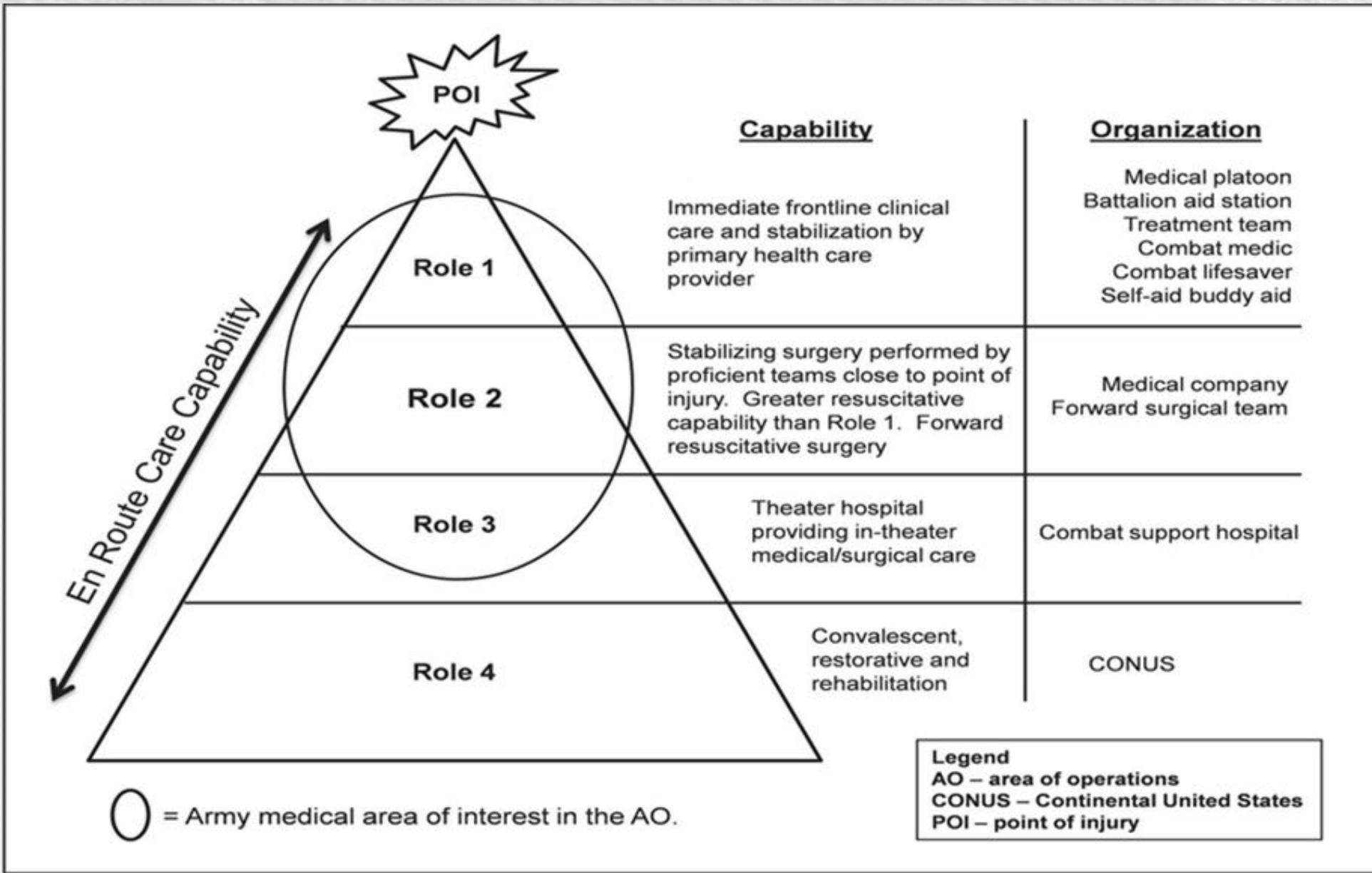


Эвакуация раненых



Еволюція систем евакуації





Роль транспортной эвакуации в НАТО

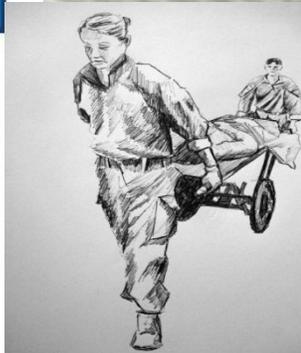
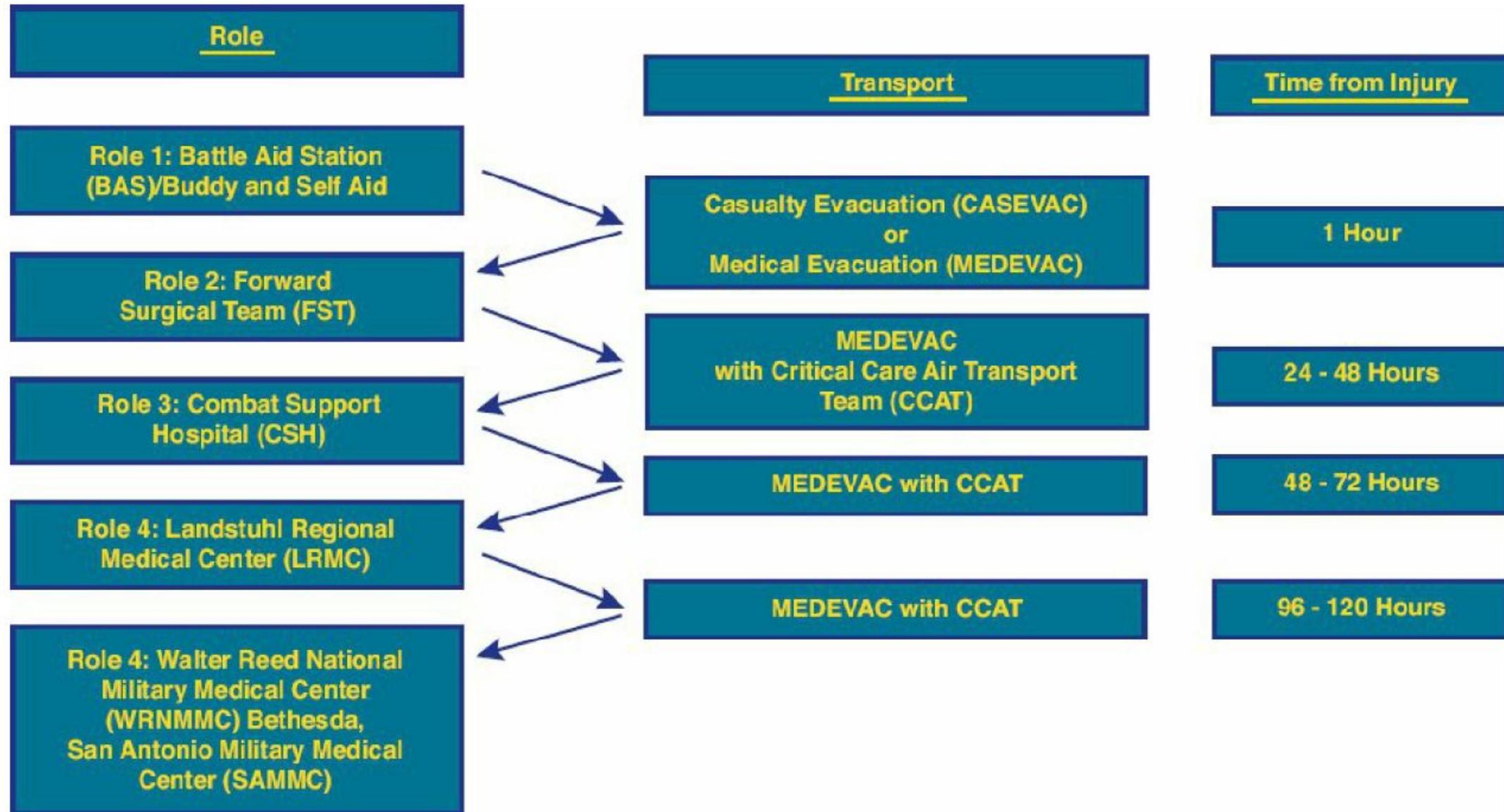


Figure 1-3. Roles of combat casualty care, transport, and time from injury.

Патофизиологические изменения у раненых

- Гемодинамические (изменения макро – и микро гемодинамики)
- Церебральная дисфункция (ПТС, когнитивные расстройства)
- Печеночная дисфункция
- Почечная
- Нарушение терморегуляции
- Нарушения гемостаза

Textbooks of Military Medicine

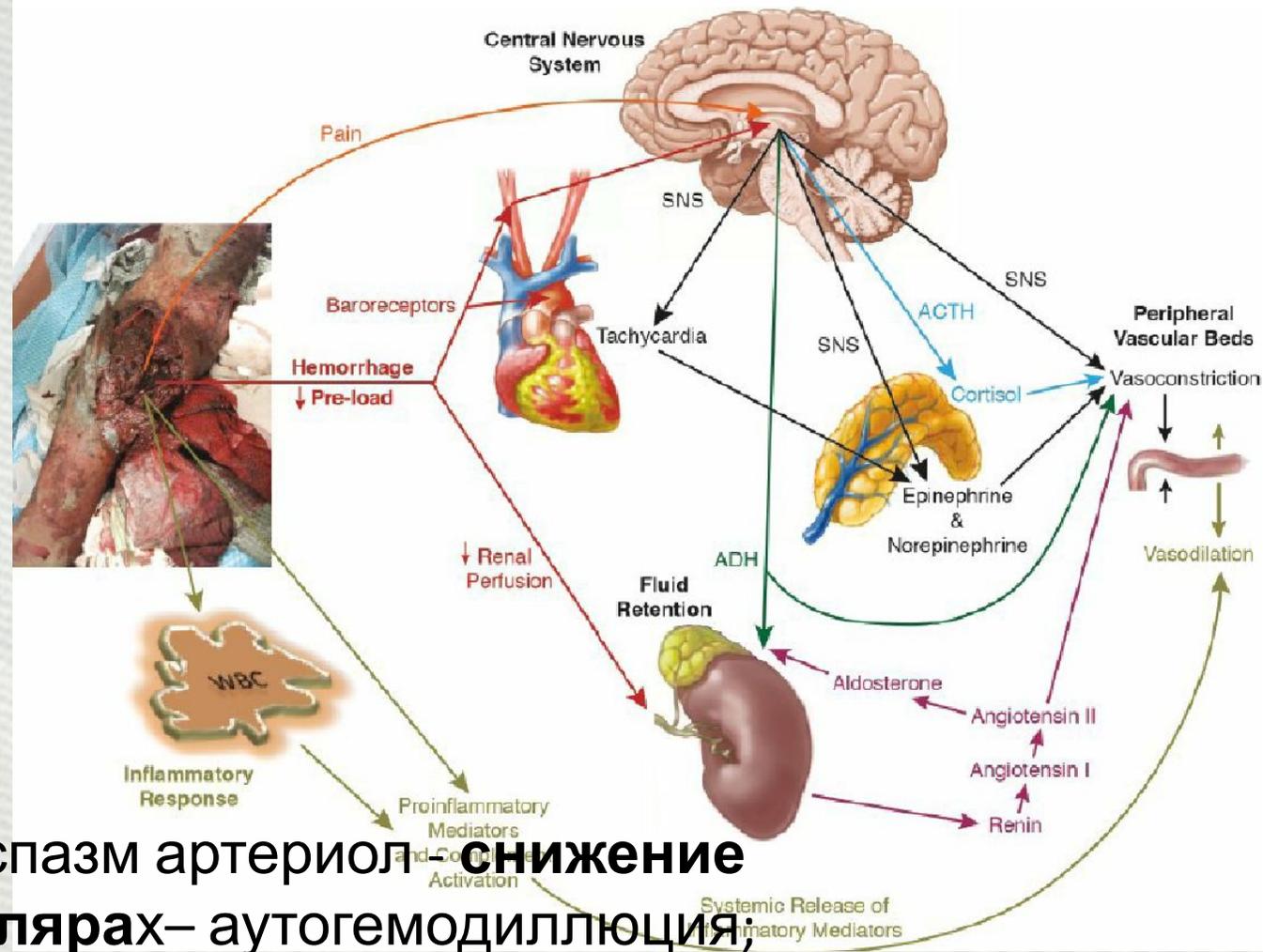
COMBAT ANESTHESIA:
THE FIRST 24 HOURS

Кровопотеря – ноцицепция – активация ГГНС
– АКТГ – стимуляция мозгового вещества
надпочечников **симпатическая**
стимуляция надпочечников –
адреналин (в кровоток), норадреналин (в синапсах);

Стимуляция β_1 адренорецепторов
сердца - увеличение ЧСС, УО, МОК, увеличение
потребления O₂, кислородное голодание на фоне
снижения доставки и транспорта O₂ тканям –
ишемия тканей и миокарда;

Активация α_1 адренорецепторов
артериол, повышение ОПСС, увеличение
постнагрузки при снижении венозного возврата к
сердцу (вследствие кровопотери), снижение УО и

ишемия тканей и миокарда, спазм артериол, снижение
гидростатического давления в капиллярах – аутогемодиллюция,
почки, ЖКТ, почек;



В более поздние сроки – гипоксия – накопление тканевых метаболитов – капилляростаз – выделение свободных радикалов, продуктов арахидоновой кислоты, SHINE (шок индуцированная эндотелиопатия), потеря симпатического и артериолярного тонуса – вазоплегия и повышение проницаемости эндотелия капилляров – интерстициальный отек, потеря ОЦК, отсутствие ответа на

Изоосмолярная дегидратация при кровопотери

- Расчет дефицита жидкости:

$$\frac{0,2MT (100 - Ht_B)}{Ht_B (Ht_B - Ht_N)}$$

- Устранение причины!
- Возмещение объема изотоничными средами – болюсно ввести 500мл-1л теплого сбалансированного раствора



Общая вода: 500 – 600 мл/кг		
Внеклеточная жидкость (ECF): 200 – 220 мл/кг		
Внутриклеточная жидкость (ICF): 300 – 400 мл/кг	Интерстициальная (межклеточная) жидкость: 150 – 180 мл/кг	Внутри-сосудистая: 30 – 50 мл/кг

Электролиты	Плазма (ммоль/л)	Интерстициальная жидкость (ммоль/л)	Внутриклеточная жидкость (ммоль/л)
Na ⁺	142	145	10
K ⁺	4	4	150
Mg ²⁺	1	1	20
Ca ²⁺	2,5	1,5	0,5
Cl ⁻	103	117	10
HCO ₃ ⁻	25	27	7

Обширные огнестрельные ранения: «волемические» фазы

I - дегидратация (сразу после ранения)

II - гиперметаболическая (несколько часов после ранения)

III – абсолютная и относительная гиповолемия (1-е сутки п/р периода)

IV - баланс секвестрации и диуреза (2-3 сутки п/р периода)

V – диуретическая (до 10 суток п/р периода)



Печеночная дисфункция

Период раневой болезни характеризуется высоким уровнем напряжения конъюгирующих систем (глюкуронирование билирубина, сульфатирование некоторых аминокислот и т. д.) и системы микросомального окисления (цитохром «Р-450»).

Это связано с высоким уровнем катаболизма, перекисными окислительными процессами.

В результате даже первично не пораженная печень находится в состоянии недостаточности: гипопроотеинемия (общий белок крови менее 50 г/л); гипогликемия (нижняя граница стресс-нормы гликемии — 2,6 ммоль/л); гипербилирубинемия.

Клиническое значение : желтуха; склонность к периферическим отекам; диспепсия; дефицит витамина К.

Почечная дисфункция

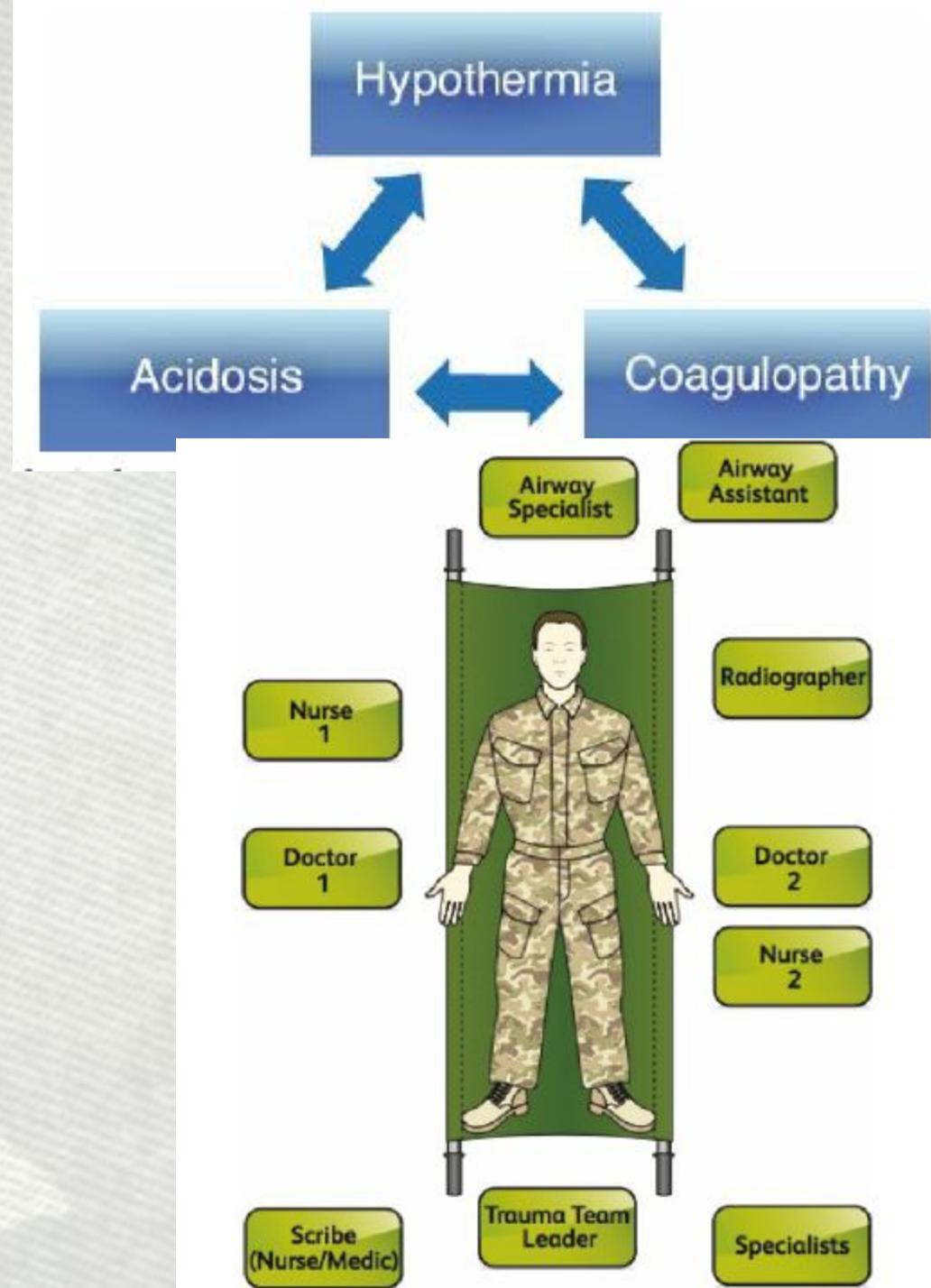
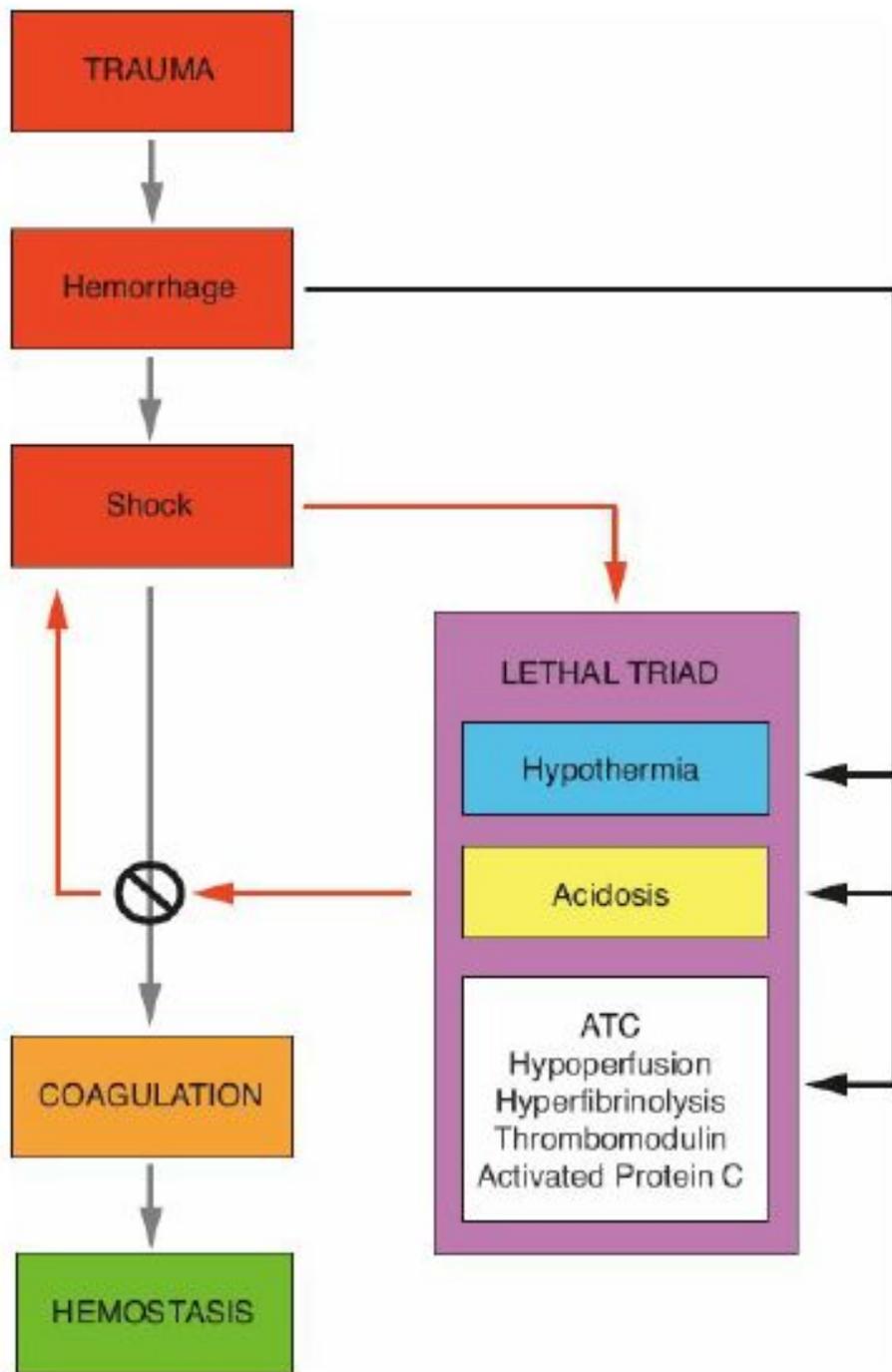
Далеко не каждое снижение темпа диуреза свидетельствует о патологии. Как правило, патологическое снижение темпа диуреза и экскреции калия является следствием гипоперфузии почек под влиянием гиповолемии, острой сердечной недостаточности, холода, действия некоторых медикаментов (декстранов, ингибиторов АПФ), тромбозов.

Клиническое значение имеют: темп диуреза ниже $0,5 \text{ мл/кг} \cdot$ или ниже, концентрация К в плазме выше 7 ммоль/л и мочевины выше 10 ммоль/л .
Проба с фуросемидом: 1 мг/кг в вену, оценка прироста диуреза в течение 2 часов: прирост менее 50% от исходного — истинная ОПП, 50% и более — гипоперфузия. Высокий уровень креатинина плазмы (выше $100\text{--}120 \text{ мкмоль/л}$) говорит не столько о характере поражения почек, сколько об интенсивности гипоперфузии (или ишемии).

Когнитивные расстройства

Любая травма как причина критического состояния вызывает стрессовое напряжение или, наоборот, торможение нервной системы, которая проявляется разным по выраженности снижением эффективности ее работы и прежде всего когнитивных функций.

Когнитивные нарушения при повреждении нервной системы в результате взрывной травмы проявляются в виде нарушений памяти, внимания и языка. Их выраженность тем более, чем больше времени проходит к решению проблемы



Диагностика пойкилотермии, характеристика термогенеза у раненых

Пойкилотермность отражает мобильность систем, регулирующих термогенез и потребление кислорода.

Классическими исследованиями установлено, что двукратное повышение теплопродукции отмечается при снижении температуры кожи на $14\text{ }^{\circ}\text{C}$. При возрастании потребления (при снижении температуры среды на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ потребление кислорода возрастает на $0,6\text{ мл/кг} \cdot \text{мин}$ при норме $4,6\text{--}4,8\text{ мл/кг} \cdot \text{мин}$, а основной обмен снижается на 12%).

Диагностика холодовой дезадаптации основана на определении кожно-ректального градиента температур (норма $0,4\text{--}0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$). При адаптации к снижению температуры среды кожная температура снижается, а ректальная растет (градиент увеличивается, становясь больше $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), при дезадаптации энергетические резервы истощены, способность мышц связывать избыточный кислород исчерпана, поэтому теплопродукция снижается, что выражается в снижении кожно-ректального градиента до $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Теплоотдача через кожу при спонтанном дыхании через естественные пути обеспечивается: конвекцией (10–12%), контактной теплопередачей (12–15%) и инфракрасным излучением (60–70%).

Потери тепла дыханием в этих условиях незначительны (до 5%).

При ИВЛ резко возрастают потери тепла конвекцией из нижних дыхательных путей (до 30–45%), компенсаторно снижаются

У неинтубированных пациентов температура кожи успешно поддерживается, но кожно-ректальный градиент (Δt) увеличивается, что свидетельствует о повышенном уровне термогенеза, поскольку возможности снижения теплоотдачи у раненых ограничены.

У пациентов, эвакуированных на ИВЛ, Δt быстро снижается, отражая невозможность повышения термогенеза в ответ на потерю тепла из сердцевины тела.

Варианты терморегуляции

Клинические варианты	Температура кожи	Ректальная температура	Кожно-ректальный градиент
Повышенная теплопродукция	↓ ↔	↑	↑ ↑
Повышенная теплоотдача	↑	↑ ↔	↔
Невозможность повышения теплопродукции	↓ ↔	↓	↓ ↓

Условные обозначения: ↓ — снижение; ↑ — повышение; ↔ — значительные колебания.

Медиатором является норадреналин, поддерживают реакцию термогенеза гормоны щитовидной железы.

Все состояния, активизирующие выброс катехоламинов: снижение температуры среды, боль, гиповолемия, токсическое действие кислорода — неизбежно приводят сначала к повышению, а затем к снижению кожно-ректального температурного градиента.

Поскольку исходом перечисленных состояний является воспаление, кожно-ректальный температурный градиент может использоваться для прогнозирования исхода системной воспалительной реакции.

Прогностически неблагоприятно снижение кожно-ректального температурного градиента до $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже в течение более 6 часов после прекращения стрессогенного воздействия.

Повышение градиента более $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ считают патогномоничным признаком гиповолемии, и отражает лишь спазм сосудов кожи при высокой теплопродукции, и возможно в любой ситуации, сопровождающейся централизацией кровообращения

Три категории для эвакуации раненых:

А - Срочно

В - Приоритет

С – Обычным порядком

Категория А – «Срочно» (обозначает критическое, опасное для жизни ранение)

- Значительные повреждения вследствие минно-взрывной травмы
- Огнестрельное или осколочное проникающее ранение грудной клетки, живота или таза
- Любой раненый с нарушением проходимости дыхательных путей
- Любой раненый с явными дыхательными расстройствами
- Любой раненый, находящийся без сознания
- Раненые с известными или подозреваемыми травмами позвоночника
- Шок
- Неостановленное кровотечение
- Умеренная / тяжелая ЧМТ

Категория В – «Приоритет» (серьезная травма)

- Изолированные, открытые переломы конечностей с остановленным кровотечением
- Любой раненый с наложением кровоостанавливающего турникета
- Проникающие или другие серьезные повреждения глаз
- Значительное повреждение мягких тканей без сильного кровотечения
- Травмы конечностей с отсутствием пульса на периферических артериях
- Ожоги 10-20% общей площади поверхности тела

Категория С – «Обычным порядком» (легкая-умеренная травма)

- Сотрясение мозга (легкая ЧМТ)
- Огнестрельные ранения конечностей, не требующие наложения турникета
- Незначительные осколочные ранения мягких тканей
- Закрытые переломы конечностей с сохранением пульса на периферических артериях
- Ожоги <10% общей площади поверхности тела



К объективным «вредным факторам» транспортировки на большие расстояния относят:

прекращение инфузионной терапии; шум; вибрацию и тряску; ускорения и торможения; колебания атмосферного барометрического давления; гипотермию .

Формулировка принципов безопасности транспортировки впервые предложена В. Л. Ваневским и М. Д. Иванеевым в 1989 г.

Современные принципы

1. Стабилизация гемодинамики.
2. Прогнозирование вероятности ухудшения состояния в течение суток после транспортировки.
3. Обеспечение венозного доступа.
4. Обеспечение адекватного газообмена.
5. Обязательное обезболивание.
6. Обеспечение оптимального температурного режима.
7. Запрет эвакуации раненых в тяжелом и критическом состоянии силами

Транспортабельность — понятие субъективное

Этим термином обозначается априорное утверждение о способности пациента перенести транспортировку без существенного ухудшения состояния к моменту ее завершения

Врач (консультант) при критическом состоянии пациента может обосновать как положительное, так и отрицательное решение

Проверить степень обоснованности отказа от транспортировки почти невозможно при правильном оформлении данного решения в истории болезни, с другой стороны оспорить правильность решения о проведении транспортировки легко, если после нее наступил летальный исход.

Следовательно, принятие решения об эвакуации в критическом состоянии (признание транспортабельным) всегда предполагает моральную готовность врача нести юридическую ответственность за последствия транспортировки

Для всех тактических решений необходимы сведения

- о 3-х показателях:
- 1.Состояние макрогемодинамики (АД среднее , частота сердечных сокращений)
 - 2.Состояние микрогемодинамики (времени наполнения капилляров (симптом «белого пятна»))
 - 3.Качества дыхания (коэффициенте оксигенации (SpO_2/FiO_2)).

Для трех вариантов тактических решений, кроме того, требуются данные о 7-ми показателях: темпе диуреза, гликемии, ректальной температуре, перистальтике кишечника, частоте дыхательных движений, тромбоцитозе, уровне сознания

Корреляция со шкалой SOFA

может использоваться для качественного определения тяжести состояния:

2,5 до 2,7 — состояние средней тяжести;

от 2,8 до 4,2 — состояние тяжелое, но стабильное;

при более 4,2 — состояние критическое

2,8–4,2 Эвакуация по плановым показаниям

4,–4,7 контрольная связь через 6 часов.

При отсутствии улучшения срочный выезд. Эвакуация по экстренным или жизненным показаниям.

Продолжительность транспортировки в пределах 3 часов

Эвакуационные группы в зависимости от ведущего синдрома

Ранняя эвакуация (до клинического проявления тяжести)

Ведущие синдромы **Нарушения гемостаза** (Необходимость специальных исследований, в частности — мониторинга системы гемостаза. Опасность бесконтрольного применения анти- или прокоагулянтов.

При углублении синдрома эвакуация нецелесообразна

Недостаточность кровообращения Необходимость специальных исследований. Вероятность применения кардиоверсии. При углублении синдрома эвакуация невозможна.

Почечная недостаточность Необходимость мониторингового наблюдения за уровнем электролитов плазмы. Вероятность применения диализных или гравитационных методов

II Эвакуация по тяжести состояния

Интестинальная недостаточность (Отсутствие положительной динамики состояния при адекватной программе инфузии. Нетолерантность к зондовому питанию)

Дыхательная недостаточность Необходимость повышения класса аппарата ИВЛ

Церебральная недостаточность Вероятность нейрохирургической операции. Необходимость длительной ИВЛ

Печеночная недостаточность

Вероятность применения плазмафереза. Необходимость специального искусственного питания вплоть до парентерального

III Эвакуация нецелесообразна

Нарушения терморегуляции

Дополнительный риск гипотермии во время транспортировки. Возможности мобильного госпиталя и районного по поддержанию термонеutralного режима сравнимы

Во время транспортировки в тяжелом или критическом состоянии действуют физические объективные или ятрогенные факторы, способные оказать нежелательное влияние на исход заболеваний («вредные факторы транспортировки»).

Для врача, выполняющего транспортировку, практически важно не преодолевать последствия действий этих факторов, а предотвратить их профилактически.

Ятрогенные факторы

Такие ятрогенные факторы, как кровотечения, обструкция искусственных дыхательных путей, выпадение сосудистого катетера или полостных дренажей, случайны и, при надлежащей настороженности, встречаются редко (в 2-4% от числа эвакуаций). Эти осложнения предвидимы, легко распознаются и купируются и, таким образом, не являются проблемами.



Атмосферное давление

Из физических факторов наиболее предсказуемо влияние изменений атмосферного давления при изменении высоты полета. В условиях равнинной области, при плавных подъемах и спусках, небольших крейсерских высотах (как правило, не выше 1000 м) больные не требуют значительного повышения F_iO_2 (не выше 0,6). Отмечаются при высоте полета выше 600 м повышение АД гем и укорочение времени «белого пятна» позволяют снизить время вдоха. Можно предположить, что при полетах с неоднократными, быстрыми изменениями высот колебания АД гем станут неблагоприятными для насосной функции сердца и церебрального перфузионного давления.

Шум, вибрация, ускорения, боль

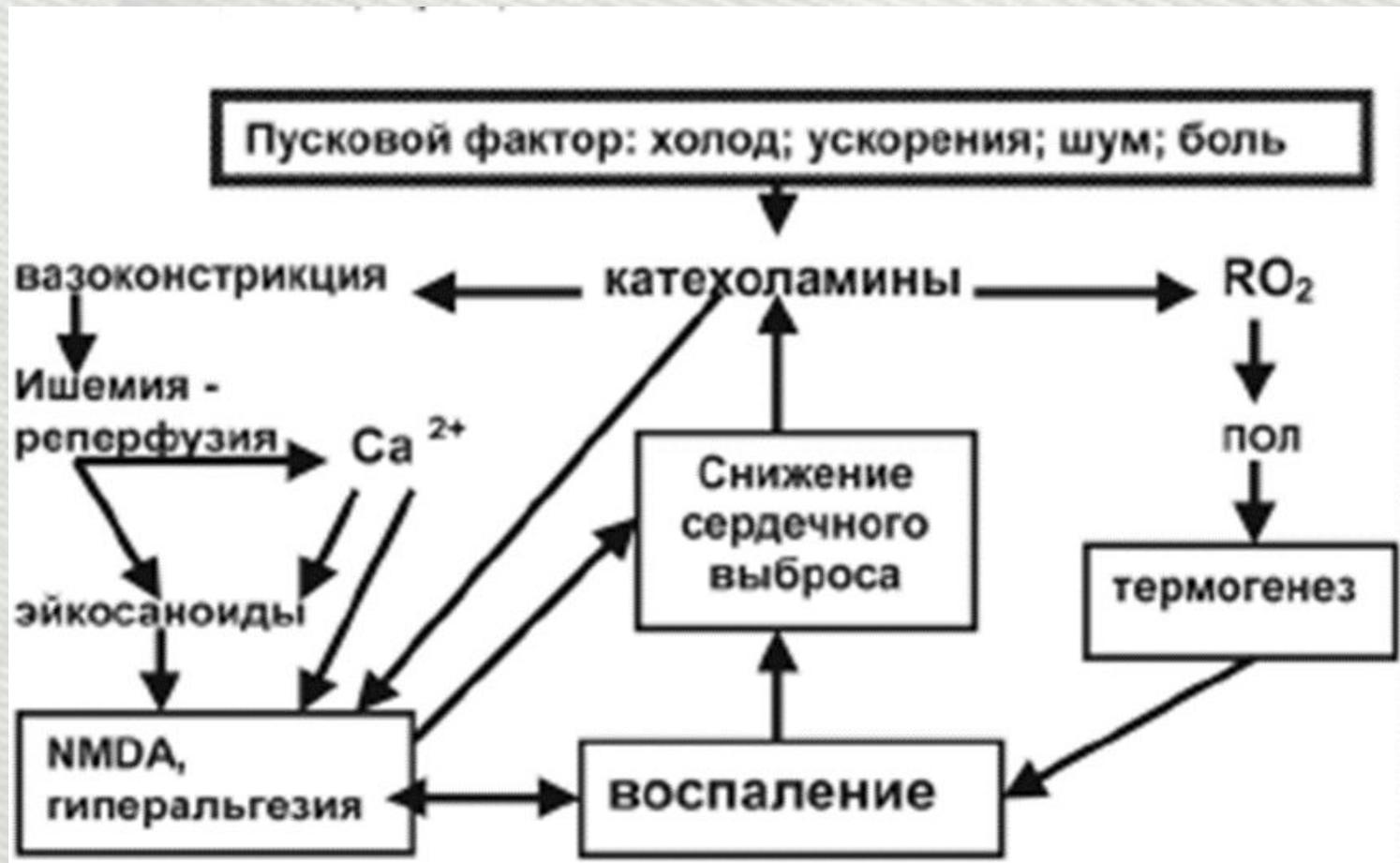
Шум, вибрацию и ускорения

рассматривают как факторы, потенциально вредные для функции сознания и мозгового кровотока. Оказалось, что они практически одинаково снижают у эвакуированных с ЧМТ исходный уровень сознания (на 10–17%). Параллельно снижается гликемия

Продолжительность действия любого фактора из этой группы свыше 3 часов повышает летальность и число осложнений эвакуированных : среди перенесших транспортировку длительностью

1–3 часа — осложнения 10,9%, среди раненых, эвакуация которых продолжалась дольше 3 часов, — 43,9%.

состояния, формирующиеся вследствие активации симпатoadреналовой системы, у раненых проявляются термогенезом и сенситизацией NMDA рецепторов, то есть острой болью и гиперальгезией.



При количественном определении болевого порога с помощью альгометрической шкалы оказалось, что транспортировка снижает болевой порог, а превентивное обезболивание наркотическим анальгетиком в высоких дозах, сравнимых с применяемыми для общей анестезии, снижает балл альгометрической оценки, а также степень гипогликемии

Отмечена тесная корреляция между показателями: альгометрии, гликемии, уровня лактата плазмы, Δt . Прогностически благоприятным было исчезновение корреляции между Δt , уровнем лактата и гликемией через 6 часов после эвакуации, подтверждающее восстановление ауторегуляции термогенеза и теплоотдачи.

У неинтубированных пациентов температура кожи успешно поддерживается, но кожно-ректальный градиент (Δt) увеличивается, что свидетельствует о повышенном уровне термогенеза, поскольку возможности снижения теплоотдачи у раненых ограничены.

У пациентов, эвакуированных на ИВЛ, Δt быстро снижается, отражая невозможность повышения термогенеза в ответ на потерю тепла из сердцевины тела.

При наблюдении за эвакуированными оказалось, что кожная и ректальная нормотермия, существовавшая во время эвакуации или достигнутая после доставки в стационар, еще не означает благоприятного прогноз. Прогностически благоприятным было повышение Δt до 0,3–0,6 °C на фоне нормотермии.

неблагоприятные эффекты, связанные с изменением температуры внешней среды, надежно купируются следующими, достаточно простыми, мерами: дополнительным прибором обогрева салона, герметизацией салона автомобиля; использованием термозащитной пленки с зеркальным слоем («покрывало спасателя»); использованием на линии вдоха термо-влажгосберегающих фильтров.

Таким образом, проблема теплосбережения, решается не согреванием кожи, а прекращением инфракрасного излучения с кожи и конвекционных потерь из нижних дыхательных путей.

Градиент температуры Δt_r ($^{\circ}\text{C}/\text{час}$)	Значения «1/градиент»	Безопасное время транспортировки $T_s = \sqrt{1/(\Delta t_r)}$
3	0,3	0,55 (33 мин)
1,5	0,7	0,8 (48 мин)
1,2	0,8	0,9 (54 мин)
1	1	1
0,9	1,1	1
0,6	1,7	1,3
0,3	3,3	1,8
0,2	5	2,2
0,1	10	3,2
0,05	20	4,5
0	1/0	Неограниченно

По скорости снижения температуры и гликемии можно вычислить безопасное время транспортировки относительно этих параметров гомеостаза. Оно будет выражаться зависимостью типа:

$y = k/x$, где: y — квадрат безопасного времени транспортировки (час²);

k — время регистрации градиента (час); x — градиент показателя за время k .

Градиент гликемии ΔgI (ммоль/л·час)	Значения «1/градиент»	Безопасное время транспортировки $T_2 = \sqrt{1/\Delta gI}$
3	0,33	0,6 (36 мин)
2	0,5	0,7 (42 мин)
1,5	0,7	0,8 (48 мин)
1,25	0,8	0,9 (54 мин)
1	1	1
0,7	1,4	1,2
0,6	1,7	1,3
0,5	2	1,4
0,33	3	1,73
0,25	4	2
0,17	5,9	2,4
0,1	10	3,2
0,08	12,5	3,5
0,04	25	5
0,02	50	7
0	1/0	Неограниченно

Поскольку гипотермия и гипогликемия взаимно увеличивают риск транспортировки, необходимо вычислять безопасное время транспортировки

тесты на управляемость оксигенации

Оценивая изменения SpO_2 при изменениях FiO_2 , можно уточнить безопасное время транспортировки больных на ИВЛ. Если значимого снижения ректальной температуры и гликемии, то тесты на управляемость оксигенации становятся основными для определения безопасного времени транспортировки.

1. Тест на умеренную оксигенацию. В течение 2 минут проводилась оксигенация при $FiO_2 = 0,5$.
2. Тест на преоксигенацию. В течение 2 минут проводилась оксигенация при $FiO_2 = 1,0$.
3. Тест на гипоксию. В течение 10 сек эвакуировали содержимое из трахеобронхиального дерева ($FiO_2 = 0,21$).
4. Тест на постоксигенацию. В течение 2 минут после санации

5. Тест на повышение P_e (ПДКВ) . В течение 2 минут оценивается реакция на $P_e = 4$, а затем — 8 мбар: SpO_2 повысилась при $P_e = 4$ мбар — тест положительный, к общей оценке добавляется 2 балла; для повышения SpO_2 потребовалось $P_e = 8$ мбар — тест сомнительный, общая оценка не изменяется; SpO_2 не повысилась — тест отрицательный, от общей оценки отнимается 1 балл.

Выполнение теста на повышение P_e (ПДКВ) может увеличить безопасное время транспортировки.

<u>FiO₂</u>	<u>SpO₂</u>	<u>баллы</u>
0,5 (2 мин)	100	3
	94-99	1
	<94	-2
1,0 (2 мин)	100	2
	94-99	0
	<94	-2
0,21 (санация ТБД 10 сек)	>89	2
	85-89	0
	<85	-2
1,0 (2 мин)	>94	1
	91-94	0
	<91	-2

Интерпретация:

6-8. Эвакуация без ограничения времени.

4-5*. Время эвакуации до 3 часов.

1-3*. Время эвакуации до 2 часов.

0-[-2]*. Эвакуация по жизненным показаниям, не более 1 часа.

[-3]-[-8]. Запрет эвакуации.

* - выполнить тест на повышение P_c

Таким образом:

1. Транспортировка раненых на большие расстояния является стрессогенным фактором.
2. Стрессогенность транспортировки реализуется через катехоламинозависимые реакции: сенситизацию NMDA-рецепторов с формированием гиперальгезии; повышение термогенеза с быстрым истощением энергетического резерва; гипогликемию с активацией анаэробного гликолиза.
3. Наиболее опасными элементами стрессогенности являются:
шум, ускорения (тряска); снижение температуры дыхательного газа.

Таким образом:

4. Гипогликемия, гиперлактатемия, снижение Δt ниже $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, повышение альгометрической оценки после транспортировки могут рассматриваться как предикторы угрозы терминального состояния. Если эти факторы не нормализуются в течение 6 часов после доставки раненого в стационар, они становятся индикаторами неблагоприятного прогноза.

5. Длительные транспортировки не оказывают существенного влияния на летальность при соблюдении основных технологических требований.