

В. К. КУЛАГИН, О. А. КОВАЛЕВ, В. И. БАЛИХИНА, С. К. ШЕРЕМЕТЕВСКАЯ,  
А. И. ГУРБАНОВА, О. Н. НЕПОЧАТОВ

## РЕГИОНАРНЫЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРОВИ ПРИ ТРАВМАТИЧЕСКОМ ШОКЕ

В патогенезе травматического шока большое значение имеют нарушения общего и регионарного кровообращения [7]. Особо важным считается изучение особенностей абсолютных и относительных изменений регионарного содержания крови в различных фазах травматического шока [8].

С этой целью проведено исследование сдвигов содержания крови одновременно во многих органах, тканях и частях тела, на которые разделено все сосудистое ложе, в эректильной (начальный период) и в глубокой торпидной фазах травматического шока по модели Кеннона [10].

*Материал и методы.* Исследование выполнено на ненаркотизированных нелинейных белых крысах-самцах весом 160—210 г. Травматический шок вызывали путем нанесения ударов примерно одинаковой силы по внутренней поверхности левой задней конечности на уровне бедра специальным молоточком у привязанных на станке спиной вниз животных. Развитие шока оценивали по величине давления в общей сонной артерии и значению шокового индекса [9]. Были поставлены следующие 3 серии экспериментов: I—эректильная фаза (50 уд. в течение 4—5 мин., АД  $150 \pm 5,87$  мм рт. ст., шоковый индекс  $3,3 \pm 0,17$ ); II—начало торпидной фазы (250 уд. в течение 8—10 мин., АД  $58 \pm 1,06$  мм рт. ст., шоковый индекс  $7,7 \pm 0,42$ ); III—глубокая торпидная фаза (250 уд. в течение 8—10 мин., с последующей экспозицией без лечения в течение около 4 час., АД  $32,4 \pm 6,77$  мм рт. ст., шоковый индекс  $6,5 \pm 0,39$ ). К двум первым и третьей сериям был поставлен контроль на обстановку эксперимента. У крыс, взятых в качестве контроля к I и II сериям, АД равнялось  $115 \pm 2,98$  мм рт. ст., шоковый индекс— $3,6 \pm 0,11$ ; в контрольной группе к III серии АД— $109 \pm 3,30$  мм рт. ст., шоковый индекс— $3,2 \pm 0,14$ . Число крыс в каждой контрольной и основной сериях опытов равнялось 14.

Методика определения изменений абсолютного и относительного содержания крови одновременно не менее чем в 46 органах, тканях и частях тела, на которые было разделено кровяное русло, описана ранее [2]. Исползованный метод основан на применении радиоактивных индикаторов форменных элементов и компонентов плазмы крови с многомерной оценкой полученных данных на ЭВМ М-222, при которой анализу подвергаются изменения в опыте по сравнению с контролем [1]. В данной работе сдвиги содержания крови определяли как суммарно в задних конечностях для сопоставления с регионарными перераспределениями крови при других воздействиях на организм, так и отдельно для травмированной задней конечности.

*Результаты и обсуждение.* Непосредственно после нанесения травмы (I и II серии опытов) общее количество циркулирующей в организме крови (ОЦК) снизилось с  $63 \pm 2,43$  до  $54 \pm 5,58$  и  $53 \pm 5,62$  мг кро-

ви на 1 г веса соответственно. Это снижение не достигало уровня статистической значимости. Количество крови в травмированной конечности резко увеличилось во всех тканях ( $P < 0,001$ ), кроме бедренной кости, а абсолютное содержание крови на остальных участках кровяного русла уменьшилось. Необходимо отметить, что абсолютное количество крови снижалось в жизненно важных органах (головной мозг, сердце, легкие, печень, почки) уже в эректильной фазе травматического шока.

В глубокой торпидной фазе травматического шока (III серия) ОЦК снизился с  $50 \pm 4,21$  до  $39 \pm 1,16$  мг/крови на 1 г веса ( $P < 0,02$ ). Количество циркулирующей крови в травмированной конечности не только не увеличилось, но даже снизилось. Абсолютное содержание крови в органах и тканях уменьшилось с различной степенью статистической вероятности. Очевидно, снижение ОЦК было обусловлено патологическим депонированием крови.

Изменения относительного содержания крови в основных органах и тканях по сравнению с контролем приведены в табл. 1. В графе «Р» (даны только цифры после запятой) показана величина вероятности различий средних арифметических по «t» критерию Стьюдента. Факторные нагрузки приведены в виде трех знаков после запятой. Во всех графах знак «—» означает вероятностное уменьшение регионарного кровенаполнения, знак «+» — увеличение. Факторная нагрузка является статистически значимой ( $P < 0,05$ ) при величине по абсолютному значению большей или равной 0,360.

Непосредственно после нанесения травмы структура нагрузок 1-го фактора так же, как и оценка изменений средних арифметических, указывала на перераспределение крови из ряда сосудистых областей только в травмированную конечность. В то же время нагрузки 2-го фактора свидетельствовали об уменьшении содержания крови в большом числе участков кожи и скелетной мускулатуры и об относительном увеличении кровенаполнения печени, почек, мочевого пузыря (I серия), печени, толстого кишечника (II серия). Очевидно, что нагрузки 2-го фактора указывают на перераспределение циркулирующей крови, главным образом, в печень. Процентное увеличение содержания крови в печени было установлено также при кровопотере на фоне наркоза и эмоционального возбуждения, воздушном охлаждении ( $+^{\circ}5C$ ), вливании избыточного количества донорской крови, через сутки после лапаротомии, при фиксации ненаркотизированных крыс на станке спиной вниз в течение 4 часов [1, 4, 5]. По-видимому, речь идет о типовой реакции регионарных перераспределений крови, проявляющейся при действии различных факторов. Можно полагать, что данная реакция отражает усиление артериального притока крови, направленного на мобилизацию энергетических и белковых запасов и усиление функциональной активности печени. Усиление артериального притока к печени возможно также при кровопотере у интактных животных [3] и других «стрессорных» воздействиях [6], наряду с констрикцией регионарных

Регионарные перераспределения крови при травматическом шоке по модели Кеннона

Таблица

| Части тела        | Органы<br>и<br>ткани | Изменения относительного содержания крови (% ОЦК/% веса) |           |            |                       |           |            |                         |           |            |
|-------------------|----------------------|--|-----------|------------|-----------------------|-----------|------------|-------------------------|-----------|------------|
|                   |                      | эректильная фаза   |           |            | начало торпидной фазы |           |            | глубокая торпидная фаза |           |            |
|                   |                      | «Р»  | нагрузки  |            | «Р»                   | нагрузки  |            | «Р»                     | нагрузки  |            |
|                   |                      |  | I фактора | II фактора |                       | I фактора | II фактора |                         | I фактора | II фактора |
| Голова            | Кожа                 | >,500—   | -197      | -648       | >,100—                | -417      | -218       | >,100+                  | -216      | -088       |
|                   | Мышцы и кости        | <,020—   | -680      | -119       | <,001—                | -815      | -128       | >,100—                  | -338      | -214       |
|                   | Головной мозг        | >,100—   | -339      | -174       | >,500—                | -082      | +081       | >,250+                  | -277      | -467       |
| Шея               | Кожа                 | >,250—   | -138      | -835       | >,100—                | -384      | +111       | >,500+                  | -559      | -324       |
|                   | Мышцы и кости        | >,500—   | -286      | +124       | >,100—                | -491      | -430       | <,050+                  | -215      | -663       |
| Грудь             | Кожа                 | >,050—   | -399      | +156       | <,050—                | -514      | +040       | >,250—                  | -259      | +209       |
|                   | Мышцы и кости        | <,010—   | -526      | -458       | <,010—                | -507      | +298       | >,050+                  | +416      | -387       |
|                   | Сердце               | >,250+   | +256      | -031       | >,500—                | -118      | -473       | >,500+                  | +172      | -358       |
|                   | Легкие               | <,005—   | -581      | +004       | >,500—                | -050      | +299       | >,100+                  | +397      | -118       |
| Живот и малый таз | Кожа                 | >,050—   | -425      | -328       | >,050—                | -460      | -030       | >,500—                  | -156      | -088       |
|                   | Мышцы и кости        | >,100—   | -228      | -414       | >,250—                | -216      | +058       | >,100+                  | -314      | +097       |
|                   | Печень               | >,500+   | +103      | +418       | >,500+                | +110      | +571       | >,250—                  | -114      | +478       |
|                   | Тонкий кишечник      | >,100—   | -596      | -391       | >,001—                | -760      | -291       | >,500—                  | -350      | +385       |
|                   | Толстый кишечник     | >,500+   | +103      | -178       | >,500+                | +046      | +426       | >,500—                  | -250      | +487       |
|                   | Желудок              | >,250+   | +020      | -012       | >,100+                | -008      | -343       | >,500+                  | +090      | +025       |
|                   | Почки                | <,010—   | -575      | +402       | >,050—                | -438      | -024       | >,500+                  | -434      | +296       |
|                   | Надпочечники         | >,250—   | -157      | -004       | <,001—                | -693      | +180       | >,050—                  | -387      | +364       |
|                   | Селезенка            | <,010—   | -674      | +145       | <,010—                | -604      | -282       | >,050—                  | -108      | +125       |
|                   | Полжелудочная железа | >,050—   | -558      | +251       | <,010—                | -701      | -209       | >,250+                  | -328      | +392       |
|                   | Мочевой пузырь       | >,500—   | -305      | +500       | >,500+                | -017      | -159       | <,010—                  | -465      | +255       |
|                   | Семенники            | >,100+   | +249      | -006       | >,500—                | -161      | -024       | >,500+                  | -086      | -067       |
|                   | Передние конечности  | Кожа   | <,020—    | -506       | -527                  | <,050—    | -451       | +193                    | >,100—    | -346       |
| Мышцы и кости     |                      | >,100—   | -542      | -538       | <,020—                | -592      | -501       | >,250+                  | -533      | -149       |
| Плечевые кости    |                      | >,250—   | -286      | +135       | >,250+                | +120      | -337       | >,250—                  | -317      | +133       |
| Задние конечности | Кожа                 | <,001+   | +687      | -035       | <,001+                | +724      | -402       | >,500—                  | -387      | +294       |
|                   | Мышцы и кости        | <,001+   | +829      | -096       | <,001+                | +895      | -165       | >,050—                  | -615      | -290       |
|                   | Бедренные кости      | >,500—   | -220      | +334       | >,500—                | -243      | -657       | >,250+                  | -127      | -273       |
| Хвост             | >,100—               | -193   | +220      | >,100—     | -342                  | -222      | >,050—     | -078                    | +222      |            |
|                   | Вес фактора, %       | —  | 24,8      | 12,8       | —                     | 25,5      | 12,7       | —                       | 14,7      | 12,3       |

емкостных сосудов. Такая трактовка усиливает значение оценки перераспределения крови в печень как компенсаторной реакции.

В глубокой торпидной фазе травматического шока (III серия) прежде всего обращает внимание отсутствие статистически значимых изменений средних арифметических относительного содержания крови в подавляющем большинстве (44 из 46) органов, тканей и частей тела. Вместе с тем, структура нагрузок 1-го фактора указывает на перераспределение крови в легкие, мышечные и костные ткани груди, а 2-го фактора—в ряд внутренних органов живота и малого таза, включая печень. Результаты факторного анализа показывают, что депонирование крови в легкие и внутренние органы «спланхнической» области носит в некоторой степени динамический характер. Большая часть депонированной крови не была помечена индикаторами, введенными уже в торпидной фазе шока. Кроме того, незначительные сдвиги средних арифметических относительного содержания крови свидетельствуют о торможении реакций регионарных перераспределений циркулирующей крови на ее патологическое депонирование, аналогичных таковым при кровопотере [3]. Поражение центральных нервных механизмов регуляции сосудистого тонуса угнетает реакции компенсаторных регионарных перераспределений циркулирующей крови. Однако возможно также, что патологическое торможение сосудодвигательного центра в торпидной фазе шока вызывает генерализованное перераспределение крови из артерий в вены во всей регионарной циркуляции без существенных различий в определенных органах и тканях [8].

ВМОЛА им. С. М. Кирова, г. Ленинград

Поступило 14/II 1977 г.

Վ. Կ. ԿՈՒԼԱԳԻՆ, Օ. Ա. ԿՈՎԱԼԵՎ, Վ. Ի. ԲԱԼԻԿԻՆԱ, Ս. Կ. ՇԵՐԵՄԵՏՈՎՍԿԱՅԱ,  
Ա. Ի. ԳՈՒՐԲԱՆՈՎԱ, Օ. Ն. ՆԵՊՈՉԱՏՈՎ

ՇՐՋԱՆԱՌՎՈՂ ԱՐՅԱՆ ՌԵԳԻՈՆԱՐ ՎԵՐԱՐԱՇԵՈՒՄԸ  
ՏՐԱՎՄԱՏԻԿ ՇՈԿԻ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ըստ կենտոնի մոդելի տրավմատիկ շոկի ժամանակ կատարված է տարբեր օրգանների, մարմնամասերի, հյուսվածքների արյան պարունակության միաժամանակյա փոփոխությունների ուսումնասիրություն:

V. K. KULAGIN, O. A. KOVALEV, V. I. BALIKHINA, S. K. SHEREMETOVSKAYA,  
A. I. GURBANOVA, O. N. NEPOCHATOV

REGIONAL REDISTRIBUTION OF CIRCULATING BLOOD  
IN TRAUMATIC SHOCK

S u m m a r y

The study of blood content shifts simultaneously in different organs, tissues and parts of the body in traumatic shock is carried out by Kannon model.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ковалев О. А. Автореф. докт. дисс., Л., 1975.
2. Ковалев О. А., Микоян А. Г., Шереметевская С. К. Кровообращение, АН Арм. ССР, 1975, 2, 55—56.
3. Ковалев О. А., Гурбанова А. И., Шереметевская С. К., Непочатов О. Н. Бюлл. эксп. биол. мед., 1976, 9, 1045—1047.
4. Ковалев О. А., Шереметевская С. К., Гурбанова А. И., Непочатов О. Н. Проблемы гематологии и переливания крови, 1976, 9, 25—30.
5. Ковалев О. А., Шереметевская С. К., Непочатов О. Н. Физiol. журн. СССР, 1976, 7, 968—973.
6. Ковалев О. А., Шереметевская С. К., Непочатов О. Н. Кровообращение АН Арм. ССР, 1976, 4, 44—45.
7. Петров И. Р., Кулагин В. К. В кн.: «Травматический шок». Л., 1962, 82—97.
8. Селезнев С. А. Пат. физиол. и эксп. тер., 1968, 6, 3—10.
9. Allgower M., Burri C. Schockindex. Dtsch. med. wchnschr., 1967, 92, 1947—1950.
10. Cannon W. B. Traumatic shock. New York, 1923.