

Халмуратова Фатима Адилбаевна

ассистент

Нукусский филиал

Ташкентского педиатрического

медицинского института

г. Нукус, Республика Узбекистан

Баймуратова Гулбахар Аймуратовна

ассистент

Нукусский филиал

Ташкентского педиатрического

медицинского института

г. Нукус, Республика Узбекистан

Матчанов Азат Таубалдиевич

д-р биол. наук, старший преподаватель

Каракалпакский государственный

университет им. Бердаха

г. Нукус, Республика Узбекистан

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБМЕННОЙ ФУНКЦИИ МИКРОСОСУДОВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ НОРМОТЕНЗИВНЫХ И ГИПЕРТЕНЗИВНЫХ КРЫС ПРИ ТЕПЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

***Аннотация:** действие высокой внешней температуры на организм человека и животных сопровождается существенным перераспределением жидкости между водными секторами организма. По мнению авторов статьи, значительный интерес представляет изучение сдвигов в микроциркуляторном русле, определяющих направленность фильтрационно-абсорбционных отношений в тканях при гипертермии.*

***Ключевые слова:** фильтрационно-абсорбционной функции, транскапиллярный обмен, ректальная температура.*

Транскапиллярный обмен жидкости и веществ осуществляется в результирующей части системы кровообращения в микроциркуляторном русле. Капилляры составляют его главный компонент, но их функционирование сильно зависит от кровотока в других сосудах. Действие высокой внешней температуры на организм человека и животных сопровождается существенным перераспределением жидкости между водными секторами организма, значительный интерес представляет изучение сдвигов в микроциркуляторном русле, определяющих направленность фильтрационно-абсорбционных отношений в тканях при гипертермии.

Для количественной оценки фильтрационно-абсорбционной функции сосудов скелетных мышц использовался метод волюмометрии экстракорпорально циркулирующей крови предложенный Д.П. Дворецким.

Целью исследования являлось изучение транскапиллярного обмена жидкости между кровью и тканью при тепловом воздействии в сравнительном аспекте у нормотензивных и гипертензивных крыс. Исследовались основные показатели обменной функции микрососудов скелетной мышцы: коэффициент капиллярной фильтрации (CFC), капиллярное гидростатическое давление (P_c), сопротивление сосудов (R), объемная скорость кровотока (Q), артериальное давление (P_a). Режим перфузии $Q = \text{const}$.

Величину перфузионного давления задавали равной величине артериального давления у данной группы крыс. Результаты измерений по всем показателям представлены в табл. 1 и 2. Достоверные различия между исходными величинами показателей имеют место только в отношении сосудистого сопротивления. Как видно из таблиц, параметры микроциркуляции, представленные капиллярным гидростатическим давлением, коэффициентом капиллярной фильтрации и кровенаполнением сосудов у гипертензивных крыс достаточно близки по величине с нормотензивными. Как известно [2; 3], величина капиллярного гидростатического давления определяется отношением величины прекапиллярного сопротивления к посткапиллярному. Поскольку прекапиллярное сопротивление в

скелетных мышцах гипертензивных крыс несколько превышает таковое у нормотензивных, можно предположить, что и посткапиллярное сопротивление у гипертензивных крыс также выше, чем у нормотензивных. Об этом свидетельствует величина коэффициента капиллярной фильтрации, которая у обеих линий крыс имеет близкие значения. Возможно это связано с тем, что у гипертензивных крыс в возрасте 5–7 месяцев, несмотря на устойчивый повышенный уровень артериального давления, площадь обменной поверхности (число функционирующих капилляров) в скелетных мышцах не изменена по сравнению с таковой у нормотензивных крыс.

Таблица 1

Исходные показатели обменной функции микрососудов нормотензивных крыс до теплового воздействия (n = 8)

Показатели	Номера опытов								Сред. значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	
R, мм рт. ст./мл/мин./100 г	16,8	14,2	15,9	14,7	19,0	11,1	14,9	15,9	15,3±3,1
Qисх., мл/мин./100 г	6,9	6,3	8,8	9,0	5,3	11,0	8,3	5,7	7,6±1,2
Рс, мм рт. ст.	22,0	17,3	10,5	13,9	21,5	16,3	17,0	14,0	16,5±1,9
CFC, мл/мин./мм рт. ст./100 г	0,04	0,04	0,08	0,04	0,06	0,03	0,04	0,03	0,05±0,02
Ра, мм рт. ст.	110	90	110	125	90	115	115	110	108±14

Таблица 2

Исходные показатели обменной функции микрососудов гипертензивных крыс до теплового воздействия (n = 10)

Показатели	Номера опытов										Сред. значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R, мм рт. ст./мл/мин./100 г	18,9	12,8	25,7	21,9	16,4	26,6	11,9	14,9	17,0	14,1	18,6± 2,3
Qисх., мл/мин./100 г	7,9	9,8	6,7	7,3	4,9	3,9	9,8	5,0	6,0	10,3	7,2±0,8
Рс, мм рт. ст.	28,4	19,0	28,0	7,9	12,0	14,0	17,0	14,9	20,0	16,9	19,0±1,9
CFC, мл/мин./мм рт. ст./100 г	0,03	0,09	0,09	0,05	0,06	0,04	0,08	0,06	0,05	0,13	0,07±0,01
Ра, мм рт. ст.	160	159	149	142	179	150	149	143	154	152	16,7±9,8

Таким образом, кровоток в мышцах (на 100 г ткани) и состояние их микроциркуляторного русла (по показателям CFC и Pс) у гипертензивных крыс указанного возраста не отличаются от нормотензивных. Вместе с тем, существенное увеличение сосудистого сопротивления у гипертензивных крыс по сравнению с нормотензивными можно считать следствием выраженного сужения у них просвета кровеносного русла. Эксперименты, проведенные на крысах, которых подвергали нагреванию, позволили обнаружить, что по мере нарастания значений ректальной температуры от 37,2⁰С до 38⁰ С, 40⁰С и 41⁰С капиллярное гидростатическое давление увеличилось соответственно у гипертензивных крыс на 2,6%, 13,7% и 16%, а у нормотензивных на 4,2%, 13,9% и 15,2% (табл. 2).

Показатели обменной функции микрососудов нормотензивных и гипертензивных крыс при тепловом воздействии ($M \pm m$, n = 21)

Таблица 3

Показатели	37,2 ⁰ C	38 ⁰ C	40 ⁰ C	41 ⁰ C				
	WKY	SHR	WKY	SHR	WKY	SHR	WKY	SHR
R, мм рт. ст./мл/ мин./100 г	15,3±3,1	18,6±2,3	13,8±3,1	17,3±3,5	13,0±3,1	16,2±3,8	13,8±3,4	19,0±4,0
Qисх., мл/мин./100 г	7,6±1,2	7,2±0,8	8,1±0,9	8,3±0,9	8,7±0,9	8,9±1,8	8,9±1,0	9,3±1,4
Pс, мм рт. ст.	16,5±1,9	19,0±1,9	17,2±2,7	19,5±2,7	18,8±2,9	21,6±3,0	19,0±2,8	22±2,7
CFC, мл/мин./мм рт. ст./100 г	0,051±0,01	0,07±0,01	0,053±0,0015	0,08±0,001	0,057±0,001	0,09±0,001	0,067±0,001	0,11±0,001
Pa, мм рт. ст.	108±14	16,7±9,8	115±3,5	185±9,4	117±3,9	195±9,2	116±4,3	189±9,9

Таким образом в динамике увеличения ректальной температуры с $37,2^{\circ}\text{C}$ до 41°C величина капиллярного гидростатического давления у обеих линий крыс имеет очень близкие значения и динамику изменений. На рис. 1 можно видеть, что капиллярное гидростатическое давление в обеих группах крыс постепенно нарастает и при температуре 41°C превышает исходную величину на 15,0%.

С повышением температуры тела у нормотензивных крыс площадь обменной поверхности капилляров постепенно увеличивается и при температуре 41°C превысила исходное значение на 31,4%.

У гипертензивных крыс при тех же значениях температуры изменения величины коэффициента капиллярной фильтрации имеют более выраженный характер. При исходном значении $0,07 \pm 0,01$ мл/мин/100 г он при повышении температуры тела до 40°C составил $0,09 \pm 0,001$ и при 41°C – $0,11 \pm 0,001$ мл/мин/100 г. В процентном выражении это составляет 28,5% и 57,1%.

Таким образом, проведенные исследования позволили обнаружить, что по мере нарастания температуры тела происходит прогрессирующее увеличение капиллярного гидростатического давления и коэффициента капиллярной фильтрации как у нормотензивных, так и у гипертензивных крыс. Это свидетельствует главным образом о способности капилляров повышать обменные функции, хотя не известно, чем она обусловлена – открыванием закрытых капилляров или повышением проницаемости их стенки. Эти функции более выражены у гипертензивных крыс. Это соответствует имеющимся данным о том, что, например, нагревание кожи пальца ведет к гипертермии и повышению капиллярного гидростатического давления. Увеличение площади обменной поверхности капилляров при гипертермии кожи сочетается с усиленной фильтрацией жидкости в её интерстициальное пространство [4]. Такие изменения могут быть вызваны также вазодилаторными метаболитами, влияющими на прекапиллярные сфинктеры [5], а также увеличением сосудисто-тканевой проницаемости [4].

Возможно, что повышение метаболических потребностей тканей у гипертензивных крыс в ответ на повышение температуры крови и ткани уже удовлетворялось увеличением площади обменной поверхности капилляров, не вызывая существенных изменений в органном кровотоке.

Список литературы

1. Дворецкий Д.П. Модификация метода комплексного определения параметров регионального кровообращения // Физиология журнал СССР. – 1985. – №8. – С. 1020–1024.
2. Радионов Увеличение структурного компонента сопротивления кровеносного русла при гипертензии и его регуляторные последствия // Физиология журнал СССР. – 1988. – Т. 74. – №11. – С. 1580–1587.
3. Ткаченко Физиология кровеносных сосудов // Успехи физиологических наук. – 1989. – Т. 20. – №4. – С. 3–26.
4. Султанов Г.Ф. Системная и регионарная гемодинамика при гипертермии: Автореферат дис. доктора мед. наук. – СПб., 1992. – С. 44.
5. Shepherd I.T Circulation to Skeletal muscle. Handbook of physiology. Sec. 2 Cardiovascular system. – Vol. III. – 1983. – P. 319–370.