

ТРОМБОДИНАМИКА КАК МЕТОД ОЦЕНКИ СВЕРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ У ПОСТРАДАВШИХ С ТРАВМАМИ ГРУДИ И ЖИВОТА

Шиляева Е.В.¹, Сорокин Э.П.¹

¹ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия Минздрава России», Ижевск, e-mail: shil-elena@yandex.ru

Цель – изучить показатели тромбодинамики у пострадавших с сочетанными травмами груди и живота. Были изучены показатели тромбодинамики у 31 пострадавшего с травмами груди и живота, поступивших в стационар не позднее 12 часов от момента получения травмы, перенесших экстренное оперативное вмешательство и находившихся в отделении реанимации не менее 12 часов. Средний возраст пациентов составил 40 [28–48] лет. Тяжесть травм, полученных пациентами основной группы, по шкале ISS составила 17 [10–19] баллов, что соответствует тяжелым повреждениям. Полученные данные были сравнены с показателями у здоровых добровольцев. Показатели, характеризующие внешний путь свертывания (лаг-тайм), находились в пределах референтных значений как у пострадавших, так и у здоровых добровольцев. Однако при травмах значения были статистически значимо ниже. Скорость роста сгустка, демонстрирующая внутренний путь свертывания, выходит за пределы референтных значений и статистически значимо выше при сочетанных травмах груди и живота. Размеры и плотность сгустка также превышали данные параметры у пострадавших с травмами груди и живота по сравнению со здоровыми добровольцами. При сочетанных травмах груди и живота наблюдаются изменения показателей тромбодинамики, характеризующиеся как гиперкоагуляция.

Ключевые слова: сочетанные травмы груди и живота, тромбодинамика, задержка роста сгустка, скорость роста сгустка, плотность сгустка.

THROMBODYNAMICS AS A METHOD TO ASSESS THE COAGULATION SYSTEM IN VICTIMS WITH CHEST AND ABDOMINAL INJURIES

Shilyaeva Ye.V.¹, Sorokin E.P.¹

¹FGBOU VO «Izhevsk State Medical Academy Ministry of Health of Russia», Izhevsk, e-mail: shil-elena@yandex.ru

Objective: to study the parameters of thrombodynamics in patients with combined chest and abdominal injuries. We studied the parameters of thrombodynamics in 31 victims with chest and abdominal injuries who were admitted to the hospital no later than 12 hours from the moment of injury, underwent emergency surgery and were in the intensive care unit for at least 12 hours. The average age of the patients was 40 [28–48] years. The severity of injuries received by patients of the main group, according to the ISS scale, was 17 [10–19] points, which corresponds to severe injuries. The data obtained were compared with the indicators in healthy volunteers. The parameters characterizing the external clotting pathway (lag-time) were within the reference values of both the affected and healthy volunteers. However, for injuries, the values were statistically significantly lower. The clot growth rate, which demonstrates the internal clotting pathway, goes beyond the reference values and is statistically significantly higher in combined chest and abdominal injuries. The size and density of the clot also exceeded these parameters in patients with chest and abdominal injuries compared to healthy volunteers. With combined injuries of the chest and abdomen, changes in the parameters of thrombodynamics are observed, characterized as hypercoagulation.

Keywords: combined chest and abdominal injuries, thrombodynamics, clot growth retardation, clot growth rate, clot density.

Острая массивная кровопотеря и геморрагический шок являются основными причинами неблагоприятного исхода у пострадавших с тяжелыми сочетанными травмами. Массивная кровопотеря и направленная на ее коррекцию инфузионно-трансфузионная терапия неотделимы от коагулопатии, которая в данном случае будет характеризоваться недостатком всех компонентов системы гемостаза [1, 2]. Свой вклад в развитие травмаиндуцированной коагулопатии вносят избыточное потребление и дефицит факторов свертывания, гемодилюция, гипоксия, ацидоз, гипотермия, действие биологически активных

веществ, а также терапия, проводимая на догоспитальном и госпитальном этапах (инфузионно-трансфузионная терапия, применение ингибиторов фибринолиза и других препаратов, влияющих на свертывающую и противосвертывающую системы) [1, 2]. Для выявления травматической коагулопатии используются как биохимические показатели свертывающей системы (ПВ, АЧТВ, МНО, фибриноген), определение уровня тромбоцитов, так и тромбоэластография и тромбоэластометрия [2, 3, 4]. Эффективность этих методов неоднократно оценивалась. Однако однозначного решения данного вопроса нет.

Одним из инновационных лабораторных методов оценки системы гемостаза является тест тромбодинамики, позволяющий изучать пространственную организацию процесса роста фибринового сгустка [5, 6]. Метод разработан и внедрен в клиническую практику в 2000-х годах и плодотворно применяется в таких разделах медицины, как акушерство и гинекология, ревматология, онкология, гематология [5, 6, 7]. С его помощью можно оценивать соответствие состояния системы гемостаза в данный промежуток времени требованиям текущей клинической ситуации, а также осуществлять контроль эффективности лечебных мероприятий. Возможность визуализации тромбообразования при травмах и геморрагическом шоке не менее интересна.

Цель исследования – изучить изменения показателей тромбодинамики у пациентов с сочетанными травмами груди и живота.

Материалы и методы исследования. Настоящее исследование выполнено в отделениях торакальной хирургии и анестезиологии-реанимации бюджетного учреждения здравоохранения Удмуртской Республики «Городская клиническая больница № 9 Министерства здравоохранения Удмуртской Республики» города Ижевска.

Работа основана на результатах наблюдения 31 пациента с сочетанными травмами груди и живота. Основная причина травм – ранения различными предметами (23 (74,2%) пострадавших), среди других причин – падения с разной высоты (6 (19,3%) человек) и по одному случаю (по 3,2%) – сдавление и огнестрельное ранение. Все пострадавшие поступили в экстренном порядке, не позднее 12 часов от момента получения травмы. Среднее время доставки пациента машиной скорой медицинской помощи от места происшествия до специализированного стационара составило 44 [33–56,5] минуты. Им было проведено экстренное оперативное вмешательство (средняя длительность 95 [65–120] минут), после которого пациенты поступили в отделение реанимации, находились там не менее 12 часов и получали лечение в соответствии со стандартами и клиническими рекомендациями [3, 8].

Средний возраст пациентов составил 40 [28–48] лет. Преобладали лица мужского пола – 22 (71,0%) человека. Тяжесть травм, полученных пациентами основной группы, по шкале ISS составила 17 [10–19] баллов, что соответствует тяжелым повреждениям. Тяжесть

состояния по шкале RAPS при поступлении в стационар оценивалась на 1 [0–4] балл, что соответствует вероятности выживания 94 [83–96] %.

В группу сравнения были включены 19 здоровых добровольцев, средний возраст которых составил 30 [25–42] лет. В данной группе также преобладали мужчины – 12 (63,2%) человек. Статистически значимых различий по гендерно-возрастному составу двух групп не выявлено ($p > 0,05$).

Изучение свертывающей системы крови в основной группе проводилось с использованием регистратора тромбодинамики Т-2 на следующих этапах: 1-й этап – при поступлении в стационар до экстренного оперативного вмешательства, 2-й этап – сразу после экстренного оперативного вмешательства, 3-й этап – через 12 часов после экстренного оперативного вмешательства, 4-й этап – через 24 часа после экстренного оперативного вмешательства, 5-й этап – 3-и сутки стационарного лечения, 6-й этап – 5-е сутки стационарного лечения, 7-й этап – 7-е сутки стационарного лечения. В группе сравнения исследование осуществлялось однократно. Референтные значения показателей тромбодинамики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Референтные значения показателей тромбодинамики [5]

Параметры	Обозначение	Диапазон норм
Задержка роста сгустка	Tlag	0,1–1,5 мин
Скорость роста сгустка	V	20–29 мкм/мин
Время появления спонтанных сгустков	Tsp	Отсутствует
Начальная скорость роста сгустка	Vi	38–56 мкм/мин
Стационарная скорость роста сгустка	Vst	20–29 мкм/мин
Размер сгустка	CS	800–1200 мкм
Плотность сгустка	D	15000–32000 отн. ед.

Вычислялись медианы, 25-й и 75-й квартили. Для оценки различий между двумя выборками использовался U-критерий Манна–Уитни.

Исследование соответствовало принципам биомедицинской этики.

Результаты исследования и их обсуждение. Тромбодинамика позволяет оценить как внешний, так и внутренний пути свертывания крови. Основным показателем, который

характеризует внешний путь свертывания, является задержка роста сгустка (Tlag) – время, которое проходит от момента контакта плазмы с активирующей поверхностью и до непосредственного начала роста сгустка. Его значения не выходили за пределы референтных как у пациентов основной группы, так и у здоровых добровольцев группы сравнения. Однако у пострадавших показатель был статистически значимо ниже до (0,9 [0,8–1,0] мин) и сразу после (0,8 [0,8–0,9] мин) экстренного оперативного вмешательства по сравнению со здоровыми добровольцами (1,0 [0,9–1,1] мин), $p < 0,05$ (табл. 2). Таким образом, при механической травме (в том числе и операционной) отмечается уменьшение времени, которое необходимо для начала роста сгустка. Наиболее выражена данная тенденция в ближайшие часы после получения травмы и сразу после экстренного оперативного вмешательства. При достижении стабильного гемостаза уже через 12 часов показатель не отличается от результатов, полученных у здоровых добровольцев.

Состояние внутреннего пути свертывания характеризует скорость роста сгустка. В группе сравнения данный показатель находился в пределах референтных значений – 27,1 [24,1–29,0] мкм/мин. У пациентов основной группы параметр превышал референтные значения на всех этапах. При этом максимальные значения выявлены на 1-м этапе – перед экстренным оперативным вмешательством – 44,5 [39,0–66,4] мкм/мин и на 2-м этапе – сразу после операции – 44,2 [33,3–51,2] мкм/мин, затем имело место снижение, достигавшее минимальных значений к 3-м суткам после оперативного вмешательства, – 32,7 [27,8–38,9] мкм/мин. Однако нормализации скорости роста сгустка в основной группе не наблюдалось в течение всего периода наблюдения. Различия были статистически значимы между основной группой и группой сравнения на всех этапах исследования ($p < 0,01$). Таким образом, максимальная активность внутреннего пути свертывания крови наблюдается в ближайшие часы после получения травмы и сразу после экстренного оперативного вмешательства. Вместе с достижением адекватного гемостаза снижается и скорость роста сгустка.

Показатель V_i – начальная скорость роста сгустка – имеет схожее со скоростью роста сгустка значение, но он более чувствителен к изменениям, происходящим во внешнем пути свертывания крови. Данный параметр находился в пределах референтных значений у здоровых добровольцев – 48,3 [42,3–50,0] мкм/мин и был существенно выше на всех этапах исследования у пациентов с травмами груди и живота ($p < 0,01$). При этом наиболее высокая начальная скорость роста сгустка выявлена перед экстренным оперативным вмешательством и сразу после него – 62,3 [59,3–67,0] мкм/мин и 60,6 [58,3–66,1] мкм/мин. Затем значения постепенно снижались, достигая к 3-м суткам стационарного лечения 57,8 [54,0–63,1] мкм/мин. К референтным значениям показатель не приходил и к 7-м суткам пребывания в стационаре.

Также метод позволяет оценить размеры сгустка (CS) через 30 мин после начала анализа и его плотность (D). Параметр CS является интегральным и показывает работу разных элементов свертывающей системы. Показатель D необходим для выявления изменений концентрации или функциональной активности фибриногена. У здоровых добровольцев оба показателя не выходили за пределы референтных значений. Плотность сгустка составила 16852 [15368–20798] условных единиц, размеры сгустка – 1073 [956–1122] мкм. В отличие от группы сравнения, у пострадавших с травмами груди и живота размеры сгустка на всех этапах превышали референтные значения и были статистически значимо выше, чем у здоровых. При этом наблюдалась тенденция к уменьшению размеров вплоть до 5-го этапа исследования (3-и сутки после экстренного оперативного вмешательства). Самый большой размер сгустка отмечен на 1-м этапе – 1481 [1376–1521] мкм, наименьший (на 5-м этапе) – 1231 [1106–1337,5] мкм. Изменение плотности сгустка у пациентов с травмами характеризовалось его ростом. Наименьшие значения при этом наблюдались в периоперационном периоде – 18408 [14912–20612] отн. ед. и 17062 [14950,5–20541] отн. ед. на 1-м и 2-м этапах соответственно, наибольшие – на 3-и и 5-е сутки (27353 [26127–29692] отн. ед. и 27262 [24253,5–29525,5] отн. ед. соответственно).

Выявление спонтанных сгустков указывает на наличие в крови активированных факторов свертывания крови, тканевого фактора, прокоагулянтных микровезикул. В норме спонтанные сгустки в исследуемой плазме не определяются. У здоровых добровольцев спонтанные сгустки были выявлены в 10,5% случаев, что существенно ниже, чем у пациентов с травмами. В основной группе уже на этапе до экстренного оперативного вмешательства у половины пациентов обнаруживались спонтанные сгустки. К концу экстренной операции спонтанные сгустки определялись у 2 из 3 пациентов. А затем показатель имел тенденцию к снижению: через 12 часов спонтанные сгустки не формировались у 18 (60,0%) пострадавших, к 5-м суткам – у 21 (70,0%), к 7-м суткам – у 24 (82,8%) пациентов. Минимальное время до появления спонтанных сгустков также отмечено перед экстренным оперативным вмешательством – 17,8 [13,0–22,4] мин. Затем вплоть до 5-х суток стационарного лечения показатель увеличивался. У небольшого числа здоровых добровольцев рост спонтанных сгустков наблюдался после 25 мин от начала выполнения теста. Динамика данного показателя у пациентов с травмами указывает на их высокий протромботический потенциал и свидетельствует о склонности к гиперкоагуляции (табл. 2).

Таблица 2

Показатели тромбодинамики на разных этапах исследования

Этапы	V, мкм/мин	Tлаг, мин	Vi, мкм/мин	Vst, мкм/мин	CS, мкм	D, отн.ед.	Tсп, мин	Без спонт. сгустков
1 (n=27)	44,5 [39,0– 66,4]*	0,9 [0,8– 1,0]°	62,3 [59,3– 67,0]*	41,1 [37,4– 44,9]*	1481 [1376– 1521]*	18408 [14912– 20612]	17,8 [13,0 – 22,4]°	13 48,10%
2 (n=29)	44,2 [33,3– 51,2]*	0,8 [0,8– 0,9]*	60,6 [58,3– 66,1]*	36,9 [32,7– 45,1]*	1373 [1255– 1544]*	17062 [14950,5 – 20541]	20,2 [14,1 – 24,4]	10 34,50%
3 (n=30)	33,6 [29,8– 44,2]*	1 [0,9– 1,0]	57,4 [54,1– 64,6]*	32,2 [29,5– 44,0]*	1236,5 [1202– 1462]*	21362 [19391– 23214]*	21,4 [14,4 – 25,5]	18 60,00%
4 (n=29)	36,6 [29,0– 49,7]*	0,9 [0,9– 1,1]	60,3 [55,7– 64,7]*	33,7 [27,7– 42,0]*	1295,5 [1169– 1408]*	25193 [22309,5 – 26678]*	23,7 [19,3 – 26,7]	18 62,10%
5 (n=31)	32,3 [26,6– 43,1]*	1 [0,9– 1,1]	57,8 [54,0– 63,1]*	30,9 [25,6– 35,4]°	1231 [1106– 1337,5] *	27353 [26127– 29692]*	21,9 [11,0 – 28,4]	20 64,50%
6 (n=30)	32,7 [27,8– 38,9]*	0,9 [0,9– 1,0]°	59,1 [52,9– 62,4]*	32,2 [27,5– 35,5]°	1247 [1138– 1375]*	27262 [24253,5 – 29525,5] *	25,1 [18,4 – 28,1]	21 70,00%
7	34,2	1	58,1	33,9	1281	26419	21	24

(n=29)	[29,1– 38,6]*	[0,9– 1,1]	[54,3– 63,9]*	[28,5– 38,4]°	[1140– 1409]*	[25210– 28682,5] *	[17,2 – 25,5]	82,80%
сравн	27,1	1	48,3	27,1	1073	16852	25,3	17
(n=19)	[24,1– 29,0]	[0,9– 1,1]	[42,3– 50,0]	[24,1– 29,0]	[956– 1122]	[15368– 20798]		89,50%

* p<0,01 при оценке различий с группой сравнения (критерий Манна–Уитни),

° p<0,05 при оценке различий с группой сравнения (критерий Манна–Уитни)

Своевременная и достоверная диагностика нарушений системы гемостаза по-прежнему остается актуальным вопросом при лечении пациентов с тяжелыми травмами. В данной клинической ситуации важна комплексная оценка риск кровотечения или тромбоза. Для этих целей наиболее подходят интегральные тесты, одним из которых является тромбодинамика, позволяющая моделировать и осуществлять видеорегистрацию процессов формирования и роста фибринового сгустка. Как при получении травмы, так и во время оперативного вмешательства в первую очередь активируется внешний путь свертывания, о чем свидетельствуют статистически значимо более низкие значения показателя Tlag (задержка роста сгустка) в периоперационном периоде у пострадавших с травмами груди и живота по сравнению со здоровыми добровольцами. Активация внутреннего пути свертывания при травмах наблюдается уже с момента госпитализации в специализированный стационар и подготовки к экстренному оперативному вмешательству. Далее высокая активность сохраняется вплоть до 7-х суток после получения травмы, на что указывают превышающие референтные и статистически значимо более высокие, чем у здоровых добровольцев, значения показателей скорости роста сгустка и начальной скорости роста сгустка. Размеры и плотность сгустка у пострадавших также были больше, чем у здоровых добровольцев. При этом наибольшими по размерам и наименее плотными сгустки были при поступлении в стационар, до начала экстренного оперативного вмешательства, а затем они подвергались ретракции, достигая максимальной плотности к 3-м суткам пребывания в стационаре. Таким образом, при сочетанных травмах груди и живота наблюдаются высокая активность как внешнего, так и внутреннего пути свертывания крови и склонность к гиперкоагуляции вплоть до 7-х суток после экстренного оперативного вмешательства.

Заключение. Пострадавшим с травмами груди и живота присущи изменения показателей тромбодинамики, характеризующие наличие гиперкоагуляции как за счет динамики тромбообразования, так и за счет плотности получившегося тромба. Данное явление наблюдалось вплоть до 7-х суток стационарного лечения.

Список литературы

1. Na Peng, Lei Su. Progresses in understanding trauma-induced coagulopathy and the underlying mechanism // Chinese Journal of Traumatology. 2017. № 20 (3). P. 133-136. DOI: 10.1016/j.cjtee.2017.03.002.
2. Cap A., Hunt B. J. The pathogenesis of traumatic coagulopathy // Anaesthesia. 2015. № 70 (1). P. 96-101. DOI: 10.1111/anae.12914.
3. Spahn D.R., Bouillon B., Cerny V., Duranteau J., Filipescu D., Hunt B.J., et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition // Critical Care. 2019. № 23 (98). DOI: 10.1186/s13054-019-2347-3.
4. Норуна А.А., Мухачева С.Ю., Шень Н.П. Мониторинг коагулопатии при сочетанной травме с использованием метода ротационной тромбоэластометрии // Университетская медицина Урала. 2016. № 2. С. 38-40.
5. Баландина А.Н., Кольцова Е.М., Шибекo А.М., Купраш А.Д., Атауллаханов Ф.И. Тромбодинамика: новый подход к диагностике нарушений системы гемостаза // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2018. № 17 (4). С. 114-126.
6. Ушакова О.Е., Нечипуренко Д.Ю., Бутылин А.А., Пантелеев М.А. Применение проточных систем в лабораторной диагностике для интегральной оценки системы гемостаза // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2018. № 17 (1). С. 117-129.
7. Пешкова А.Д., Евдокимова Т.А., Сибгатуллин Т.Б., Атауллаханов Ф.И., Литвинов Р.И. Изменения параметров тромбодинамики и контракции сгустков крови у пациентов с ревматоидным артритом // Научно-практическая ревматология. 2020. № 58 (3). С. 294-303.
8. Protocol of resuscitation and intensive care for acute massive blood loss. 2018. Available at: far.org.ru/recommendation. Russian (Протокол реанимации и интенсивной терапии при острой массивной кровопотере. 2018. [Электронный ресурс]. URL: far.org.ru/recommendation (дата обращения: 25.10.2023)).