

Т.Н. ГРИНЕВИЧ

РОТАЦИОННАЯ ТРОМБОЭЛАСТОМЕТРИЯ ROTEM КАК НОВЫЙ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА У ПАЦИЕНТОВ ТРАВМАТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,
Республика Беларусь

На сегодняшний день одной из основных причин смертности и тяжёлых осложнений в травматологии являются венозные тромбозы как следствие клинических проявлений гиперкоагуляции. Коагулологические тесты, используемые в настоящее время в лабораториях для скрининга повышенной свёртываемости, к сожалению, не могут прогнозировать риск возникновения тромбоза. В этом может помочь новый перспективный метод оценки системы гемостаза ротационная тромбоэластометрия – ROTEM (rotation thromboelastometry). Метод основан на графической регистрации изменений вязкости и упруго-эластических свойствах крови в процессе образования фибринового сгустка, тем самым отображает кинетику всех стадий формирования тромба, его стабильность и плотность, а также фибринолиз.

Многочисленные исследования показали взаимосвязь между параметрами тромбоэластограммы, полученную с помощью ROTEM-анализа, и риском развития венозных тромбоэмболических осложнений у пациентов травматологического профиля. Что с успехом может использоваться для оценки риска послеоперационного тромбоза у пациентов, идущих на плановые ортопедические операции. Также ротационная тромбоэластометрия позволяет выявить предтромботическое состояние (гиперкоагуляционную настороженность) у травматологических и ортопедических пациентов и тем самым своевременно и в полном объёме начать профилактические мероприятия.

Ключевые слова: гемостаз, травма, ротационная тромбоэластометрия, гиперкоагуляция

Nowadays a principal cause of mortality in traumatology is a venous thrombosis, being the main clinical manifestation of a postoperative hypercoagulation. Modern tests for screening the increased coagulability, unfortunately cannot predict the risk of the venous thrombosis. Thromboelastography (TEG) has been established as a sensitive test for the general assessment of hemostasis function. Reagent-supported thromboelastometry with the rotation thromboelastometry (ROTEM) is the evaluation of the visco-elastic properties of a clot during its formation and clot lysis.

Numerous researches have shown the correlation between the parameters of thrombelastogram and risk of the postoperative development of the venous thrombosis, and also high correlation between parameters of thrombelastogram and a postoperative hypercoagulative state of patients with trauma. They can be used successfully for the estimation of risk of a postoperative clottage in patients going to orthopedic operations. Also rotatory thromboelastometry allows diagnosing prethrombotic state (hypercoagulative tension) in traumatology and orthopedic patients and thus starting a comprehensive preventive treatment timely.

Keywords: hemostasis, trauma, rotation thromboelastometry, hypercoagulability

Введение

Принимая во внимание постоянное увеличение числа операций по эндопротезированию крупных суставов и рост травматизма, представляется актуальным об-

суждение проблемы венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО) в травматологии и ортопедии. Тем более, что травматические повреждения конечностей и большие ортопедические хирургические вмешательства относятся к ситуациям вы-

сокого риска развития тромбозов глубоких вен (ТГВ) и тромбоэмболии лёгочной артерии (ТЭЛА) и представляют серьезную опасность для жизни пациентов.

Хотя в настоящее время установлены основные факторы риска патологического тромбообразования, определена вероятность развития осложнений для различных групп пациентов, растёт число доступных высокоэффективных методов профилактики послеоперационного венозного тромбоза, однако оценка патогенетических механизмов этого грозного осложнения недостаточно представлена в клинической практике. С одной стороны, это возможно связано «со сложностью» самой системы гемостаза, а с другой стороны – с нехваткой адекватных тестов коагуляции, которые в полном объёме позволяли бы оценить специфические особенности системы свёртываемости крови, а также их динамическое взаимодействие [1].

Рутинные коагулологические тесты, используемые в настоящее время для скрининга гиперкоагуляционных состояний, к сожалению, не могут прогнозировать риск возникновения тромбоза [2]. Из лабораторных тестов на сегодняшний день только

уровень D-димеров может помочь в диагностике тромбозов, при этом высокую значимость имеют только отрицательные результаты этого теста [3]. Но, как показали исследования у пациентов травматолого-ортопедического профиля, этот тест обладает низкой диагностической чувствительностью и специфичностью [4, 5]. Поэтому, в настоящее время, активно ведутся поиски нового гемостазиологического метода, который позволял бы выявить группу пациентов тромботического риска, предтромботическое состояния (состояние гиперкоагуляционной настороженности – HTS), поставить диагноз тромбоза, а также своевременно и в полном объёме назначить соответствующие профилактические мероприятия и объективно контролировать проводимую терапию. В этом может помочь новый перспективный метод оценки системы гемостаза: ротационная тромбоэластография или ротационная тромбоэластометрия – ROTEM (rotation thromboelastometry) [6].

Анализатор системы гемостаза ROTEM

Принцип работы анализатора системы гемостаза цельной крови ROTEM основан на методе ротационной тромбоэластометрии, усовершенствованной и переработанной формы классической тромбоэластографии. Метод основан на графической регистрации изменений вязкости и упруго-эластических свойствах крови в процессе образования фибринового сгустка [7], тем самым отображает кинетику всех стадий формирования тромба, его стабильность и плотность, а также фибринолиз [8, 9].

С помощью ROTEM-анализа можно получить кривую реакции (тромбоэластограмму) (рис. 1) и различные числовые (кинетические) параметры формирования сгустка [10, 11], получаемые методом детального математического анализа этой кривой

Рис. 1. Тромбоэластограмма. CT – время начала образования сгустка; CFT – время образования сгустка; ALP – угол альфа; MCF – максимальная плотность сгустка; CA15 – амплитуда сгустка за 15 минут; LI – индекс фибринолиза



Таблица 1

Основные параметры ROTEM-технологии

Параметр	Обозначение	Описание
Время начала образования сгустка	CT	Описывает период от начала анализа до распознаваемого начала формирования сгустка
Время образования сгустка	CFT	Представляет динамику формирования сгустка
Угол альфа	ALP	Представляет собой касательную к кривой тромбообразования и описывает кинетику формирования сгустка
Максимальная плотность сгустка	MCF	Представляет собой максимальную величину амплитуды формирования сгустка, достигнутую к моменту, когда активируется процесс фибринолиза
Амплитуда (в разное время)	(CA5, CA10...)	Представляет плотность сгустка в различное время исследования (5, 10... минут)
Индекс фибринолиза	LI30, LI45, LI60	Характеризует степень лизиса сгустка в различное время исследования (30, 45, 60 минут)

(таблица 1).

Различные фазы тромбоэластограммы отображают разные этапы формирования сгустка, тем самым отражая взаимодействие между всеми составляющими каскада коагуляции. Это выгодно отличает данный метод от классических лабораторных тестов, которые оценивают лишь только начальный этап образования сгустка до появления первых нитей фибрина, что соответствует наработке тромбина, составляющего менее 1% от его общего количества [12, 13].

Состояние гипо-, гипер- и нормокоагуляции, а также активации фибринолиза легко можно определить по характеру кривой тромбоэластограммы (рис. 2), а используя расчётные показатели, можно оценить степень отклонения от нормы. В некоторых случаях форма тромбоэластограммы может быть настолько очевидной, что сама по себе может стать основанием для постановки диагноза, так практически прямоугольная форма кривой свидетельствует о высокой вероятности гиперкоагуляции [11, 14].

В случае сложных нарушений системы гемостаза требуется использование дополнительных реагентов, изучение различных числовых и кинетических параметров фор-

мирования сгустка и сравнительный анализ со значениями, полученными при анализе здоровой крови. Для этих целей используются различные тесты ROTEM.

Тесты ROTEM

В качестве скрининговых в ROTEM-анализе используются EXTEM и INTEM тесты. EXTEM – основной тест, при котором для активации внешнего пути коагуляции используется рекомбинантный тканевой фактор (TF). При определении параметров свертываемости крови с помощью EXTEM-теста представляется информация о первичной активации и динамике образования сгустка, позволяя выявить проявления недостаточности факторов

Рис. 2. Типичные тромбоэластограммы

свертывания крови (внешнего пути).

При проведении INTEM-теста в качестве контактного активатора внутреннего пути коагуляции используют эллаговую кислоту (ellagic acid). Тест чувствителен к дефициту факторов свёртывания крови, формирующих внутренний путь коагуляции.

Кроме основных, используются дополнительные тесты. Например, использование гепариназы для инактивации гепарина (HEPTEM-тест) позволяет определить специфические действия антикоагулянтов. Проведение анализа с использованием ингибитора фибринолиза – апротинина (APTEM-тест) позволяет количественно оценить процесс фибринолиза и эффект от проводимой антифибринолитической терапии. Сравнение результатов APTEM и EXTEM тестов позволяет выявить гиперфибринолиз, что практически невозможно установить классическими лабораторными тестами [15].

В FIBTEM-тесте активность тромбоцитов ингибируют цитохалазином D [16]. При этом тромбоэластограмма отображает участие только фибрина в формировании тромба, позволяя выявить количественные и качественные дефекты его полимеризации [17]. Таким образом, сравнение данных FIBTEM и EXTEM тестов позволяет дифференцировать причину нарушений тромбообразования.

Оценка тромботического риска с помощью ROTEM

От оценки степени тромботического риска зависит адекватность проведения профилактических мероприятий послеоперационного тромбоза глубоких вен (ТГВ) и связанных с ним осложнений, в первую очередь, тромбоэмболии лёгочной артерии (ТЭЛА). С помощью ROTEM-технологии можно оценить степень риска тромбоэмболических осложнений у каждого конк-

ретного пациента и выбрать оптимальный метод профилактики, что не позволяют сделать в полном объёме широко используемые в травматологии и ортопедии балльные оценки риска венозных тромбозов.

Имеется ряд данных успешного применения тромбоэластометрии для выявления риска развития венозных тромбоэмболических осложнений у пациентов травматологического профиля [11, 18]. Так взаимосвязь между параметрами дооперационной тромбоэластограммы и риском послеоперационного развития тромбоза глубоких вен (ТГВ) с чувствительностью 72,2% и специфичностью 69% была показана в исследовании C. Traverso et al. [19] и подтверждена другими исследованиями [11, 20]. Выявлена высокая степень положительной корреляции между величиной параметров дооперационной тромбоэластограммы (максимальной плотности сгустка (MCF) и возникновением послеоперационных тромботических осложнений [20, 21]. Поэтому ROTEM-технология с успехом может использоваться для оценки риска послеоперационного венозного тромбоза у пациентов, идущих на плановые хирургические операции. Особенно это касается больших ортопедических вмешательств.

Диагностика предтромботического состояния с помощью ROTEM

Венозные тромбозы – это осложнения клинического проявления послеоперационной гиперкоагуляции [22, 23]. Следует отметить, что состояние гиперкоагуляционной настороженности может быть определено как динамическое равновесие систем свертывания и противосвертывания крови и проявляться лишь при запуске процесса коагуляции, например, при операциях, травмах и т.д. Предварительная диагностика гиперкоагуляции (т. е. определение маркеров гемокоагуляции) с определением конкретного звена нарушения этого

процесса могут существенно повлиять на эффективность профилактики тромбозов.

Успешное применение ROTEM-технологии для выявления состояния повышенной свёртываемости было продемонстрировано при разнообразных хирургических вмешательствах [24, 25], в том числе и у ортопедических и травматологических пациентов [21, 26]. Состояние повышенной свёртываемости проявлялось укорочением времени начала образования сгустка (СТ) и увеличением максимальной плотности сгустка (MCF) тромбоэластограммы [1, 20, 21]. Параметр максимальной плотности сгустка (MCF) является одним из наиболее важных в тромбоэластометрии и характеризует «качество сгустка». Повышение параметра MCF свидетельствует о состоянии гиперкоагуляции. Таким образом, ROTEM – новый лабораторный анализ, позволяющий выявить предтромботическое состояние и тем самым своевременно и в полном объёме начать профилактические мероприятия.

Применение ROTEM в травматологии

Общеизвестно, что тромбоэмболия лёгочной артерии (ТЭЛА) – одна из основных причин смертности при травмах [27]. Вероятность фатальной тромбоэмболии лёгочной артерии у пострадавших с переломами существенно выше, чем при плановых ортопедических операциях, так как для большинства пациентов характерно состояние посттравматической гиперкоагуляции.

В исследованиях K. Brohi et al. [28, 29, 30, 31], проведённых на тромбоэластометре, в группе больных с лёгкими травмами были получены нормальные значения тромбоэластограммы, у пациентов со средней тяжестью повреждений (ISS между 10–20) отмечено состояние гиперкоагуляции, а у больных с тяжёлой травмой (ISS 20–35) чаще встречалось состояние гипокоа-

гуляции. Тяжесть повреждений оценивалась по международным стандартам, по балльной оценке тяжести повреждений (шкала ISS) [32]. Эти исследования были сопоставимы с исследованиями C.R. Kaufmann et al. [33], которые показали, что у 65% пациентов с травмами была выявлена гиперкоагуляция и только у 10% гипокоагуляция. Причём, частота случаев гипокоагуляции с высокой степенью достоверности коррелировала с тяжестью повреждений (высокий балл ISS). По данным M.A. Schreiber et al. [34] гиперкоагуляция встречалась у 62% травмированных пациентов. При этом женщины после травмы имели более высокие показатели тромбоэластограммы, чем мужчины.

Наиболее высокая тенденция к гиперкоагуляции наблюдалась в первые 24 часа после травмы [34] и сохранялась, как минимум, неделю [1], а по данным D. Wilson et al. [21] – до 6 недель. При этом не наблюдалось изменений классических тестов коагуляции (число тромбоцитов, МНО – международное нормализованное отношение, АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время) [1, 26, 34]. Это свидетельствует о высокой чувствительности метода ротационной тромбоэластометрии при выявлении состояния гиперкоагуляции по сравнению со стандартными тестами коагуляции.

Возможности использования ROTEM

Пациенты с травмами склонны к гипотермии, которая снижает ферментные реакции, изменяет функции тромбоцитов и их количество, стимулирует процесс фибринолиза [35]. Особенно выраженные изменения наблюдаются при температуре тела ниже 34°C. Хотя все эти патогенетические механизмы были давно описаны, отсутствие адекватных методов не позволяло в полном объёме оценить вклад этих процессов в коагулопатию, что с успехом

продемонстрировал метод тромбоэластометрии (ROTEM) [36, 37].

С помощью ROTEM-технологии был обнаружен гиперфибринолиз [30, 38] у пациентов с различными травмами, не определяемый с помощью классических тестов. Исследования проводились как со стандартными тестами ROTEM (EXTEM и INTEM), так и дополнительным APTEM-тестом. Значительное увеличение параметров MCF и CA15 – CA60 в APTEM-тесте после добавления ингибитора указывал на гиперфибринолиз.

Тесты ROTEM были успешно применены у травматологических больных для контроля приёма антифибринолитических препаратов в случае гиперфибринолиза. [39, 40]. В другом исследовании использование ROTEM при назначении антифибринолитических препаратов группе пациентов даже позволило выявить неэффективность конкретно проводимой антифибринолитической терапии [41].

Опубликовано множество исследований успешного применения ротационной тромбоэластометрии для контроля инфузионной терапии у травматологических больных [42, 43, 44].

Имеются данные применения тромбоэластометрии для контроля антикоагулянтной терапии. Эти исследования показали, что приём низкомолекулярного гепарина, который не изменяет стандартные показатели коагуляции, значительно удлиняет время начала образования сгустка (СТ) тромбоэластограммы, тем самым позволяя эффективнее контролировать антикоагулянтную терапию [7].

Сравнение ROTEM-технологии с классическими тестами

В недавнем исследовании L. Ruggeri et al. [26] была обнаружена высокая степень положительной корреляции параметров ROTEM со стандартными тестами коагу-

ляции у пациентов травматологического профиля. Значительная корреляция была найдена между лабораторным тестом ПВ (протромбиновое время) и CA(15)-EXTEM; тестом АЧТВ (активированное частичное тромбопластиновое время) и CFT-INTEM; уровнем фибриногена и CA(10)-FIBTEM; количеством тромбоцитов и CA(15)-INTEM.

Заключение

Венозные тромбозы представляют серьёзную проблему при различных травмах и, особенно, у пациентов после проведения ортопедических операций. Высокая степень угрозы жизни пациентов требует от врачей максимальных усилий для снижения риска развития этих осложнений. Несмотря на проводимые профилактические мероприятия, вероятность возникновения тромбозов у этих пациентов очень высока. До сих пор остаются невыясненными вопросы начала проведения профилактической терапии, в каких случаях нужно отказаться от её применения, индивидуального уровня дозировки антикоагулянтов. Кроме профилактических, важное значение имеет и диагностическое тестирование, так как раннее выявление тромбоза глубоких вен служит залогом проведения адекватных лечебных действий. Использование методов ROTEM является реальной альтернативой применяемых сегодня лабораторных методов. Её использование позволяет получить всестороннюю диагностическую информацию свертывающей системы крови пациента в кратчайший срок и в полном объёме, с учётом влияния различных метаболических факторов, значение которых было невозможно оценить ранее.

ЛІТЕРАТУРА

1. Thromboelastography for monitoring prolonged hypercoagulability after major abdominal surgery / E. Mahla [et al.] // *Anesth. Analg.* – 2001. – Vol. 92. – P. 572-577.
2. Incidence of recurrent venous thromboembolism in relation to clinical and thrombophilic risk factors: prospective cohort study / T. Baglin [et al.] // *Lancet.* – 2003. – Vol. 362. – P. 523-526.
3. Evaluation of a new rapid quantitative d-dimer assay in patients with clinically suspected deep vein thrombosis / A. D'Angelo [et al.] // *Thromb. Haemost.* – 1996. – Vol. 75, N 3. – P. 412-416.
4. Normal D-dimer levels do not exclude thrombotic complications in trauma patients / W. L. Wahl [et al.] // *Surgery.* – 2003. – Vol. 134, N 4. – P. 529-532.
5. Negative D-dimer result to exclude recurrent deep venous thrombosis: a management trial / S. W. Rathbun [et al.] // *Ann. Intern. Med.* – 2004. – Vol. 7, N 11. – P. 839-845.
6. Thromboelastometry – a new method supporting the therapeutical decisions in the coagulopathy based on the Hartet's thromboelastography / J. Trzebicki [et al.] // *Pol. Merkur. Lekarski.* – 2009. – Vol. 27(158). – P. 85-91.
7. Thrombelastography. Present and future perspectives in clinical practice Minerva / P. Di Benedetto [et al.] // *Anesthesiol.* – 2003. – Vol. 69. – P. 501-515.
8. Hartert, H. Blut gerinnungs studien mit der hrombelastographie, einem neuen Untersuchungs verfahren / H. Hartert // *Klin. Wochenschrift.* – 1948. – Vol. 26. – P. 577-583.
9. Multi-centre investigation on reference ranges for ROTEM thromboelastometry / T. Lang [et al.] // *Blood Coagul. Fibrinolysis.* – 2005. – Vol. 16, N 4. – P. 301-310.
10. Luddington, R. J. Thrombelastography/thromboelastometry / R. J. Luddington // *Clin. Lab. Haematol.* – 2005. – Vol. 27, N 2. – P. 81-90.
11. Salooja, N. Thrombelastography / N. Salooja, D. J. Perry // *Blood Coagul. Fibrinolysis.* – 2001. – Vol. 12. – P. 327-337.
12. Segal, J. B. Paucity of studies to support that abnormal coagulation test results predict bleeding in the setting of invasive procedures: an evidence-based review / J. B. Segal, W. H. Dzik // *Transfusion.* – 2005. – Vol. 45. – P. 1413-1425.
13. Levi, M. Coagulation abnormalities in critically ill patients: Review / M. Levi, S. M. Opal // *Crit. Care.* – 2006. – Vol. 10, N 4. – P. 222.
14. Coagulation monitoring and management of anticoagulation during cardiac assist device support / D. Fries [et al.] // *Ann. Thorac. Surg.* – 2003. – Vol. 76, N 5. – P. 1593-1597.
15. Management of fulminant fibrinolysis during abdominal aortic surgery / M. Vorweg [et al.] // *J. Cardiothorac Vasc. Anesth.* – 2001. – Vol. 15, N 6. – P. 764-767.
16. Different effects of abciximab and cytochalasin D on clot strength in thromboelastography / T. Lang [et al.] // *J. Thromb. Haemost.* – 2004. – Vol. 2. – P. 147-153.
17. Evaluation the FIBTEG-S reagent on the ROTEG / T. Lang [et al.] // *Haemostaseologie.* – 2004. – Vol. 24. – Suppl. – P. A83.
18. Thrombelastography: an effective screening test for prothrombotic states / A. Handa [et al.] // *Thrombosis and Haemostasis.* – 1997. – Vol. 78. – Suppl. 1. – P. 44-49.
19. Prospective assessment of the risk of deep vein thrombosis in elective abdominal surgery. Predictive role of thromboelastography / C. Traverso [et al.] // *Thrombotic and Haemorrhagic Disorders.* – 1993. – Vol. 71. – P. 9-15.
20. Thromboelastography maximum amplitude predicts postoperative thrombotic complications including myocardial infarction / J. Douglas [et al.] // *Anesth. Analg.* – 2005. – Vol. 100. – P. 1576-1583.
21. Changes in coagulability as measured by thrombelastography following surgery for proximal femoral fracture / D. Wilson [et al.] // *Injury.* – 2001. – Vol. 32. – P. 765-770.
22. Prevention of thromboembolism / G. P. Clagett [et al.] // *Chest.* – 1995. – Vol. 108. – P. 312S-334S.
23. The effects of different anesthetic regimens on fibrinolysis and the development of postoperative arterial thrombosis. Perioperative Ischemia Randomized Anesthesia Trial Study Group / B. A. Rosenfeld [et al.] // *Anesthesiology.* – 1993. – Vol. 79. – P. 435-443.
24. Perioperative assessment of coagulability in neurosurgical patients using thromboelastography / J. M. Abrahams [et al.] // *Surg. Neurol.* – 2002. – Vol. 58. – P. 5-11.
25. Thromboelastography for the assessment of hypercoagulability during general surgery / J. I. Arcelus [et al.] // *Semin. Thromb. Hemost.* – 1995. – Vol. 21. – Suppl. 4. – P. 21-26.
26. Diagnosis of early coagulation abnormalities in trauma patients by rotation thrombelastography / L. Ruggeri [et al.] // *J. Thromb. Haemost.* – 2007. – Vol. 5, N 2. – P. 289-295.
27. Epidemiology of trauma deaths: a reassessment / A. Sauaia [et al.] // *J. Trauma.* – 1995. – Vol. 38. – P. 185-193.
28. Acute coagulopathy of trauma: mechanism, identification and effect / K. Brohi [et al.] // *Curr. Opin. Crit. Care.* – 2007. – Vol. 13. – P. 680-685.
29. Acute traumatic coagulopathy: initiated by hypoperfusion: modulated through the protein C

- pathway? / K. Brohi [et al.] // *Ann. Surg.* – 2007. – Vol. 245. – P. 812-818.
30. Acute coagulopathy of trauma: hypoperfusion induces systemic anticoagulation and hyperfibrinolysis / K. Brohi [et al.] // *J. Trauma.* – 2008. – Vol. 64. – P. 1211-1217.
31. Acute traumatic coagulopathy / K. Brohi [et al.] // *J. Trauma.* – 2003. – Vol. 54. – P. 1127-1130.
32. The impact of the AIS 2005 revision on injury severity scores and clinical outcome measures / K. Salottolo [et al.] // *Injury.* – 2009. – Vol. 40, N 9. – P. 999-1003.
33. Usefulness of thrombelastography in assessment of trauma patient coagulation / C. R. Kaufmann [et al.] // *Trauma.* – 1997. – Vol. 42. – P. 716-722.
34. Hypercoagulability is most prevalent early after injury and in female patients / M. A. Schreiber [et al.] // *J. Trauma.* – 2005. – Vol. 58, N 3. – P. 475-480.
35. Transfusion practice in massively bleeding patients: time for a change? / P. I. Johansson [et al.] // *Vox. Sang.* – 2005. – Vol. 89. – P. 92-96.
36. Hypothermic coagulopathy in trauma: effect of varying levels of hypothermia on enzyme speed, platelet function, and fibrinolytic activity / D. D. Watts [et al.] // *J. Trauma.* – 1998. – Vol. 44, N 5. – P. 846-854.
37. In vivo bleeding time and in vitro thrombelastography measurements are better indicators of dilutional hypothermic coagulopathy than prothrombin time / B. S. Kheirabadi [et al.] // *J. Trauma.* – 2007. – Vol. 62. – P. 1352-1359.
38. Early evaluation of acute traumatic coagulopathy by thrombelastography / R. C. Carroll [et al.] // *Transl. Res.* – 2009. – Vol. 154, N 1. – P. 34-3.
39. Evaluation of rotation thrombelastography for the diagnosis of hyperfibrinolysis in trauma patients / A. Levrat [et al.] // *Br. J. Anaesth.* – 2008. – Vol. 100, N 6. – P. 792-797.
40. Successful rotational thromboelastometry-guided treatment of traumatic haemorrhage, hyperfibrinolysis and coagulopathy / M. Brenni [et al.] // *Acta Anaesthesiol. Scand.* – 2009. – Vol. 26.
41. The efficacy of antifibrinolytics in the reduction of blood loss during complex adult reconstructive spine surgery / M. K. Urban [et al.] // *Spine.* – 2001. – Vol. 26. – P. 1152-1156.
42. Thromboelastogram reveals hypercoagulability after administration of gelatin solution / S. Karoutsos [et al.] // *Br. Anaesth.* – 1999. – Vol. 82. – P. 175-177.
43. A reduction in clot formation rate and strength assessed by thrombelastography is indicative of transfusion requirements in patients with penetrating injuries / A. J. Plotkin [et al.] // *J. Trauma.* – 2008. – Vol. 64. – P. S64-S68.
44. Thrombelastography is Better Than PT, aPTT, and Activated Clotting Time in Detecting Clinically Relevant Clotting Abnormalities After Hypothermia, Hemorrhagic Shock and Resuscitation in Pigs / W. Z. Martini [et al.] // *J. Trauma.* – 2008. – Vol. 65. – P. 535-543.

Адрес для корреспонденции

230009, Республика Беларусь,
г. Гродно, ул. Горького, д. 80,
Гродненский государственный
медицинский университет,
курс клинической биохимии,
тел. раб.: +375 152 53-23-91,
тел. моб.: +375 29 782-58-30,
e-mail: tgrinevich@yandex.ru,
Гриневич Т.Н.

Поступила 7.12.2009 г.