

ной массой сердца в ряду птиц разных видов. Для определения связи между этими параметрами необходимы соответствующие данные, которые в литературе отсутствуют. Но можно предположить, основываясь на вычисленном ранее аллометрическом уравнении для абсолютной массы сердца $Y=8,8MT^{0,92}$ [2], что длительность QRS увеличивается с ростом абсолютной массы сердца как $\sim X^{0,95}$. Такая зависимость предполагает, что плотность сети волокон Пуркинье в желудочках сердца у птиц растет быстрее, чем размеры сердца.

У птиц выделяют пять типов полета: недолговременный, паряще-планирующий, ундулирующий, машущий «вперед и рывками», с высокой частотой взмахов крыльями [5]. Длительность QRS (среднее \pm стандартное отклонение) составила для каждой из групп 25 ± 12 мс ($n=8$), 29 ± 13 ($n=4$), 28 ± 6 ($n=4$), 24 ± 11 ($n=3$), 28 ± 7 ($n=3$), соответственно, а для нелетающих птиц — 45 ± 21 мс ($n=2$). Данные свидетельствуют об отсутствии зависимости между длительностью комплекса QRS и типом полета.

Таким образом, длительность начальной желудочковой активности у птиц изменяется не пропорционально размерам тела и ЧСС, а медленнее. Она увеличивается с увеличением массы тела и уменьшением ЧСС. Увеличение длительности начальной желудочковой активности у птиц при уменьшении ЧСС происходит быстрее, чем при увеличении массы тела.

Работа поддержана Программой интеграционных проектов, выполняемых в УРО РАН совместно с ДВО РАН (2009 — 2011 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмидт-Нильсен К. Размеры животных: почему они так важны? — М.: Мир, 1987. — 259 с.
2. Grubb B.R. Allometric relations of cardiovascular function in birds // Am. J. Physiol. — 1983. — Vol. 245, №4. — P. H567 — H572.

3. Meijler F.L. Atrioventricular conduction in mammalian species: hereditary dynamic and electrical scaling / J. Billette, J. Jalife, M.J. Kik, J.H. Reiffers, A.A. Stokhof, J.J. Westenberg, C. Wassenaar, J. Strackee // Heart Rhythm — 2005. — Vol. 2, №2. — P. 188 — 196.

4. Noujaim S.F. From mouse to whale: a universal scaling relation for PR interval of the electrocardiogram of mammals / E. Lucca, V. Mucozzini, O. Bersini, O. Berenfeld, F.L. Meijler, J. Jalife // Circulation. — 2004. — Vol. 110, №18. — P. 2802 — 2808.

5. Viscor G., Fuster J.F. Relationships between morphological parameters in birds with different flying habits // Comp. Biochem. Physiol., A Comp. Physiol. — 1987. — Vol. 87, №2. — P. 231 — 249.

S.N. Kharin

SCALING OF THE ELECTROCARDIOGRAPHIC QRS COMPLEX IN BIRDS

From very small to very big warm-blooded animals, the electrocardiographic QRS complex, which measures the time of electrical excitation of heart ventricles, increases by 20 — 30 times, whereas body mass increases by ten millions of times. Scaling of biological processes is described by the allometric equation $Y = aM^b$, where Y is a variable (biological process), M is body mass, a is a normalization constant, b is a scaling exponent. This study defines how the duration of the QRS complex is related to body mass, heart rate, and relative heart mass in a few species of birds weighing 0,106 — 90 kg. The duration of the QRS (ms) complex increases with body mass (kg) according to $Y = 24X^{0,18 \pm 0,03}$ and is related to heart rate (beats per minute) by $Y = 292X^{0,45 \pm 0,12}$. The duration of the QRS complex is independent of relative heart mass and flight style.

Key words: ECG; heart ventricles; birds; allometry; scaling.

УДК 574.522: 577.112.3:595.143

Л.В. Черная^{1,3}, Л.А. Ковальчук^{1,3}, Н.Т. Казиев⁴, Е.С. Нохрина^{2,3} ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО ПУЛА В ТКАНЯХ МЕДИЦИНСКОЙ ПИЯВКИ *HIRUDO MEDICINALIS* L. ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ГОЛОДАНИИ

¹ Институт экологии РИЖ УРО РАН, Екатеринбург; ² Областная детская клиническая больница №1, Екатеринбург;

³ Лаборатория проблем адаптации СУНЦ РАМН и ПСО; ⁴ ООО «Гирудо-Мед-Юг», Краснодарский край

Исследовали состояние аминокислотного пула тканей медицинских пиявок при хроническом голодании.

Ключевые слова: медицинская пиявка; аминокислоты; голодание.

Медицинская пиявка, широко используемая в современной медицине. Показано, что максимальная эффективность слюны пиявок наступает уже к 3 месяцам голодания [4]. В составе гомогенатов тканей медицинских пиявок обнаружены: гиалуронидаза, гистаминоподобное вещество, беллины — ингибиторы трипсина и плазмина, эглины — ингибиторы химотрипсина, субтилизина, эластазы и катепсина G [3]. Однако данные об аминокислотном составе тканей медицинской пиявки в мировой литературе отсутствуют.

Цель исследования — оценить состояние аминокислотного пула тканей медицинских пиявок при хроническом голодании.

Материал и методика исследования

Исследования проводили на взрослых особях медицинской пиявки, выращенных в искусственных условиях на биофабрике «ГирудоМед-Юг» (Краснодарский край). Содержание свободных аминокислот (АК) в тканях изучали у сытых (контрольная группа), и голодных (опытная группа) пиявок: в три, пять, семь и двенадцать месяцев содержания их без пищи.

Концентрации свободных АК в кожно-мышечной ткани пиявок оценивали методом ионообменной хроматографии с помощью автоматического анализатора аминокислот ААА-339. Определяли суммарную концентрацию свободных АК (мкмоль/л) и содержание отдельных АК (%).

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием прикладных программ STATISTICA с последующей оценкой различий при $p < 0,05$.

Результаты

Анализ результатов показал, что на всех этапах голодания в тканях пиявок значительно повышаются суммарные концентрации достигая максимальных значений после пяти месяцев голодания, что свидетельствует о распаде тканевых белков ($p < 0,05$) (табл. 1). Основной вклад в высокий уровень аминокислотного пула опытных групп пиявок (55 — 70%) вносят аспарагиновая и глутаминовая кислоты [1].

Глутаминовая кислота является одним из источников гликогена, утилизация которого и обуславливает высокий уровень глутамина при хроническом голодании пиявок. Аспарагиновая кислота обладает антиатерогенным свойством, участвует в обезвреживании ксенобиотиков. Возможно, аспарагиновая кислота принимает активное участие и в процессах консервации крови жертв в кишечнике пиявок. По некоторым данным, небольшое количество кислоты в кишечнике пиявок (до 5%) обнаруживается еще при шестимесячном голодании [4].

В тканях голодных пиявок, помимо упомянутых АК, наблюдается значительное повышение концентраций глицина и гистидина в течение всего периода наблюдений, аргинина — в третий и пятый месяцы, аланина и лизина — на начальных стадиях (3 месяца голодания) ($p < 0,05$) (табл. 1).

Повышение концентраций глутаминовой кислоты и глицина обеспечивает активный биосинтез глутатиона. Глутатион участвует в ферментативных и неферментативных реакциях, снижает токсичность свободных радикалов и перекисей в желудочно-кишечном тракте, и его уровень в тканях уменьшается приблизительно в 2 раза при голодании и быстро увеличивается после прекращения голодания [2].

В начальный период голодания (3 месяца) пиявки активно ищут в поисках жертвы. Однако затем животные становятся неподвижными, наступает глубокая перестройка обменных процессов, направленная на экономное расходование энергетиче-

Содержание свободных АК в тканях медицинской пиявки при хроническом голодании

Аминокислоты, %	Сытые (контроль)	Голодные (3 месяца)	Голодные (5 месяцев)	Голодные (7 месяцев)	Голодные (12 месяцев)
Цистеиновая к-та	4,72 ± 0,413	0,47 ± 0,034*	1,83 ± 0,019*	4,92 ± 0,440	3,28 ± 0,075*
Аспарагиновая к-та	0,75 ± 0,152	24,1 ± 0,534*	35,8 ± 0,511*	25,1 ± 0,290*	30,6 ± 0,549*
Треонин	11,19 ± 0,333	4,04 ± 0,087*	1,39 ± 0,006*	3,03 ± 1,216*	2,58 ± 0,150*
Серин	11,88 ± 0,390	5,98 ± 0,136*	2,56 ± 0,471*	5,91 ± 0,124*	6,76 ± 0,209*
Глутаминовая к-та	24,19 ± 0,140	26,8 ± 0,469*	34,0 ± 0,612*	30,4 ± 0,710*	38,7 ± 1,494*
Пролин	0,82 ± 0,172	1,69 ± 0,269	0,00	0,82 ± 0,130	0,66 ± 0,086
Глицин	3,08 ± 0,098	7,46 ± 0,163*	4,65 ± 0,084*	8,57 ± 0,156*	5,25 ± 0,428*
Аланин	11,19 ± 0,365	12,83 ± 0,38*	8,19 ± 0,066*	8,45 ± 0,217*	3,55 ± 0,105*
Валин	13,95 ± 0,128	2,74 ± 0,037*	1,84 ± 0,240*	2,76 ± 0,321*	1,35 ± 0,127*
Цистеин	0,99 ± 0,137	0,32 ± 0,019*	0,82 ± 0,139	0,48 ± 0,065*	0,86 ± 0,032
Метионин	2,92 ± 0,195	0,64 ± 0,048*	1,32 ± 0,163*	1,42 ± 0,099*	0,90 ± 0,105*
Изолейцин	1,48 ± 0,138	1,22 ± 0,046	1,07 ± 0,105	0,32 ± 0,033*	0,63 ± 0,055*
Лейцин	5,32 ± 0,308	4,36 ± 0,086*	1,12 ± 0,041*	2,33 ± 0,081*	1,15 ± 0,098*
Тирозин	1,83 ± 0,259	1,15 ± 0,041*	1,17 ± 0,065*	0,67 ± 0,079*	0,49 ± 0,043*
Фенилаланин	2,72 ± 0,140	1,42 ± 0,090*	1,77 ± 0,005*	0,78 ± 0,097*	0,60 ± 0,046*
Орнитин	1,04 ± 0,104	1,64 ± 0,061*	0,99 ± 0,004	1,73 ± 0,085*	1,30 ± 0,074
Лизин	1,60 ± 0,266	2,66 ± 0,026*	0,90 ± 0,063*	1,98 ± 0,060	0,83 ± 0,094*
Гистидин	0,03 ± 0,003	0,11 ± 0,005*	0,06 ± 0,004*	0,05 ± 0,001*	0,18 ± 0,002*
Аргинин	0,30 ± 0,010	0,40 ± 0,030*	0,43 ± 0,060*	0,32 ± 0,026	0,32 ± 0,015
Фонд свободных АК, мкмоль/л	2179,92 ± 64,04	3855,66 ± 19,84*	6637,00 ± 273,95*	5165,45 ± 42,77*	2918,20 ± 36,01*
Заменяемые	54,73 ± 1,99	80,28 ± 2,01*	87,29 ± 1,95*	80,36 ± 1,79*	86,88 ± 2,95*
Незаменяемые	39,51 ± 1,52	17,59 ± 0,48*	9,9 ± 1,1*	12,99 ± 1,93*	8,54 ± 0,69*
НАК/ЗАК	0,72	0,22	0,11	0,16	0,10
АКРУЦ	20,75 ± 0,82	8,32 ± 0,17*	4,03 ± 0,39*	5,41 ± 0,44*	3,13 ± 0,28*
АРАК	4,55 ± 0,39	2,57 ± 0,13*	2,94 ± 0,07*	1,45 ± 0,18*	1,09 ± 0,09*
ИФ	4,56	3,24	1,37	3,73	2,87

* — различия с контролем достоверны ($p < 0,05$)

ресурсов. При хроническом голодании обнаруживается дефицит отдельных АК и нарушение их оптимального соотношения в организме.

Известно, что аланину принадлежит ведущая роль в энергетическом гомеостазе, и его пул снижается в мышечной ткани при дефиците белка, что можно наблюдать в пятый, седьмой и двенадцатый месяцы голодания пиявок (таблица). В разы снижаются концентрации незаменимых АК (НАК) и соответственно их соотношение к заменимым (ЗАК).

Ощутимо снижется уровень АК с разветвленной углеводородной цепью (АКРУЦ): валина, лейцина, изолейцина и ароматических АК (АРАК): тирозина и фенилаланина. Снижение антитоксического индекса Фишера (ИФ) наступает одновременно с минимальным содержанием НАК после пяти месяцев голодания пиявок, что свидетельствует о эндогенной токсикации в их тканях.

Выявлены высокие корреляционные зависимости между продолжительностью голодания пиявок и концентрациями некоторых АК в их тканях: аспарагиновой кислотой, глутаминовой кислотой, аланином, валином, изолейцином, лейцином, тирозином и фенилаланином. Эти связи свидетельствуют о ключевой роли указанных АК в межклеточном обмене в условиях хронического голодания медицинских пиявок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ленинджер А. Биохимия. — М.: Мир. — 1974. 957 с.
2. Мазо В.К. Глутатион как компонент антиоксидантной системы желудочно-кишечного тракта // Росс. журн. гастроэнтерол., гепатолог., колопроктолог., — 1998. №1. — С. 47 — 53.
3. Никонов Г.И. Гирудотерапия. Наука и практика // Вестник Международного центра медицинской пиявки. Гирудотерапия и гирудотерапевтическая фармакотерапия. — 2007. Т. 5. — С. 8 — 22.
4. Шестаков В.В., Титова Е.А., Капусткина Н.И., Никонов Г.И.

Метод определения качества медицинских пиявок // Вестник Международного центра медицинской пиявки. Гирудотерапия и гирудотерапевтическая фармакотерапия. — 2007. Т. 5. — С. 247 — 285.

L.V. Chernaya, L.A. Kovalchuk, N.T. Kaziev,
E.S. Nokhrina

ESTIMATION OF THE AMINOACID POOL STATE IN TISSUES OF *HIRUDO MEDICINALIS* L. UNDER CHRONIC STARVATION

The aminoacid pool state in tissues of the medical leech under chronic starvation was investigated.

Key words: medical leech; amino acids; starvation.