

Нейро- и ангиоархитектоника головного мозга крыс разного возраста после гипотермического воздействия

Д.Г. ЛУЦЕНКО, В.Г. БАБИЙЧУК

Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, г. Харьков

Post-Hypothermic Effect Aspects of Neuro- and Angioarchitecture of Rat's Brain of Different Age

D.G. LUTSENKO, V.G. BABIICHUK

Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov

Цель работы – определить возрастные особенности функциональной архитектуры головного мозга 4-, 6- и 24-месячных крыс при периодическом охлаждении (ПО) низкими положительными (10°C) (10 ПО) и отрицательными температурами (-120°C) (-120 ПО). Фрактальную морфометрию электронно-микроскопических изображений, видеоряда прижизненной микроскопии микроциркуляторного русла мозга проводили по специальной компьютерной программе ФРАМ.

Расчёт размерности D препаратов гипоталамуса 4- и 6-месячных крыс показал, что в широком масштабе величин (увеличение 100-100000) геометрия мозга имеет фрактальные свойства с персистентным уровнем хаотичности ($D\sim 1,1$). Размерность стареющего гипоталамуса близка к эвклидовой ($D\sim 1,01$) и характеризует низкую лабильность структурно-функциональных систем мозга 24-месячных крыс. Изменения афферентных входов термокомпетентных нейронов гипоталамуса при 10 ПО приводит к однотипным немедленным морфофункциональным перестройкам. Хаотичность общей архитектуры гипоталамуса (полутонкие срезы) у 4- и 6-месячных крыс ($D\sim 1,3$) и у 24-месячных крыс ($D\sim 1,1$) повышается, оставаясь в персистентной области. Эффект сохраняется как минимум 2 недели. Такой же стойкий эффект наблюдался и после 9 сеансов -120 ПО, что можно расценивать как ускоренную адаптацию. Следует заметить, что у 4-месячных крыс после -120 ПО значение D повышалось до 1,4, т.е. не выходит из персистентной области, но приближается, на наш взгляд, к опасной “зоне броуновского движения” ($D=1,5$).

Для определения D важна геометрия капиллярного русла. Отслеживая в модельных экспериментах *in vivo* действие норадреналина (НА) на микрогемодициркуляцию в мозге, мы обнаружили изменение фрактальных характеристик не только ангиоархитектоники, но и гемодинамики ($D=1,1$ в норме, $D=1,2$ после введения НА). По современным представлениям формирование морфофизиологических фракталов в сердечно-сосудистой системе – признак надёжного функционирования. Вследствие своей избыточной нерегулярности фрактальные структуры являются робастными системами и хорошо противостоят повреждениям. Отчасти поэтому обнаруженную нами фрактальную динамику микроциркуляции можно считать важной составной частью общего адаптационного синдрома при холодовом стрессе.

Таким образом, мы считаем перспективным использование фрактального подхода для выяснения тонких механизмов реагирования функциональных систем мозга на различные воздействия.

The research aim was to determine the age peculiarities of brain functional architecture in 4-, 6- and 24-months' rats under a periodic cooling (PC) with low positive (10°C) (10 PC) and negative (-120°C) (-120 PC) temperatures. Fractal morphometry for electron-microscopic images, video of vital microscopy of brain microcirculatory bed was done using the specialized computer FRAM software.

Calculating dimension D for hypothalamus preparations of 4- and 6-months' rats has demonstrated that in a wide scale of values (100-100000 magnification) the brain geometry has fractal properties with persistent level of chaotic character ($D\sim 1.1$). Dimension of aging hypothalamus is close to the Euclid one ($D\sim 1.01$), by showing low lability of structural and functional brain systems of 24-months' rats. Changes in afferent inputs of thermocompetent hypothalamus neurons at 10 PC result in uniform immediate morphofunctional rearrangements. Chaotic character of general architecture of hypothalamus (semi-thin sections) in 4- and 6-months' rats ($D\sim 1.3$), as well as in 24-months' ones ($D\sim 1.1$) augments with remaining within a persistent range. This effect is kept for at least 2 weeks. The same stable effect is observed following 9 sessions at -120 PC that may be considered as accelerated adaptation. Of note is that in 4-months' rats after -120 PC D values increased up to 1.4, i.e. it was not beyond a persistent range, but reached a dangerous, from our point of view, “Brownian movement area” ($D=1.5$).

The geometry of capillary bed is of importance for D determination. By tracing norepinephrine effect on microhemocirculation *in vivo* model experiments in brain we found out a change in fractal characteristics of not only angioarchitecture, but hemodynamics as well ($D=1.1$ in the norm, $D=1.2$ after norepinephrine injection). According to the current views the formation of morphophysiological fractals in cardiovascular system is a sign of reliable functioning. Due to their surplus irregularity the fractal structures are the robust systems, therefore they are damage-resistant. Therefore the revealed by us fractal dynamics of microcirculation may be considered as an important component of general adaptation syndrome under cold stress.

Thus, the usage of fractal approach we consider as perspective for revealing intimate mechanisms of brain functional systems response to different effects.