

## КОМПЬЮТЕРНАЯ АНГИОПУЛЬМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ НА КРУПНЫХ СУСТАВАХ КОНЕЧНОСТЕЙ

\***Е.А. Андронников** – [ORCID: 0000-0002-3151-4368]

заведующий отделения лучевой диагностики<sup>1</sup>

**О.Ю. Кострова** – [ORCID: 0000-0002-7057-9834]

к.м.н., заведующий кафедрой инструментальной диагностики с курсом фтизиатрии<sup>2</sup>

**М.Н. Михайлова** – [ORCID: 0000-0001-6957-940X]

к.м.н., доцент кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией<sup>2</sup>

**Р.Н. Драндров** – [ORCID: 0000-0002-7595-9932]

врач-ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>

**Н.В. Гоголина** – [ORCID: 0000-0001-8198-7406]

врач-рентгенолог<sup>1</sup>

**О.В. Семенова** – [ORCID: 0000-0003-1414-6118]

ассистент кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования»  
Минздрава России, (г. Чебоксары)

428020 Российская Федерация, г. Чебоксары, ул. Федора Гладкова, 33

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

428015 Российская Федерация, г. Чебоксары, Московский пр-т, 15

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- тромбоз легочной артерии
- компьютерная томография
- тромб
- диагностика тромбоза
- травматология и ортопедия

### АННОТАЦИЯ:

**Введение:** тромбоз легочной артерии (ТЭЛА) – одна из самых распространенных сердечно-легочных патологий в мире – имеет высокий риск развития после крупных операций на костно-суставной системе. Летальность от ТЭЛА остается высокой, занимая третье место после инфаркта миокарда и инсульта.

**Цель:** выявить томографические признаки ТЭЛА у пациентов с костно-суставной патологией в послеоперационном периоде.

**Материалы и методы:** проанализированы результаты компьютерной ангиопульмонографии 11 пациентов с подозрением на ТЭЛА, оперированных по поводу костно-суставной патологии в Федеральном центре травматологии, ортопедии и эндопротезирования Минздрава России (г. Чебоксары). У пациентов выявляли такие непрямые признаки ТЭЛА как дисковидные ателектазы легочной ткани, расширение диаметра легочного ствола и правой легочной артерии, признаки застойных явлений в малом круге кровообращения и легочной гипертензии. К прямым рентгенологическим признакам относили окклюзию ветви легочной артерии тромбом.

**Результаты:** у 91% обследованных была выявлена окклюзия ветви легочной артерии тромбом, в 82% случаев – поражение ветвей правой легочной артерии. Эмболия на уровне долевых артерий выявлена у 30%, сегментарных ветвей – у 60% пациентов; признаки ТЭЛА одной из субсегментарных ветвей правой легочной артерии – у одного пациента. Двусторонний тромбоз наблюдался у двух пациентов, в том числе в одном случае – массивная двусторонняя ТЭЛА. У одного пациента выявлены дисковидные ателектазы легочной ткани. Расширение диаметра легочного ствола и правой легочной артерии наблюдалось у 78% пациентов с ТЭЛА, признаки застойных явлений в малом круге кровообращения – в 27% случаев, легочной гипертензии – в 73% случаев.

**Заключение:** визуализация прямых и косвенных признаков тромбоза легочной артерии при проведении компьютерной ангиопульмонографии подтвердила диагноз у всех обследованных пациентов. Выявление тромбов в самих легочных артериях – главный критерий в постановке окончательного диагноза.

**Для цитирования.** Андронников Е.А., Кострова О.Ю., Михайлова М.Н., Драндров Р.Н., Гоголина Н.В., Семенова О.В. «КОМПЬЮТЕРНАЯ АНГИОПУЛЬМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ НА КРУПНЫХ СУСТАВАХ КОНЕЧНОСТЕЙ». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2021; 15(3): 9–13.

\*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Андронников Евгений Александрович (Andronnikov Evgeniy A.), e-mail: andronnikov@evgenij@mail.ru

## COMPUTER ANGIOPULMONOGRAPHY IN DIAGNOSTICS OF PULMONARY THROMBOEMBOLISM AFTER OPERATIONS ON LARGE JOINTS OF LIMBS

\*Andronnikov E.A. – [ORCID: 0000-0002-3151-4368]

MD1

Kostrova O.Yu. – [ORCID: 0000-0002-7057-9834]

MD, PhD2

Mikhaylova M.N. – [ORCID: 0000-0001-6957-940X]

MD, PhD2

Drandrov R.N. – [ORCID: 0000-0002-7595-9932]

MD1

Gogulina N.V. – [ORCID: 0000-0001-8198-7406]

MD1

Semenova O.V. – [ORCID: 0000-0003-1414-6118]

MD2

<sup>1</sup>FSBI «Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Cheboksary)

33, F. Gladkova str., Cheboksary, Chuvash Republic, Russian Federation, 428020

<sup>2</sup>FSBEI of HE «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov»

15, Moskovskii ave., Cheboksary, Chuvash Republic, Russian Federation, 428015

### KEY-WORDS:

- pulmonary embolism
- computed tomography
- thrombus
- diagnosis of thromboembolism
- traumatology and orthopedics

### ABSTRACT:

**Background:** pulmonary embolism (PE), is one of the most common cardiopulmonary pathologies in the world, has a high risk of developing after major operations on the osteoarticular system. Mortality from PE remains high, ranking third after myocardial infarction and stroke.

**Aim:** was to identify tomographic signs of PE in patients with osteoarticular pathology in the post-operative period.

**Materials and methods:** we analyzed results of computed angiopulmonography of 11 patients with suspicion on pulmonary embolism who were operated on osteoarticular pathology at the Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Endoprosthesis of the Ministry of Health of the Russian Federation (Cheboksary). Patients showed such indirect signs of PE as disc-shaped atelectasis of lung tissues, expansion of diameter of pulmonary trunk and right pulmonary artery, signs of congestion in pulmonary circulation and pulmonary hypertension. Direct radiological signs included occlusion of a branch of pulmonary artery by thrombus.

**Results:** in 91% of examined patients, occlusion of branch of pulmonary artery by thrombus was detected, in 82% of cases – the defeat of branches of right pulmonary artery. Embolism at the level of lobar arteries was detected in 30%, segmental branches – in 60% of patients; signs of pulmonary embolism of one of subsegmental branches of right pulmonary artery – in one patient (10%). Bilateral thrombosis was observed in two patients, including massive bilateral PE in one case. One patient had discoid atelectasis of lung tissues. Expansion of diameter of pulmonary trunk and right pulmonary artery was observed in 78% of patients with PE, signs of congestion in pulmonary circulation – in 27% of cases, pulmonary hypertension – in 73% of cases.

**Conclusion:** visualization of direct and indirect signs of pulmonary embolism during computed pulmonary angiography confirmed the diagnosis in all examined patients. The detection of blood clots in pulmonary arteries themselves is the main criterion in making the final diagnosis.

### Введение

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) – это окклюзия ствола или основных ветвей легочной артерии фрагментами тромботических структур, сформировавшихся в венах большого круга кровообращения или правых камер сердца и занесенных в легочную артерию с током крови [1].

В последние годы тромбоэмболические осложнения стали важной медицинской проблемой, поскольку являются одной из основных причин смерти пациентов [2]. Особенно актуальной тема диагностики и профилактики ТЭЛА является для травматологии и ортопедии. В большинстве действующих в настоящее время

национальных и региональных стандартов пациенты, получившие травму или перенесшие операцию на крупных суставах и костях нижних конечностей, выделены в группу очень высокого риска. Частота тромбоэмболических осложнений после протезирования тазобедренного и коленного суставов достигает, по данным разных авторов, от 40 до 84% [3].

Образовавшийся тромб перемещается с кровью в правый желудочек сердца и далее попадает в легочную артерию, частично или полностью блокируя кровоток в малом круге кровообращения [4]. Известно, что процент смертности от этой патологии напрямую зависит от

объема и уровня эмболической окклюзии. При поражении легочного ствола и его ветвей она составляет 95%, при закупорке периферических артерий – менее 2% [4]. Считается, что к развитию ТЭЛА приводят тяжелые заболевания сердца и легких, гиперкоагуляция, патология клеток крови, травмы, злокачественные новообразования, наличие генетических дефектов, хирургические вмешательства и послеоперационный период, сепсис, инсульт, инфаркт миокарда, пожилой возраст, гиподинамия, длительные перелеты, беременность, послеродовой период и др. [4]. Патология сердечно-сосудистой системы и избыточная масса тела являются дополнительными факторами риска развития ТЭЛА, что подтверждается и данными литературы [5].

В эпидемиологических исследованиях ежегодная заболеваемость ТЭЛА варьирует от 39 до 115 человек на 100 тыс. населения. ТЭЛА – самая частая не распознаваемая причина смерти у госпитализированных пациентов: почти в 70% случаев правильный диагноз не верифицируется прижизненно. Актуальность проблемы ТЭЛА обусловлена не только высокой смертностью, но и трудностями диагностики. На ранних стадиях распознается только 20% случаев.

Известны несколько классификаций данной патологии. По классификации Европейского кардиологического сообщества (2000 г.) различают массивную (обструкция более 50% сосудистого русла легких) и немассивную ТЭЛА [4]. Массивная ТЭЛА подразделяется на мгновенную, которая заканчивается летальным исходом; циркуляторную – с развитием кардиогенного шока и правожелудочковой недостаточности; респираторную – с одышкой, тахипноэ, диффузным цианозом [4,6].

По стадиям развития патологического процесса различают острую форму (внезапное начало, боль за грудиной, одышка, снижение АД, признаки легочного сердца, развитие обструктивного шока), подострую (нарастание дыхательной и правожелудочковой недостаточности, признаки тромбоинфарктной пневмонии) и хроническую рецидивирующую (повторные эпизоды одышки, появление хронической сердечной недостаточности) [4]. Наиболее частыми клиническими признаками ТЭЛА являются одышка, головокружение, боли в грудной клетке, обусловленные растяжением легочной артерии, перегрузкой правого желудочка [5, 7]. Клиническую вероятность развития ТЭЛА можно оценить по критериям «Wells» [8]: низкая – 0-1 балл; промежуточная – 2-6 баллов; высокая – более 7 баллов. Перед тем, как принять решение о выполнении КТ-исследования легких с контрастным усилением, пациенту в обязательном порядке выполняется электрокардиография (ЭКГ) и эхокардиография. На ЭКГ можно выявить специфические признаки острого легочного сердца. При проведении эхокардиографии можно визуализировать расширение легочной артерии, дилатацию правого желудочка и предсердия,

легочную и трикуспидальную регургитацию [5]. Общепринятым «золотым стандартом» диагностики ТЭЛА считается рентгеноконтрастная ангиопульмонография [9,10].

**Цель исследования** – выявление особенностей ангиографических признаков тромбоэмболии легочной артерии у пациентов с костно-суставной патологией в послеоперационном периоде.

## Материалы и методы

Проанализированы протоколы и результаты КТ-ангиографии 11 пациентов с подозрением на ТЭЛА, оперированных в 2018-2019 гг. по поводу различной костно-суставной патологии в ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России (г. Чебоксары), далее – Центр.

Всем испытуемым было проведено ангиографическое КТ-исследование органов грудной клетки на мультиспиральном томографе «SOMATOM Emotion 16» с использованием контрастного вещества Омнипак-350, который вводили болюсно в дозе 10 мл/кг в кубитальную вену при помощи автоматического инъектора со скоростью 4-5 мл/с. Исследование проводили в положении пациента лежа на спине, в зону сканирования входила вся грудная полость.

У обследованных пациентов были выявлены такие непрямые признаки ТЭЛА как дисковидные ателектазы легочной ткани, расширение диаметра легочного ствола и правой легочной артерии, признаки застойных явлений в малом круге кровообращения и легочной гипертензии. К прямым КТ-признакам была отнесена окклюзия ветви легочной артерии тромбом.

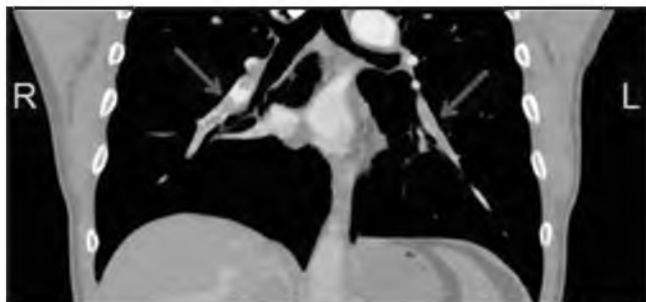
## Результаты

Среди обследованных было 7 женщин и 4 мужчин в возрасте от 47 до 82 лет. Средний возраст женщин составил  $70,9 \pm 3$  года, мужчин –  $57,5 \pm 4,3$  года. Тотальное эндопротезирование коленного сустава было выполнено в 7 (63,3%) случаях, тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава – 3 (27,3%) пациентам (в том числе двоим – по поводу перелома шейки бедренной кости), нейрохирургическая операция (транспедикулярная фиксация) – одному пациенту.

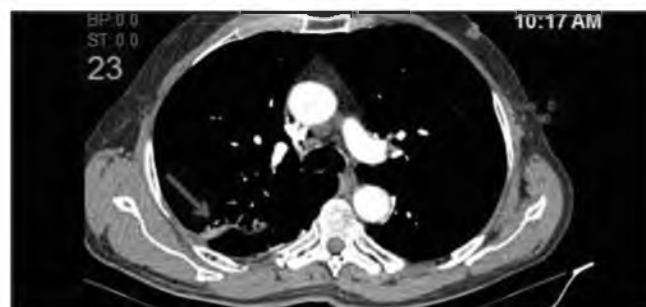
Компьютерная ангиопульмонография назначалась в послеоперационном периоде (на 1-3 сутки после операции) пациентам с клиническими проявлениями ТЭЛА.

Окклюзия легочной артерии тромбом была выявлена у 10 (91%) пациентов. Чаще всего поражались ветви правой легочной артерии (82%).

По уровню расположения тромбоэмбола пациенты распределились следующим образом: эмболия на уровне долевых артерий выявлена у троих пациентов (30% от общего числа наблюдений), на уровне ветвей сегментарного порядка – у 6 (60%), признаки ТЭЛА



**Рис. 1.** КТ-ангиография органов грудной полости. Фронтальная проекция. Артериальная фаза. Массивная двусторонняя ТЭЛА. Красными стрелками указаны дефекты наполнения легочных артерий вследствие тромбоза.



**Рис. 2.** КТ-ангиография органов грудной полости. Аксиальная проекция. Артериальная фаза. Дисквидные ателектазы легочной ткани. Красными стрелками указаны дисквидные ателектазы.

одной из субсегментарных ветвей правой легочной артерии обнаружилось в одном наблюдении. При исследовании определялись дефекты наполнения в сегментарных артериях протяженностью от 15 до 48 мм (в среднем 26,1 мм), диаметром до 6 мм. Основной локализацией тромба оказалась сегментарная ветвь А2 (в 60% случаях).

Двусторонняя тромбоэмболия выявлена у двух пациентов, из них у одного мужчины трудоспособного возраста (47 лет) диагностирована массивная двусторонняя ТЭЛА с максимальной общей протяженностью до 110 мм (рис. 1).

У одного пациента выявлены дисквидные ателектазы легочной ткани размерами от 5×4×5 мм до 79×27×11 мм, накапливающие контрастное вещество (рис. 2).

Кроме того, встречались и другие косвенные признаки ТЭЛА – участки снижения пневматизации легочной тка-

ни по типу «матового стекла», обусловленные интерстициальным компонентом. Признаки легочной гипертензии, а именно – расширение диаметра легочного ствола и правой легочной артерии, наблюдались у всех обследованных мужчин (n=4) и у трех женщин. Признаки застойных явлений в малом круге кровообращения выявлялись в 27% случаев, легочной гипертензии – в 73% случаев.

Необходимо также отметить, что у 9 (82%) пациентов имелись сопутствующие заболевания – такие, как гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, варикозная болезнь вен нижних конечностей. В 27% случаев было диагностировано ожирение различной степени.

### Заключение

Тромбоэмболия легочной артерии является частым осложнением обширных оперативных вмешательств. Ранняя диагностика помогает снизить летальность от тромбоэмболии легочной артерии. К сожалению, такие известные скрининговые методы исследования тромбоэмболии легочной артерии, как радиоизотопная перфузионная сцинтиграфия легких или контрастная ангиопульмонография, до сих пор являются недоступными большинству медицинских организаций. Изменения, выявленные при подозрении на тромбоэмболию легочной артерии в анализах крови, при проведении электрокардиографии, эхокардиографии, рентгенографии, характерны и для других сердечно-легочных заболеваний, поэтому они носят косвенный характер и малоинформативны [11,12].

Компьютерная ангиопульмонография позволяет выявить тромбы в самих легочных артериях, что является главным критерием в постановке окончательного диагноза. Нами выявлено, что при проведении компьютерной ангиографии органов грудной клетки на основании визуализации прямых и непрямых признаков у всех обследованных пациентов была подтверждена тромбоэмболия легочной артерии. Пациенты с двусторонней и массивной тромбоэмболией легочной артерии были переведены в специализированную медицинскую организацию для дальнейшего лечения. Остальные получали консервативное лечение. Своевременное назначение таким пациентам тромболитической и антикоагулянтной терапии характеризовалось положительной динамикой и благоприятным прогнозом. ■

### Список литературы

1. Николаев Н.С., Трофимов Н.А., Качаева З.А. и др. Профилактика и лечение тромбоэмболии легочных артерий в травматологии и ортопедии. Учеб. пособие. Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2020; 108.

2. Кривошеева Е.Н., Комаров А.Л., Шахнович Р.М. и др. Клинический разбор пациента с антифосфолипидным синдромом и субмассивной тромбоэмболией легочной артерии. *Атеротромбоз*. 2018; (1): 76-87.

<https://doi.org/10.21518/2307-1109-2018-1-76-87>

3. Hepburn-Brown M., Darvall J., Hammerschlag G. Acute pulmonary embolism: a concise review of diagnosis and management. *Internal Medicine Journal*. 2019; 49(1): 15-27.

<https://doi.org/10.1111/imj.14145>

4. Остапенко Е.Н., Новикова Н.П. Тромбоэмболия легочной артерии: современные подходы к диагностике и лечению. *Экстренная медицина*. 2013; 1(5): 84-110.

5. Синюкова А.С., Киселева Л.П., Купаева В.А. Клинический случай рецидивирующей тромбоэмболии легочной артерии и сложность диагностического поиска. *Современная медицина: актуальные вопросы*. 2015; (42-43): 24-31.

6. Багрова И.В., Кухарчик Г.А., Серебрякова В.И. и др. Современные подходы к диагностике тромбоэмболии легочной артерии. *Флебология*. 2012; 6(4): 35-42.

7. Кузнецов А.Б., Бояринов Г.А. Ранняя диагностика тромбоэмболии легочной артерии (обзор). *Современные технологии в медицине*. 2016; 8(4): 330-336.

8. Берштейн Л.Л. Тромбоэмболия легочной артерии: клинические проявления и диагностика в свете новых рекомендаций европейского общества кардиологов. *Кардиология*. 2015; 55(4): 111-119.

<https://doi.org/10.18565/cardio.2015.4.111-119>

9. Сахарюк А.П., Шимко В.В., Тарасюк Е.С. и др. Тромбоэмболия легочных артерий в клинической практике. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2015; (55): 48-53.

10. M. Al-hinnawi A.-R. Computer-Aided Detection, Pulmonary Embolism, Computerized Tomography Pulmonary Angiography: Current Status. *Intech Open*. 2019; 19.

<http://doi.org/10.5772/intechopen.79339>

11. Гиляров М.Ю., Константинова Е.В. Каким образом новые подходы к терапии тромбоэмболии легочной артерии влияют на исходы заболевания? *Медицинский совет*. 2017; (7): 48-55.

<https://doi.org/10.21518/2079-701X-2017-7-48-55>

12. Konstantinides S. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. The Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J*. 2014; (35): 3033-3080.

13. Tagalakis V., Patenaude V., Kahn S.R., Suissa S. Incidence of and mortality from venous thromboembolism in a real-world population: the Q-VTE Study Cohort. *Am J Med*. 2013; 126(832): 13-21.

<https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2013.02.024>

## References

1. Nikolaev NS, Trofimov NA, Kachaeva ZA, et al. Prevention and treatment of pulmonary thromboembolism in traumatology and orthopedics. Tutorial. Cheboksary: Publishing house of the Chuvash University, 2020; 108 [In Russ].

2. Krivosheeva EN, Komarov AL, Shakhnovich RM, et al. Clinical analysis of a patient with antiphospholipid syndrome and submassive pulmonary embolism. *Aterotromboz*. 2018; (1): 76-87 [In Russ].

<https://doi.org/10.21518/2307-1109-2018-1-76-87>

3. Hepburn-Brown M, Darvall J, Hammerschlag G. Acute pulmonary embolism: a concise review of diagnosis and management. *Internal Medicine Journal*. 2019; 49(1): 15-27. <https://doi.org/10.1111/imj.14145>

4. Ostapenko EN, Novikova NP. Pulmonary embolism: modern approaches to diagnosis and treatment. *Ekstrennaya meditsina*. 2013; 1(5): 84-110 [In Russ].

5. Sinyukova AS, Kiseleva LP, Kupaeva VA. A clinical case of recurrent pulmonary embolism and the complexity of the diagnostic search. *Sovremennaya meditsina: aktualnye voprosy*. 2015; (42-43): 24-31 [In Russ].

6. Bagrova IV, Kukharchik GA, Serebryakova VI, et al. Modern approaches to the diagnosis of pulmonary embolism. *Flebologiya*. 2012; 6(4): 35-42 [In Russ].

7. Kuznetsov AB, Boyarinov GA. Early diagnosis of pulmonary embolism (review). *Sovremennye tekhnologii v meditsine*. 2016; 8(4): 330-336 [In Russ].

8. Bershteyn LL. Pulmonary embolism: clinical manifestations and diagnosis in the light of the new recommendations of the European Society of Cardiology. *Kardiologiya*. 2015; 55(4): 111-119 [In Russ].

<https://doi.org/10.18565/cardio.2015.4.111-119>

9. Sakharyuk AP, Shimko VV, Tarasyuk ES, et al. Pulmonary embolism in clinical practice. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya*. 2015; (55): 48-53 [In Russ].

10. M Al-hinnawi A.-R. Computer-Aided Detection, Pulmonary Embolism, Computerized Tomography Pulmonary Angiography: Current Status. *Intech Open*. 2019; 19.

<http://doi.org/10.5772/intechopen.79339>

11. Gilyarov MYu, Konstantinova EV. How do new approaches to the treatment of pulmonary embolism affect disease outcome? *Meditsinskiy sovet*. 2017; (7): 48-55 [In Russ].

<https://doi.org/10.21518/2079-701X-2017-7-48-55>

12. Konstantinides S. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. The Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J*. 2014; (35): 3033-3080.

13. Tagalakis V, Patenaude V, Kahn SR, Suissa S. Incidence of and mortality from venous thromboembolism in a real-world population: the Q-VTE Study Cohort. *Am J Med*. 2013; 126(832): 13-21.

<https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2013.02.024>