

НЖК зафиксировано значимое повышение уровня НЖК и МНЖК за счет миристиновой (на 21% и 19,2%), пентадекановой (на 61,2% и 50,38%), пентадеценной (на 40,7% и 29,6%), пальмитиновой (на 6,2% и 9,7%), гептадекановой (на 60,46% и 44,18%), стеариновой (на 7,76% и 5,58%) по сравнению с контрольной группой и группой больных НЦД с достаточным снижением LF/HF соответственно ($p < 0,05$). Среди ПНЖК отмечается достоверное снижение линолевой (на 6,06% и 4,64%), арахидоновой (на 25,5% и 21,3%), эйкозопентаеновой (на 25,05% и 23,05%) по сравнению с контрольной группой и группой больных НЦД с достаточным снижением LF/HF соответственно ($p < 0,05$). Эти данные сопоставимы с данными, полученными у пациентов с гипертонической болезнью с недостаточным снижением LF/HF, которые достоверно отличаются от контроля и группы НЦД с достаточным снижением LF/HF практически по всем исследованным жирным кислотам.

Менее выраженная разбалансировка жирнокислотного состава мембран эритроцитов зафиксирована в группе пациентов с гипертонической болезнью с достаточным снижением LF/HF. Выявлены следующие достоверные изменения: повышение уровня пентадекановой (на 50,4% и 36,6%), пентадеценной (на 29,82% и 18,81%), понижение уровня эйкозопентаеновой (на 25,05% и 23,07%) по сравнению с контрольной группой и группой больных НЦД с достаточным снижением LF/HF соответственно ($p < 0,05$). При сравнении групп больных НЦД и гипертонической болезнью с недостаточным снижением LF/HF выявлены межгрупповые значимые различия лишь по уровню дигомо- γ -линоленовой и докозопентаеновой кислот.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о важном значении нарушений циркадных колебаний ВРС в формировании стабильной артериальной гипертензии у больных НЦД. Именно в группе пациентов с НЦД с нарушением циркадных колебаний ВРС выявлен более тяжелый дефицит ПНЖК. ПНЖК выполняют в клетках две функции — структурную и регуляторную. ПНЖК в

структуре фосфолипидов формируют мембраны клеток. Чем больше полиненасыщенных жирных кислот содержат фосфолипиды клеточной мембраны, тем ниже вязкость мембраны и выше активность всех встроенных в мембрану рецепторов, транспортных и сигнальных систем [6,11]. ПНЖК используются в качестве предшественников синтеза эйкозаноидов и лейкотриенов. Эйкозаноиды локально регулируют функцию эндотелия, что играет важную роль в развитии эндотелиальной дисфункции [2]. Возникший дефицит ПНЖК запускает длительный многостадийный процесс, приводящий в итоге к развитию эндотелиальной дисфункции, артериальной гипертензии и атеросклерозу [5,8].

Таким образом, абсолютные значения временных и спектральных показателей ВРС при НЦД и гипертонической болезни не отличаются от контроля. При гипертонической болезни в 76%, при НЦД в 41% наблюдается нарушение циркадного колебания ВРС, проявляющееся недостаточным снижением LF/HF в ночное время. Изменения циркадного колебания ВРС сопровождается достоверным снижением абсолютных значений показателей ВРС. При гипертонической болезни и НЦД с нарушением циркадных ритмов ВРС наблюдаются сопоставимые нарушения жирнокислотного состава мембран эритроцитов, характеризующиеся увеличением удельного веса насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот и снижением большинства полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, α -линоленовой, γ -линоленовой, дигомо- γ -линоленовой, арахидоновой, эйкозопентаеновой). У больных с НЦД и гипертонической болезнью с достаточным снижением LF/HF жирнокислотный состав мембран эритроцитов приближается к контролю, достоверно отличаясь лишь по уровню пентадекановой, гептадекановой и эйкозопентаеновой жирных кислот. Анализ циркадных колебаний при НЦД поможет выявить группу высокого риска по развитию артериальной гипертензии, своевременно провести профилактические и лечебные мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение. — М.: МИА, 1998. — С. 52-78.
2. Диагностика и коррекция нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза (Российские рекомендации). — М., 2004.
3. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. — М.: Медпрактика, 2000. — 216 с.
4. Маколкин В.Н., Аббакумов С.А. Нейроциркуляторная дистония в терапевтической практике. — М., 1985. — 192 с.
5. Опи Л.Х. Обмен веществ и энергии в миокарде // Физиология и патофизиология сердца. / Под ред. Н. Сперелакиса. — М.: Медицина, 1990. — В 2 т. Т.2. — С. 7-63.
6. Титов В.Н. Внутриклеточный дефицит полиеновых жирных кислот в патогенезе атеросклероза // Кардиология. — 1998. — № 1. — С. 43-49.
7. Титов В.Н. Биохимические основы повышения периферического сопротивления кровотоку. // Российский кардиологический журнал. — 1998. — № 6. — С.35-43.
8. Caimi G. Erythrocyte, platelet and polymorphonuclear leukocyte membrane dynamic properties in essential hypertension // Clin Hemorheol Microcirc. -1997.-Vol. 17, N 3. — P. 199-208.
9. Cazzaruso C., Buscaglia P., Garzanini A., et al. // J. Hypertension. — 1997. — Vol.15. — P. 227-235.
10. Heart rate variability. Standart of measurement, physiological, and clinical use. Task Force of European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and electrophysiology // Europ. Heart J. — 1996. — Vol.17. — P. 354-381.
11. Wang L., Folsom A.R., Eckfeldt J.H. and the ARIC Study Investigators. Plasma fatty acid composition and incidence of coronary heart disease in middle aged adults: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study // Nut Metabol Cardiovasc Dis. — 2003. — Vol. 13, № 5. — P.256-266.

Адрес для переписки:

© УСОВ Л.А., УСОВА Н.Ф. — 2009

АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА НЕРПЫ

Л.А.Усов, Н.Ф.Усова

(Иркутский государственный медицинский университет, ректор И.В.Малов, кафедра фармакологии.
Зав. кафедрой проф. Г.З.Суфианова)

Резюме. Проведена оценка основных факторов, обеспечивающих уникальную способность нерпы задерживать при нырянии внешнее дыхание в сравнении с аналогичными параметрами жизнеобеспечения человека.

Ключевые слова. Мозговые сосуды, потребление кислорода, гипоксия.

THE ADAPTIVE POSSIBILITIES OF THE MAGISTRAL VESSELS OF SEALS BRAIN

L.A. Usov, N.F. Usova
(Irkutsk State Medical University)

Summary. It was studied the diameter, common structure and anastomoses of brain vessels with extracranial net. Besides it was discussed the role of total amount of blood, size of erythrocytes, haematocrite and O₂-capacity in hyperventilation and hypoxia. In total it can guarantee more than 4-5 times respiration delay in comparison with such of man.

Key words: brain vessels, oxygen consumption, hypoxia.

Байкальская нерпа (*Pusa sibirica*, Gmel) — уникальное животное, адаптированное к жизни и на поверхности воды и на значительных глубинах (до 200 метров), т.е. переносит перепад давления от 1 до 21 атмосферы при средней продолжительности ныряния 20-25 минут (1). Даже с учетом необычно высокой кислородной емкости ее крови и возможности «депонирования» кислорода, нормальное функционирование ЦНС должно иметь соответствующее морфо-функциональное обеспечение. Как и у прочих гидробионтов-млекопитающих (киты, дельфины) мозг нерпы не имеет собственных запасов углеводов и кислорода. У человека это ведет к гибели нейронов головного мозга при остановке дыхания на 5 и более минут. Между тем расширение возможностей человека к длительной задержке дыхания имело бы огромное значение, например, при подводных работах. В этой связи представляло интерес изучение магистральных сосудов головного мозга нерпы и их анастомозов с экстракраниальными сосудами. В доступной литературе, включая диссертационную работу Е.С.Яковлевой [5], которая является наиболее полной сводкой по сравнительной анатомии сосудов головного мозга, подобные сведения отсутствуют.

Материалом служили три взрослые нерпы, любезно предоставленные нам сотрудником лимнологического института СО АН СССР В.Д.Пастуховым. Все животные были нормальной упитанности, весом 45-60 кг. У всех экземпляров Виллизиев многоугольник образован двумя внутренними сонными и базилярной артериями, а также хорошо развитыми передней и задними соединительными артериями. Отходящие от Виллизиева многоугольника передние мозговые артерии, имеют диаметр 1-1,5 мм, средние мозговые артерии — 2,5 мм, задние мозговые артерии — 1,6 мм. Внутренние сонные артерии и в костном канале и в месте вхождения в Виллизиев многоугольник имеют диаметр 4 мм, тогда как соединительные артерии 1,5-1,6 мм. Наружная сонная артерия, сечением 5 мм, кроме внутренней сонной артерии, дает начало внутренней челюстной артерии, сечением 2,5 мм и затылочной артерии сечением 2 мм. Базилярная артерия диаметром 2 мм

образована двумя позвоночными артериями, каждая сечением 1,6 мм.

Несмотря на предположение о существовании на передних, средних и задних мозговых артериях замыкательных механизмов «кисетного типа» [8], мы не обнаружили никаких признаков их существования. Не найдено также отличий в строении стенки внутренней сонной артерии на всем ее протяжении, включая отрезок, заключенный в костном канале.

При сравнении магистральных сосудов головного мозга нерпы с таковыми человека [1] и экспериментальных животных — кролика, кошки и собаки [6] создается четкое впечатление о максимальной близости архитектоники магистральных сосудов мозга нерпы и человека, с тем разницей, что у нерпы артерии основания мозга выглядят непропорционально широкими.

Экстракраниальные сосуды у нерпы также хорошо развиты и обильно анастомозируют с внутримозговыми сосудами. Основные анастомозы:

1. Между внутренней сонной артерией и средней оболочечной артерией — внутри канала и возле пещеристой пазухи.

Между ветвью внутренней сонной артерии — глазной артерией и средней оболочечной артерией.

При закрытии каротид основные коллатерали к мозгу: щитовидная артерия, затылочная артерия, задняя ушная артерия, восходящая шейная артерия, передняя и задняя спинальные артерии.

Таким образом, принципиальная схема архитектоники магистральных сосудов головного мозга нерпы не отличается от таковой у человека. Но при втрое меньшем весе головной мозг нерпы получает кровь из сосудов, не уступающих по всем параметрам сосудам взрослого человека.

Это обеспечивает адекватное кровоснабжение головного мозга нерпы и в состоянии покоя и при погружениях.

Кроме того, внутримозговые сосуды обильно анастомозируют с артериями и венами мягких тканей головы и шеи, имеющих большую емкость.

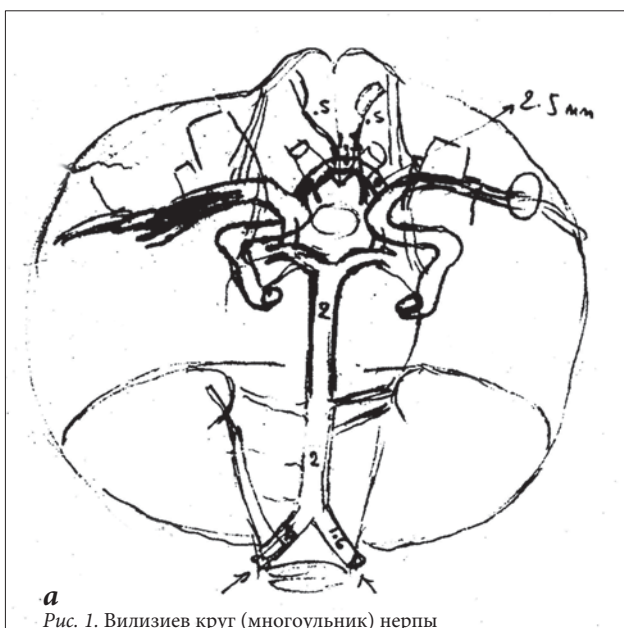
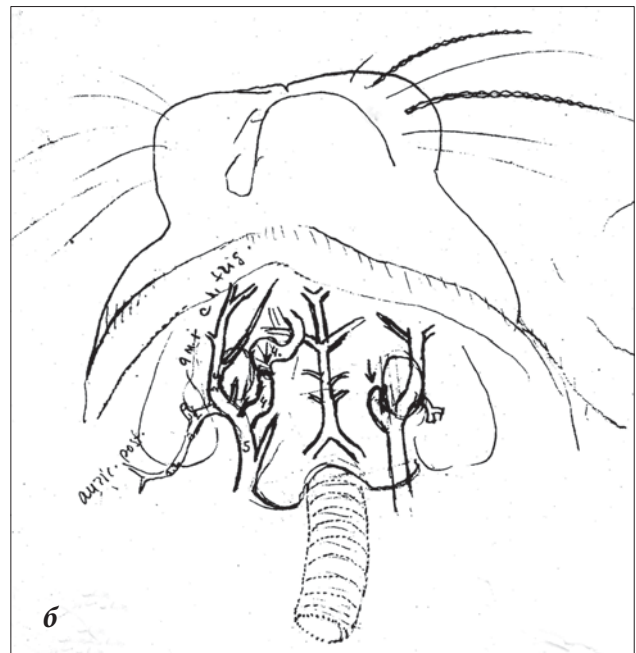


Рис. 1. Виллизиев круг (многоугольник) нерпы



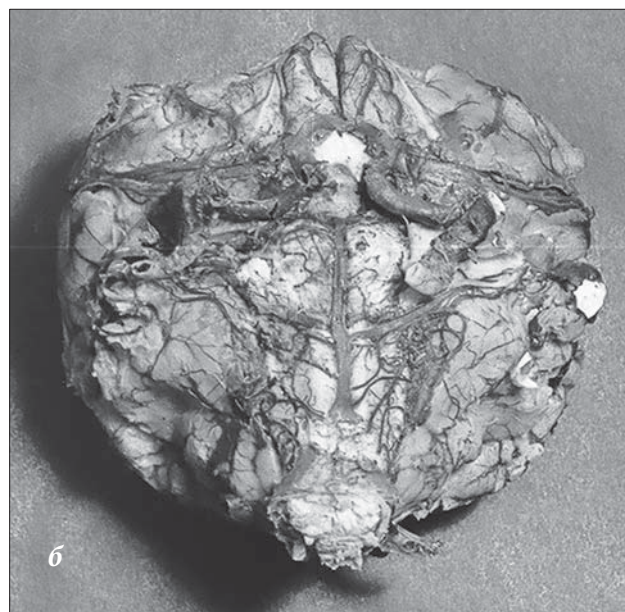
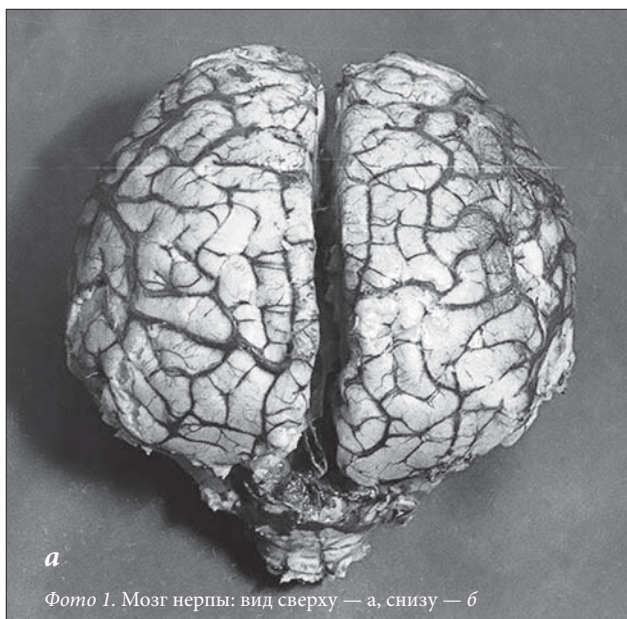


Фото 1. Мозг нерпы: вид сверху — а, снизу — б

Поскольку на малых глубинах (в том числе во время принудительного удержания животных) не реализуются многие адаптационные механизмы, приходится воспользоваться анализом косвенных доказательств.

Первая особенность нерпы по данным Е.А.Петрова (6): на кровь у нее приходится до 10% общей массы тела, причем эритроциты за счет малого диаметра (5-7 мкм) обеспечивают быстрый газообмен в легких и тканях. Высокая кислородная емкость ее эритроцитов связана с высоким содержанием гемоглобина (49-50% от объема клетки). Поскольку гематокрит крови нерпы достигает 60-70%, то все эти параметры обеспечивают 4-5 кратное преимущество перед кровью человека (масса крови в 2 раза, гематокрит и содержание Нб в эритроцитах — в полтора раза каждый, что в итоге составляет $2 \times VA \times \sqrt{U_T} \sim 4-5$ раз). Положителен также факт большей ABP_{O_2} у нерпы ($>10 \text{ мл } O_2 / 100 \text{ г мозга} / \text{мин}$ по сравнению с $6 \text{ мл } O_2 / 100 \text{ г мозга} / \text{мин}$ у человека).

Второй фактор — сосуды мягких тканей головы и шеи нерпы, обладающие большой емкостью, при погружении животного отдают мозгу тем более крови, чем глубже оказывается нерпа.

И, наконец, третий фактор — гипероксигенация крови по данным Nauggard (цит. по Folcov и Neil-8) ведет к суже-

нию мозговых сосудов и снижает потребление кислорода из-за торможения функции окисленного кофактора — а-Липоевой кислоты.

У нерпы в момент подготовки к погружению и происходит гипервентиляция с упомянутыми выше последствиями.

Сравнивая 5-минутный резерв задержки дыхания при погружении в воду человека с 20-25 минутным резервом нерпы, это различие можно объяснить вышеперечисленными факторами, не прибегая к идее сосудистых клапанов, возможно и улучшающих централизацию кровообращения у нерпы при погружении.

Кроме того, конструкция тела этого удивительного ныряльщика позволяет двигаться в воде с минимальными усилиями.

Что же касается человека-акванавта, не пользующегося аквалангом или потерявшего этот аппарат, достаточно убедителен факт семиминутных погружений знаменитого Майоля.

В плане же адаптационных тренировок человека возможно использование высокогорных тренировок, упражнений с задержкой дыхания и, наконец, применение эритропоэтинов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнов А.И., Корниенко В.Н. Тотальная церебральная ангиография. — М. 1971.
2. Галазий Г.И. Байкал в вопросах и ответах. — Иркутск, 1984.
3. Мотавкин П.А. и др. Сравнительная морфология сосудистых механизмов мозгового кровообращения у животных. М., 1981.
4. Петров Е.А. Морфо-физиологические и экологические исследования байкальской нерпы. — Новосибирск, 1982.
5. Яковлева Е.С. развитие внутренней сонной артерии и чужеродной сети основания черепа некоторых млекопитающих. — М., 1947.
6. Chungcharoen D. //J. Physiol. — 1952. — Vol. 117. — P. 56-76.
7. B. Folkow, E. Neil. Circulation. М. Медицина, 1976.
8. Legait E. //Archives de Biologie. — 1947. — Vol. 58. — P. 447.

Адрес для переписки: 664003, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1,
Усов Лев Акимович — профессор кафедры фармакологии