоверных различий в группе с использованием ICG-ангиографии ( $p=0,106$  и  $p=0,49$ ). В группе с хромографией не было выявлено достоверных различий по концентрациям ПТГ ( $p=0,082$ ), но были выявлены различия в концентрациях общего кальция ( $p=0,001$ ). В груп-

пе контроля уровни ПТГ ( $p=0,000000000000015$ ) и кальция ( $p=0,00000000000003$ ) в послеоперационном периоде статистически различались с высокой степенью достоверности.

При сопоставлении данных в послеоперационном периоде (табл. 3) были выявлены достоверные различия в концентрациях ПТГ и кальция между группой контроля и группами с ICG-ангиографией и хромографией.

Графически различия в концентрациях ПТГ и кальция в группах представлены на рис. 2.

Таблица 2. Сравнение уровня кальция крови и ПТГ до операции  
Table 2. Comparability of samples by preoperative calcium and PTH levels

Сравнение групп Comparison of groups	Са общ. Total Ca				ПТГ PTH			
	$t_{cm}$	$t_{kp}$	p-value	Интерпретация Interpretation	$t_{cm}$	$t_{kp}$	p-value	Интерпретация Interpretation
Группы 1 и 3 Groups 1 and 3	0,33	1,98	0,74	$p > 0,05$	0,45	2,01	0,66	$p > 0,05$
Группы 2 и 3 Groups 2 and 3	0,15	1,98	0,88	$p > 0,05$	0,32	1,97	0,75	$p > 0,05$
Группы 1 и 2 Groups 1 and 2	0,44	2,00	0,66	$p > 0,05$	0,21	1,99	0,42	$p > 0,05$

Таблица 3. Сравнение уровней кальция крови и ПТГ после операции  
Table 3. Comparison of blood calcium and parathyroid hormone levels after surgery

Сравнение групп Comparison of groups	Са общ. Total Ca				ПТГ PTH			
	$t_{cm}$	$t_{kp}$	p-value	Интерпретация Interpretation	$t_{cm}$	$t_{kp}$	p-value	Интерпретация Interpretation
Группы 1 и 3 Groups 1 and 3		2,01	0,0012	$p < 0,001$		2,01	0,000000021	$p < 0,001$
Группы 2 и 3 Groups 2 and 3	3,50	1,99	0,00063	$p < 0,001$		1,98	0,0000000000009	$p < 0,001$
Группы 1 и 2 Groups 1 and 2	0,59	2,001	0,56	$p > 0,05$	1,06	2,01	0,29	$p > 0,05$

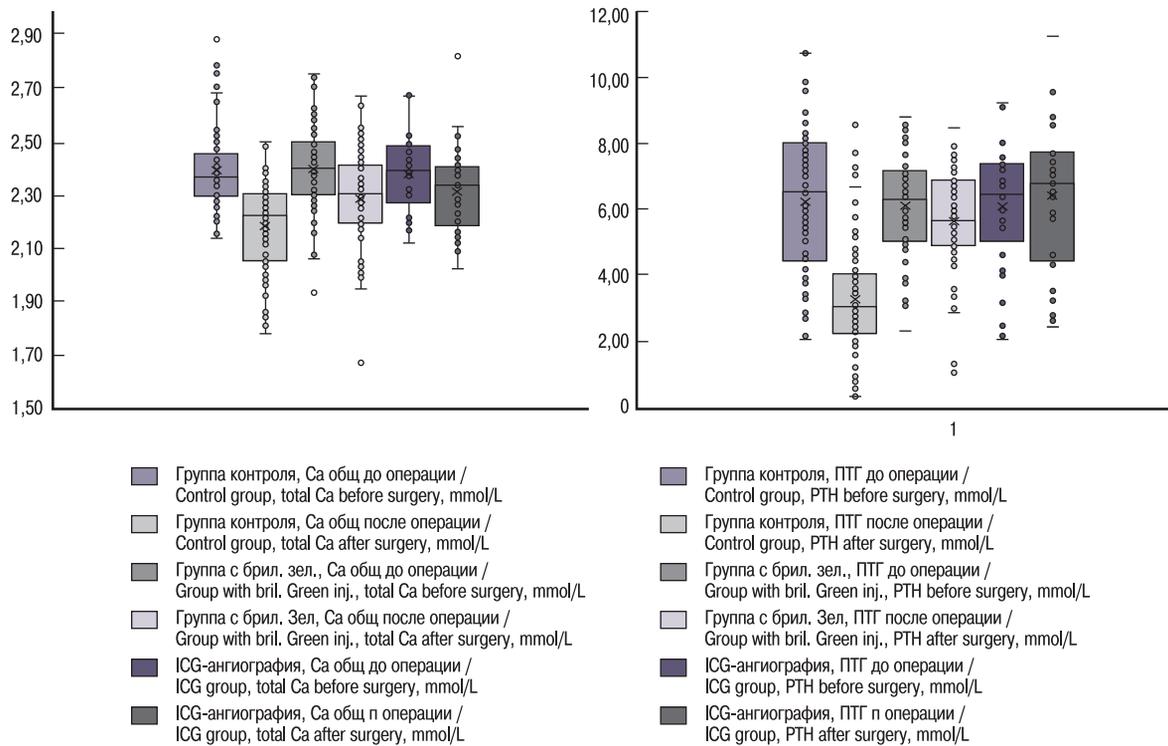


Рис. 2. Концентрации в до- и послеоперационном периоде  
а – кальция, б – ПТГ

Fig. 2. Concentrations in the pre- and postoperative periods of  
a – calcium, b – PTH

По результатам гистологического исследования в группах с использованием индоцианина зеленого и хромографии не было зарегистрировано случаев непреднамеренной паратиреоидэктомии. Побочных эффектов как при использовании ангиографии с ICG, так и при использовании хромографии не зарегистрировано.

Для оценки факторов риска гипопаратиреоза общая выборка пациентов была разделена на группы в зависимости от типа патологического процесса, объема операции, наличия предшествующих операций в области шеи, концентрации ионизированного кальция до операции. В послеоперационном периоде с помощью критерия Стьюдента сравнивались концентрации кальция и ПТГ в группах. При  $p\text{-value} > 0,05$  фактор риска был определен как незначимый,  $0,05\text{--}0,01$  – как умеренно значимый и  $< 0,01$  – значимый. В нашем исследовании основными факторами риска послеоперационного гипопаратиреоза были: объем вмешательства (ТЭ) ( $p=0,0002$ ), диагноз болезнь Грейвса ( $p=0,006$ ), исходное снижение уровня кальция ионизированного ( $p=0,006$ ), повторная операция на ЩЖ и ЗНО ЩЖ также снижали послеоперационные уровни кальция и ПТГ.

При повторном введении контрастного вещества в ходе ангиографии определялась степень флуоресценции ОЩЖ в соответствии со шкалой ICG 0–2, где ICG 0 являлось отсутствием флуоресценции, ICG 1 – слабой степенью флуоресценции, 2 – хорошей флуоресценцией. На основании полученных результатов делали вывод о возможном нарушении кровоснабжения ОЩЖ и, как следствие, выдвигалось предположение о том, что пациенты с ICG 1 и 0 являются угрожаемыми по гипофункции ОЩЖ в послеоперационном периоде. Полученные данные

в совокупности с учетом факторов риска помогают выявить группы высокого риска по данному осложнению для более пристального наблюдения за ними и раннего начала терапии препаратами кальция. Также хорошая флуоресценция ОЩЖ может обосновать отказ от проведения превентивной терапии препаратами кальция и сократить сроки госпитализации пациента.

Методы профилактики гипопаратиреоза, такие как ICG-ангиография и хромография продемонстрировали свою безопасность и эффективность на практике. Хромография достоверно снижала риск развития осложнения относительно группы с визуальной оценкой сохранности ОЩЖ ( $p=0,0000000000009$ ). Стоит отметить, что последняя методика является дешевым и эффективным аналогом ангиографии. При визуальной оценке ОЩЖ достоверно чаще по сравнению с группами 1 и 2 зарегистрирован послеоперационный гипопаратиреоз ( $p=0,000000021$ ,  $p=0,0000000000009$ ) и гипокальциемия ( $p=0,0012$ ,  $p=0,00063$ ). Факторами риска в исследовании являлись диагноз (ДТЗ), объем операции (ТЭ), повторные операции и исходный дефицит ионизированного кальция.

## Обсуждение

Уровень послеоперационной гипокальциемии, по данным исследования, в группе без использования методов профилактики составил 27,03%, а снижение уровня ПТГ – 16,22%, что согласуется с данными мировой литературы. Например, В. Wang заявил о частоте транзиторного гипопаратиреоза 21,94% [14]. С. Falch указывает значение данного пара-

метра – 22,8% [16]. ICG-ангиографию впервые предложил использовать для идентификации ОЩЖ Y.J. Suh, который продемонстрировал безопасность данной методики [3]. Исследователь H. Jin указал, что частота осложнений при использовании данной манипуляции не превышала 0,00167% [17]. В представленном исследовании также была подтверждена безопасность данной методики, поскольку ни в одном из случаев не было установлено факта развития осложнений после применения контрастного вещества. Данный метод продемонстрировал свою эффективность. R. Parfentiev в мае 2021 г. сравнил визуальную оценку ОЩЖ и интраоперационную ангиографию. В его исследовании процент гипопаратиреоза в группе контроля был значимо выше (17,86%) по сравнению с группой с использованием ICG (6,67%) [18]. В нашем исследовании также отмечался более низкий процент послеоперационной гипокальциемии в группе ангиографии (6,9%) против 27,03% группы контроля, в то время как ПТГ в экспериментальной группе оставался в пределах референсного диапазона во всех случаях. Использование хромографии также позволило снизить частоту гипопаратиреоза (5,08%) и гипокальциемии (13,56%) в послеоперационном периоде. H. Kwon и соавт. продемонстрировали достоверную связь между болезнью Грейвса и развитием гипопаратиреоза (отношение шансов=2,8, 95% доверительный интервал 1,3–5,8;  $p=0,007$ ) [19]. В нашем исследовании также была подтверждена данная взаимосвязь.

В ходе исследования значимым фактором являлся объем операции – ТЭ, что подтверждает данные В. Wang, который определяет объем операции одним из основных факторов риска наряду с повторными вмешательствами и диагнозом (ЗНО) [14].

## Заключение

Описанные методы в группах 1 и 2 улучшают интраоперационную идентификацию ОЩЖ. Высокая степень послеоперационной гипокальциемии в группе 3 указывает на то, что визуальная идентификация ОЩЖ не является достаточным методом профилактики гипопаратиреоза.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Ревивици А.Ш., Оловянный В.Е., Горня Б.Ш. и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации. М., 2024. 192 с. [Ревивици А.Ш., Оловянный В.Е., Горня Б.Ш. и др. Хирургическая помощь в Российской Федерации. М., 2024. 192 с. (In Russ.)].
2. Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М., 2024, илл. 262 с. [Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М., 2024, илл. 262 с. (In Russ.)].
3. Suh Y.J., Choi J.Y., Chai Y.J., et al. Indocyanine green as a near-infrared fluorescent agent for identifying parathyroid glands during thyroid surgery in dogs. *Surg. Endosc.* 2015;29(9):2811–7. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00464-014-3971-2>.
4. Barbieri D., Indelicato P., Vinciguerra A., et al. Autofluorescence and indocyanine green in thyroid surgery: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope.* 2021;131(7):1683–92. Doi: <https://doi.org/10.1002/lary.29297>.
5. Díez J.J., Anda E., Sastre, J., et al. Prevalence and risk factors for hypoparathyroidism following total thyroidectomy in Spain: a multicentric and nation-wide retrospective analysis. *Endocrine.* 2019;66(2):405–15. Doi: [10.1007/s12020-019-02014-8](https://doi.org/10.1007/s12020-019-02014-8).
6. Melikyan A.A., Menkov A.V. Postoperative Hypoparathyroidism: Prognosis, Prevention, and Treatment (Review). *Sovrem. Tekhnol. Med.* 2020;12(2):101–8. Doi: [10.17691/stm2020.12.2.13](https://doi.org/10.17691/stm2020.12.2.13). [PMID: 34513060, PMCID: PMC8353683].
7. Yuan Y., Li X., Bao X., et al. The magic mirror: a novel intraoperative monitoring method for parathyroid glands. *Front. Endocrinol. (Lausanne).* 2023;14:1160902. Doi: [10.3389/fendo.2023.1160902](https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1160902).
8. Huang S.M. Why does diseased parathyroid appear weak or heterogenous intensity during intraoperative near-infrared autofluorescence? *Front. Endocrinol. (Lausanne).* 2023;14:1233610. Doi: [10.3389/fendo.2023.1233610](https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1233610).
9. Zaidi N., Bucak E., Yazici P., et al. The feasibility of indocyanine green fluorescence imaging for identifying and assessing the perfusion of parathyroid glands during total thyroidectomy. *J. Surg. Oncol.* 2016;113(7):775–8. <https://doi.org/doi:10.1002/jso.24237>.
10. Gálvez-Pastor S., Torregrosa N.M., Ríos A., et al. Prediction of hypocalcemia after total thyroidectomy using indocyanine green angiography of parathyroid glands: a simple quantitative scoring system. *Am. J. Surg.* 2019;218:993–9. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.12.074>.
11. Vidal Fortuny J., Sadowski S.M., et al. Randomized clinical trial of intraoperative parathyroid gland angiography with indocyanine green fluorescence predicting parathyroid function after thyroid surgery. *Br. J. Surg.* 2018;105(4):350–7.
12. Горбач Ю.М., Маришко В.А. Профилактика послеоперационного гипопаратиреоза и его лечение. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2021;(10):100–4.
13. Gao B., Tian W., Jiang Y., et al. Application of carbon nanoparticles for parathyroid protection in reoperation of thyroid diseases. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2015;8(12):22254–61.
14. Wang B., Su A.P., Xing T.F., et al. The function of carbon nanoparticles to improve lymph node dissection and identification of parathyroid glands during thyroid reoperation for carcinoma. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(32):e11778. Doi: [10.1097/MD.00000000000011778](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011778).
15. Vabalayte K., Romanchishen A., Somova A. Intraoperative prevention of postoperative hypoparathyroidism. *Front. Endocrinol. (Lausanne).* 2023;14:1206881. Doi: [10.3389/fendo.2023.1206881](https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1206881).
16. Falch C., Hornig J., Senne M., et al. Factors predicting hypocalcemia after total thyroidectomy - A retrospective cohort analysis. *Int. J. Surg.* 2018;55:46–50. Doi: [10.1016/j.ijssu.2018.05.014](https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2018.05.014).
17. Jin H., Dong Q., He Z., et al. Application of a fluorescence imaging system with indocyanine green to protect the parathyroid gland intraoperatively and to predict postoperative parathyroidism. *Adv. Ther.* 2018;35(12):2167–75. Doi: [10.1007/s12325-018-0834-6](https://doi.org/10.1007/s12325-018-0834-6).
18. Parfentiev R., Grubnik V., Grubnik V., et al. Study of intraoperative indocyanine green angiography effectiveness for identification of parathyroid gland total thyroidectomy. *Georgian Med. News.* 2021;(314):26–9.
19. Kwon H., Kim J.K., Lim W., et al. Increased risk of postoperative complications after total thyroidectomy with Graves' disease. *Head Neck.* 2019;41(2):281–5. Doi: [10.1002/hed.25484](https://doi.org/10.1002/hed.25484). [Epub 2018 Dec 7].

Поступила 26.12.2024

Получены положительные рецензии 12.12.25

Принята в печать 18.01.26

Received 26.12.2024

Positive reviews received 12.12.25

Accepted 18.01.26

**Вклад авторов.** К.В. Вабалайте, А.Ф. Романчишен, А.Д. Сомова — разработка концепции и дизайна. А.Д. Сомова — изучение литературы, составление базы данных, анализ и интерпретация данных, написание текста

статьи. К.В. Вабалайте, А.Ф. Романчишен – редактирование рукописи, окончательное утверждение для публикации рукописи.

**Contribution of the authors.** K.V. Vabalaitė, A.F. Romanchishen, A.D. Somova – development of the concept and design. A.D. Somova – study of literature, compilation of a database, analysis and interpretation of data, writing the text of an article. K.V. Vabalaitė, A.F. Romanchishen – editing of the manuscript, final approval for publication of the manuscript.

#### Информация об авторах:

Сомова Александра Дмитриевна – аспирант СПбГУ, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет. Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, д.7/9; тел.: +7 (921) 323-95-72; e-mail: alexandra.sayko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9163-3377>, Scopus ID: 57224352704

Вабалайте Кристина Викторовна – д.м.н. профессор ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет. Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, д.7/9; тел.: +7 (921) 575-93-87; e-mail: vabalayte@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9122-1540>, Scopus ID: 36490600800

Романчишен Анатолий Филиппович – д.м.н. профессор, ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет. Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, д.7/9; тел.: +7 (921) 323-95-72; e-mail: afromanchishen@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7646-4360>, Scopus ID: 7003297076

#### Information about the authors:

Aleksandra D. Somova – Postgraduate Student, St. Petersburg State University. Address: 199034 St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7/9; tel.: +7(921) 323-95-72; e-mail: alexadra.sayko@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9163-3377>, Scopus ID: 57224352704

Kristina V. Vabalayte – MD, Dr. Med. Sci., Professor, St. Petersburg State University. Address: 199034 St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7/9; tel.: +7(921) 575-93-87; e-mail: vabalayte@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9122-1540>, Scopus ID: 36490600800

Anatoly F. Romanchishen – MD, Dr. Med. Sci., Professor, St. Petersburg State University. Address: 199034, Russia, St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7/9; e-mail: afromanchishen@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7646-4360>, Scopus ID: 7003297076