

**ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОНО-ГЛИАЛЬНО-КАПИЛЛЯРНЫХ  
ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В ВЕНТРОЛАТЕРАЛЬНОЙ ГРУППЕ ЯДЕР ТАЛАМУСА  
ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА**

**Харьковский национальный медицинский университет (г. Харьков)**

Работа является фрагментом НИР кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Харьковского национального медицинского университета «Нейроно-глиально-капиллярные взаимоотношения ствола головного мозга человека в системе стереотаксических координат», № государственной регистрации 0102U001861.

**Вступление.** Не вызывает сомнений, что многие заболевания нервной системы, такие как эпилепсия, детский церебральный паралич, болезнь Паркинсона, шизофрения, рассеянный склероз, некоторые типы тремора имеют цереброваскулярное происхождение [13,14]. Одним из современных направлений медицины является функциональная нейрохирургия, использующая методы хирургического вмешательства (пункционные, стереотаксические и открытые) на определенных функциональных структурах-мишенях центральной, периферической или вегетативной нервной системы с целью достижения лечебного эффекта. Использование различных способов разрушения структур, генерирующих или проводящих патологическую импульсацию, позволяет устранить гиперкинезы, патологические изменения мышечного тонуса, болевые синдромы, некоторые психические нарушения. Воздействию подвергаются ядра зрительного бугра, подкорковые структуры, проводники спинного мозга и его корешки. Так, например, при паркинсонизме хирургическому лечению подлежат дрожательная, ригидная и смешанная формы паркинсонизма, в некоторых случаях акинетическая форма. При деструкции вентролатерального ядра таламуса и субталамуса (субталамотомия, кампотомия), как в отдельности, так и в сочетании, удается достичь хорошего лечебного эффекта при тяжелых формах заболевания [1,6].

В этой связи значительный не только теоретический, но и практический интерес представляет изучение взаимоотношений трех функциональных микроединиц центральной нервной системы: нейрон – глиа – микроциркуляторное русло в ядерном комплексе таламуса человека, в частности, в вентролатеральной группе ядер [2,3,4]. В настоящее время имеются только отдельные публикации, посвященные вопросам особенностей взаимоотношений этих функциональных микроединиц нервной системы человека в возрастном и половом аспектах [7,9,12].

**Цель работы** – оценка особенностей связей в системе нейрон – глиа – микроциркуляторное русло в вентролатеральной группе ядер таламуса человека в зависимости от пола и возраста.

**Объект и методы исследования.** Исследования проводились на препаратах таламуса, полученных от 31 человека (20 мужчин, 11 женщин) в возрасте от 30-87 лет. Все препараты были взяты по разработанной нами методике [8,11] у лиц, умерших от заболеваний, не связанных с неврологической патологией. Проведенные исследования полностью соответствуют законодательству Украины и отвечают принципам Хельсинкской декларации прав человека, Конвенции Союза Европы относительно прав человека и биомедицины (подтверждено заключением комиссии по биоэтике, протокол №3, 2006 г.).

Работа была проведена в соответствии с требованиями «Инструкции о проведении судебно-медицинской экспертизы» (приказ МОЗ Украины №6 от 17. 01. 1995), в соответствии с требованиями и нормами, типичным положением по вопросам этики МОЗ Украины № 690 от 23. 09. 2009г.

Для характеристики цитоархитектоники таламуса подсчитывали в каждом из полей зрения количество нейронов, глиальных клеток, сечений капилляров на определенном отрезке поля, а также измеряли длину этого отрезка. Затем вычисляли показатели: плотность расположения нейронов, глиальных клеток и капилляров по разработанной нами формуле:

$$\rho_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^j H_n}{j \cdot S_1} = \frac{\sum_{i=1}^j H_n}{j} \cdot k \quad [\rho_{cp}] = \frac{H}{мм^2} = H \cdot мм^{-2},$$

где  $\rho_{cp}$  – плотность любого из исследуемых тканевых компонентов (нейронов, глии, капилляров) в препарате;

j – количество полей зрения;

$S_1$  – площадь одного поля зрения;

k – коэффициент равный обратной величине площади поля зрения

$$(k = \frac{1}{S_1} = 0,848 \text{ мм}^{-2});$$

$H_n$  – количество выбранных тканевых компонентов в  $n$ -ном поле зрения;

$\sum H_n$  – алгебраическая сумма тканевых компонентов на  $n$ -ном стекле;

$\sum_{i=1}^j H_n = H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_j$  – сумма тканевых компонентов в препарате, где  $H_1, H_2, H_3, H_j$  – количество тканевых компонентов соответственно в 1, 2, 3, и  $j$ -ном полях зрения.

При проведении морфометрических исследований подсчитывались все нейроны в поле зрения, ядра которых попадали в плоскость среза, все глиальные клетки, а также сателлиты нейронов. При подсчете капилляров учитывались все капилляры, лежащие, как возле нейронов, так и удаленные от периакрионов на расстоянии не более 25 мкм (зона Sharrer) [10, 15].

Для исследования структуры связей в системе нейрон-глия-капилляр был использован факторный анализ [5].

**Результаты исследований и их обсуждение.** После подсчета плотности исследуемых тканевых компонентов в препаратах таламуса мужчин и женщин разных возрастных групп для наглядности сравнения полученные результаты были пронормированы на плотность нейронов (т. е. определено, какая плотность глиальных клеток и капилляров приходится на единицу плотности нейронов). На **рис. 1** графически представлены полученные соотношения в разных возрастных группах мужчин и женщин. По **рис. 1** можно отметить, что возрастная динамика плотности тканевых компонентов в гендерных группах сходная. С увеличением

возраста увеличивается плотность глиальных клеток (в группе мужчин в большей степени) и снижается плотность капилляров, приходящихся на единицу плотности нейронов. Наибольшие гендерные отличия имеются в старшей возрастной группе.

В результате анализа полученных количественных соотношений можно отметить, что у мужчин с 1 по 5 возрастную группу относительная плотность глии (по отношению к плотности нейронов соответствующей возрастной группы) возрастает в среднем на 38 % при переходе к следующей возрастной группе. Только в последней группе рост относительной плотности глии велик и составил 170 %. Аналогичная тенденция выявляется и в группе женщин. В последней возрастной группе рост относительной плотности глии выражен несколько меньше, чем у мужчин и составляет 125 %.

Относительная плотность капилляров у мужчин также возрастает в среднем на 20 % в первых пяти группах и скачком возрастает на 80 % в шестой группе. У женщин рост показателя происходит неравномерно и при переходе к последней возрастной группе составляет 46 %.

Можно отметить, что у мужчин динамика показателей нейроно-глиально-капиллярных соотношений с возрастом выражена сильнее, чем у женщин. Морфологических особенностей глиальных клеток ни у одного из полов не обнаружено. Соотношение нейрон-глия у женщин составляет 1:10,8, у мужчин – 1:11,9, что, возможно, обусловлено более активными синтетическими процессами в мужском мозге. Следует отметить более выраженную васкуляризацию мужского таламуса: на один нейрон у мужчин приходится в среднем 9,8 капилляра, а у женщин – 8,8.

Поскольку возрастная динамика исследуемых показателей в группах мужчин и женщин сходная, представляет интерес исследование структуры связей между ними с использованием факторного анализа. На **рис. 2** представлены факторные структуры показателей мужчин и женщин.

По **рис. 2** очевидно, что система исследованных показателей, как у мужчин, так и у женщин жестко детерминированная, поскольку образована одним фактором, который можно назвать «возрасто-нейроно-глиально-капиллярным». Влияние этого фактора приводит к снижению плотности нейронов и капилляров с одновременным ростом плотности глии при увеличении возраста. Такое соотношение между исследуемыми показателями соответствует современным представлениям. Вклад длины линии СА-СР в фактор маленький, причем под действием фактора этот показатель у мужчин с возрастом несколько увеличивается, а у женщин – убывает. Полученный фактор достаточно хорошо описывает исследуемую систему показателей, поскольку на случайную составляющую приходится только 30 %.

Анализируя конфигурацию связей в гендерных группах можно отметить, что нейроно-глиально-капиллярные взаимоотношения мужчин и женщин построены по одному принципу. Имеют место



**Рис. 1.** Структура нейроно-глиально-капиллярных соотношений в вентролатеральной группе ядер таламуса мужчин и женщин разных возрастных групп.



**Рис. 2. Факторные структуры нейроно-глиально-капиллярных взаимоотношений мужчин и женщин разного возраста.**

только небольшие отличия в значениях факторных нагрузок, причем связи с исследуемыми показателями (плотности нейронов, капилляров и глии) значимые и сильные. Для подтверждения отсутствия достоверных отличий в структуре

связей был рассчитан коэффициент детерминации между факторными нагрузками мужчин и женщин. Коэффициент детерминации составил 94%, что указывает на отсутствие достоверных отличий в структуре связей между показателями в исследованных группах.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Нейроны, глиа и капилляры образуют единую функциональную систему, свойства которой зависят от возраста и не зависят от пола.

2. Нейроно-глиально-капиллярные взаимоотношения мужчин и женщин построены по одному принципу.

3. Как у мужчин, так и у женщин отмечаются одинаковые изменения показателей нейроно-глиально-капиллярных взаимоотношений в вентролатеральной группе таламуса с увеличением возраста, гендерные различия заключаются только в степени выраженности этих изменений (у мужчин показатели изменяются в большей степени, чем у женщин).

**Перспективой дальнейших исследований** является изучение морфологических особенностей переднего ядра таламуса, нейроно-глиально-капиллярные взаимоотношения в этой зоне с учетом возраста, асимметрии, пола.

### Литература

1. Аничков А. Д. *Стереотаксические системы*: монография / А. Д. Аничков, Ю. З. Полонский, В. Б. Низковолос. – СПб.: Наука, 2006. – 142 с.
2. Бережная Л. А. Обособленные клеточные скопления в некоторых ядрах переднего таламуса взрослого человека / Л. А. Бережная // *Актуальные вопросы экспериментальной и клинической морфологии*. – 2002. – № 2. – С. 29 – 30.
3. Бережная Л. А. Нейронная организация вентрального переднего вентрального латерального ядер таламуса человека / Л. А. Бережная // *Морфология*. – 2002. – Т. 121, № 1. – С. 38 – 43.
4. Боголепова И. Н. Некоторые критерии индивидуальной вариабельности корковых структур нижнетеменной области мозга человека / И. Н. Боголепова, Л. И. Малофеева // *Современные проблемы нейробиологии, исследования висцеральных систем и их регуляции в возрастном аспекте: материалы третьего междунар. симпозиума* / Изд-во Мордов. ун-та. – Саранск, 2001. – С. 12.
5. Иберла И. *Факторный анализ* / И. Иберла. – М.: Статистика, 1980. – 400 с.
6. Кандель Э. И. *Функциональная и стереотаксическая нейрохирургия* / Э. И. Кандель. – М.: Медицина, 1981. – 368 с.
7. Коваленко В. Е. Гистоангиологическая характеристика медиального и вентролатерального ядер зрительного бугра человека / В. Е. Коваленко, С. Ю. Масловский, С. В. Рыхлик // *Морфологические проблемы гистогенеза и регенерации тканей: материалы научн. конф., Военно-медицинская академия*. – Санкт-Петербург, 2001. – С. 107.
8. Коваленко В. Е. Методика определения границ ядерных образований таламуса человека / В. Е. Коваленко, С. В. Рыхлик // *Буковинский медицинский вiсник*. – 2001. – Т. 5, № 3-4. – С. 51-52.
9. Коваленко В. Е. Половые особенности количественных взаимоотношений нейроцитов, глиальных клеток и гемокпилляров таламуса человека в системе стереотаксических координат / В. Е. Коваленко, С. В. Рыхлик // *Медицина третьего тысячеліття: зб. тез конф. молодих вчених Харківського державного медичного університету*. – Харків, 2002. – С. 20.
10. Москаленко Ю. Е. *Принципы изучения сосудистой системы головного мозга* / Ю. Е. Москаленко, В. А. Хилько. – Л.: Наука, 1984. – 70 с.
11. Рыхлик С. В. Способ подготовки препаратов головного мозга для изучения нейроно-глиально-капиллярных взаимоотношений / С. В. Рыхлик, В. Е. Коваленко, С. Ю. Масловский // *Вісник проблем біології і медицини*. – 2003. – Вип. 2. – С. 47-48.
12. Рыхлик С. В. Особенности нейронной организации вентролатеральной группы ядер таламуса человека в возрастном аспекте с учетом асимметрии / С. В. Рыхлик // *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*. – 2007. – Вип. 4. – С. 284-287.
13. Stereotactic thalamotomy for Parkinsonian and others types of tremor. Experiences of thalamic multiunit burst activity by means of semimicrotrode / I. Balbs, C. Llumiguano, Z. Horv6th [et al.] // *Rev. Neurol.* – 2001. – Vol. 32 (6). – P. 520-524.
14. The ventral lateral posterior nucleus of the thalamus in schizophrenia: a post-mortem study / P. Danos, B. Baumann, H. G. Bernstein [et al.] // *Psychiatry Res.* – 2002. – Vol. 114 (1). – P. 1-9.
15. Scharrer T. The blood vessels of the nervous tissue / T. Scharrer // *Quart. Rev. Biol.* – 1949. – Vol. 19. – P. 308-318.

УДК 611.814.7

### ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОНО-ГЛИАЛЬНО-КАПИЛЛЯРНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В ВЕНТРОЛАТЕРАЛЬНОЙ ГРУППЕ ЯДЕР ТАЛАМУСА ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Рыхлик С. В.

**Резюме.** В соответствии с современными представлениями заболевания нервной системы, такие как эпилепсия, детский церебральный паралич, болезнь Паркинсона, шизофрения, рассеянный склероз, некоторые типы тремора имеют цереброваскулярное происхождение. Значительный теоретический и практический интерес представляет изучение взаимоотношений трех функциональных микроединиц центральной нервной системы: нейрон – глия – микроциркуляторное русло в ядерном комплексе таламуса человека, что связано с потребностями лечения неврологической патологии.

Целью работы явилась оценка особенностей связей в системе нейрон – глия – микроциркуляторное русло в вентролатеральной группе ядер таламуса человека в зависимости от пола и возраста.

На основании исследования препаратов таламуса 31 человека (20 мужчин, 11 женщин) в возрасте от 30–87 лет установлены особенности системы нейрон – глия – микроциркуляторное русло в вентролатеральной группе ядер. Показано, что нейроны, глия и капилляры образуют единую функциональную систему, свойства которой зависят от возраста и не зависят от пола. Как у мужчин, так и у женщин отмечаются одинаковые изменения показателей нейроно-глиально-капиллярных взаимоотношений в вентролатеральной группе таламуса с увеличением возраста, гендерные различия заключаются только в степени выраженности этих изменений (у мужчин показатели изменяются в большей степени, чем у женщин).

**Ключевые слова:** таламус, вентролатеральная группа ядер, нейрон, глия, микроциркуляторное русло.

УДК 611.814.7

### ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ НЕЙРОНО-ГЛІАЛЬНО-КАПІЛЯРНИХ ВЗАЄМИН У ВЕНТРОЛАТЕРАЛЬНІЙ ГРУПІ ЯДЕР ТАЛАМУСА ПРОМІЖНОГО МОЗКУ ЛЮДИНИ

Рихлік С. В.

**Резюме.** Відповідно до сучасних уявлень захворювання нервової системи, такі як епілепсія, дитячий церебральний параліч, хвороба Паркінсона, шизофренія, розсіяний склероз, деякі типи тремора мають цереброваскулярне походження.

Значний теоретичний і практичний інтерес представляє вивчення взаємин трьох функціональних мікроєдиниць центральної нервової системи: нейрон – глія – мікроциркуляторне русло в ядерному комплексі таламуса людини, що пов'язане з потребами лікування неврологічної патології.

Метою роботи була оцінка особливостей зв'язків в системі нейрон – глія – мікроциркуляторне русло у вентролатеральній групі ядер таламуса людини залежно від статі і віку.

На підставі дослідження препаратів таламуса 31 людини (20 чоловіків, 11 жінок) у віці від 30–87 років встановлено особливості системи нейрон – глія – мікроциркуляторне русло у вентролатеральній групі ядер. Показано, що нейрони, глія і капіляри утворюють єдину функціональну систему, властивості якої залежать від віку і не залежать від статі. Як у чоловіків, так і у жінок мають місце однакові зміни показників нейроно-глиально-капілярних взаємин у вентролатеральній групі таламуса із збільшенням віку, гендерні відмінності полягають лише в ступені цих змін (у чоловіків показники змінюються більшою мірою, чим у жінок).

**Ключові слова:** таламус, вентролатеральна група ядер, нейрон, глія, мікроциркуляторне русло.

UDC 611.814.7

### Gender-Specific Characteristics of Neuro-Glial-Capillary Relationships in the Ventrolateral Thalamic Nuclear Group of the Human Diencephalon

Ryhlik S. V.

**Abstract.** Following modern concepts central nervous system diseases such as epilepsy, infantile cerebral paralysis, Parkinson's disease, schizophrenia, multiple sclerosis, some kinds of tremor have a cerebrovascular origin. The studying process of relationships between three functional micro-subunits of central nervous system, i. e. neuron-glia cells-microcirculatory bed, in the complex of thalamic nuclei is of great theoretical and practical concern for better medical treatment of neurological pathology.

The study was designed to estimate special connection features in the system: neuron-glia cells-microcirculatory bed in the ventrolateral thalamic nuclear group depending on sex and age.

The study was performed on 31 thalami obtained from 20 men and 11 women aged 30–87 years without any neurological pathology. For better demonstrative presentation results obtained after estimating of neuron density, glial cells density and capillary density in the slides of thalami of men and women of different age groups were normalized with the density of neurons (i. e. was found out what glial cell density and capillary density were referred to one neuron density unit. Quantitative analysis revealed that relative glial cell density was increased up to 38 % on average towards the neuronal density in the same age group in relation to the following age group. The last age group showed significant increase in the relative glial cell density of 170 %. The same tendency was revealed in the women's age groups. The last women's age group showed less increase in relative glial cell density compared with men and was detected at the level of 125 %. The male relative capillary density also was increased by 20 % in the

first five groups and jumps up 80% in the last sixth age group. The relative capillary density increasing in women occurred irregularly and was accounted for 46% passing to the last age group.

Morphological peculiarities of glial cells in both sexes were not detected. Neuron-glial cell ratio was 1:10,8 in women and 1:11,9 in men that could be influenced by more active metabolic activity in the male brain. It ought be noted that male thalamus had got more significant vascularization: one male neuron was supported by 9. 8 capillaries on average, one female neuron – by 8. 8.

Topology estimation between estimated values in gender groups made with the help of factor analysis revealed that neuro-glial-capillary relationships in men and women were based on the same principle. Only minor differences in factor loading were present and factor correlations with estimated values (neuronal, glial and capillary densities) were significant and strong. The coefficient of determination between factor loadings of estimated values in men and women was 94% that confirmed absence of reliable differences in the communication structures.

The present study demonstrates that neurons, glial cells and capillaries form an integrated functional system, which features depend on age and doesn't depend on sex. The same value changes of neuro-glial-capillary relationships are observed in ventrolateral thalamic nuclear group with increasing age in both men and women. Gender differences are confined only in the degree of their manifestation.

**Key words:** thalamus, ventrolateral thalamic nuclear group, neuron, glial cells, microcirculatory bed.

*Рецензент – проф. Шепітько В. І.*

*Стаття надійшла 28. 03. 2014 р.*