

## ТЕОРЕТИЧНА І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА МЕДИЦИНА

УДК 611.817.1

*А.Ю. Степаненко**Харьковский национальный медицинский университет*

### СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ВАРИАНТНАЯ АНАТОМИЯ БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРВЯ МОЗЖЕЧКА ЧЕЛОВЕКА

Установлены варианты структурной организации белого вещества червя мозжечка. Описаны восемь основных ветвей белого вещества, являющихся основой десяти долек. Среди этих ветвей можно выделить постоянные (первая, вторая и восьмая), непостоянную (третья) и переменные (пятая–седьмая), которые могут начинаться общими стволами белого вещества.

**Ключевые слова:** мозжечок, человек, вариантная анатомия.

Мозжечок среди всех структур ЦНС имеет наиболее сложную пространственную конфигурацию, связанную с организацией *arbor vitae* («древа жизни») — белого вещества, являющегося структурной основой его коры [1]. Описание отделов мозжечка базируется как минимум на четырех подходах: анатомическом, эмбриогенетическом, нейростологическом и функциональном [2]. Классификация отделов коры мозжечка, использующаяся в международной анатомической номенклатуре, основана на разработанном О. Ларселлом (1952) принципе медиолатеральной непрерывности, предполагающем, что полушария мозжечка являются продолжением его червя [2]. Червь и полушария делятся на десять долек главными бороздами, переходящими с одного полушария через червь на другое. Долькам червя соответствуют определенные дольки полушарий. Дольки обозначаются как цифрами, так и их историческими названиями, которые иногда не совпадают [1, 2].

В настоящее время многие вопросы анатомии мозжечка подвергаются пересмотру и уточнению в связи с широким применением КТ и МРТ, создаются новые атласы «классической» и «компьютерной» анатомии мозжечка [3–8]. Однако имеющиеся в руководствах сведения о строении мозжеч-

ка базируются, как правило, на данных, полученных на небольшом количестве объектов, иногда даже на одном, и не учитывают, по признанию самих авторов, его индивидуальную изменчивость. В связи с этим актуальным направлением морфологических исследований мозжечка является изучение вопроса нормы его строения, отражающей закономерности индивидуальной изменчивости [9–16].

Как следует из сказанного, основное внимание уделялось организации поверхностных листков мозжечка и структуре его борозд; белое вещество не привлекало внимание исследователей.

Цель работы — установить индивидуальную изменчивость и закономерности вариантной анатомии белого вещества червя мозжечка человека.

**Материал и методы.** Исследование проведено на базе Харьковского областного бюро судебно-медицинской экспертизы на 150 объектах — мозжечках трупов людей обоего пола, умерших от причин, не связанных с патологией мозга, в возрасте 20–99 лет.

В ходе судебно-медицинского вскрытия определяли антропометрические и краниометрические данные и проводили морфометрию мозжечка после его выделения из черепной коробки. Затем мозжечок фикси-

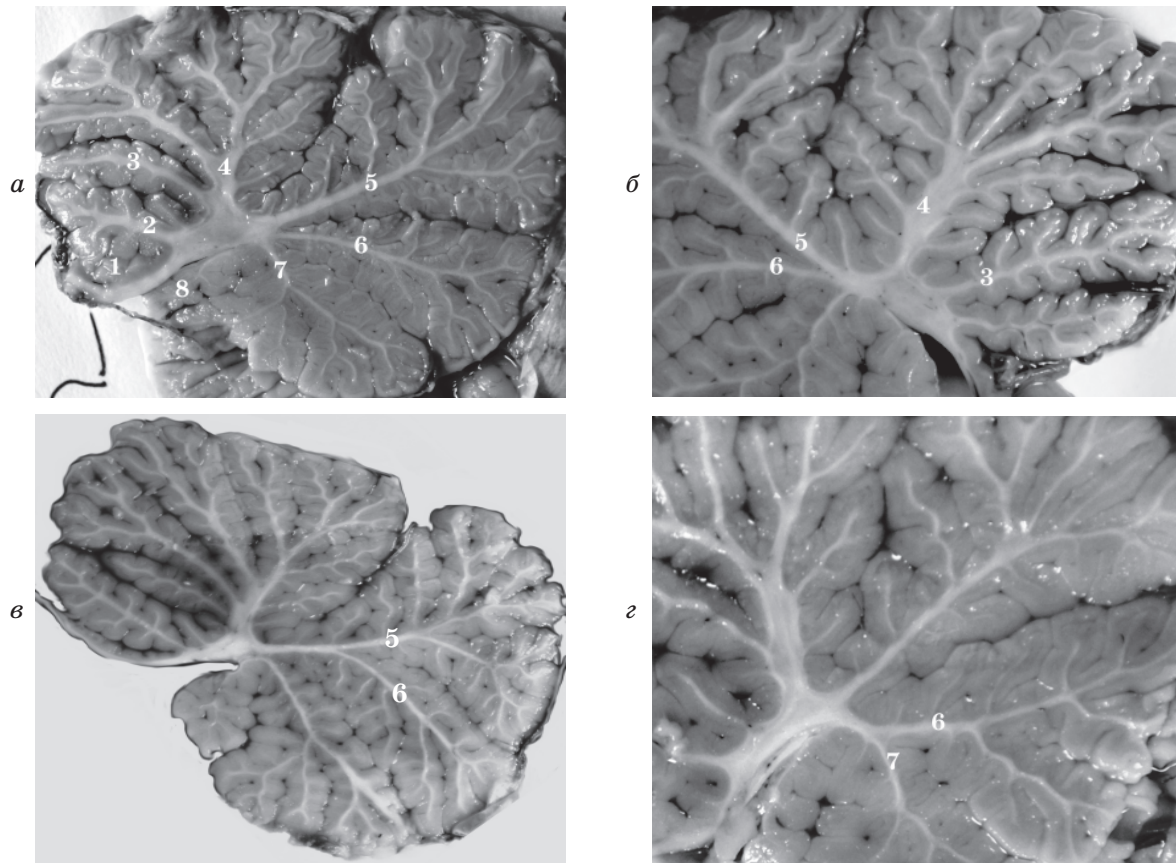
© А.Ю. Степаненко, 2011

ровали в течение месяца в 10 % растворе формалина, после чего рассекали червь мозжечка строго по центральной сагиттальной плоскости. Вид мозжечка на разрезе фотографировали зеркальным цифровым фотоаппаратом и проводили анализ изображений.

**Результаты и их обсуждение.** Древо жизни мозжечка состоит из центрального белого вещества, от которого отходят ветви, образующие доли мозжечка (рисунок). Центральное белое вещество по форме напоминает многоугольник, основание которого лежит на верхнем мозговом парусе: чаще всего — трапецию, реже — другие геометрические фигуры — пятиугольник, треугольник и др., в зависимости от особенностей отхождения от него ветвей. В центре центрального белого вещества иногда определяется серое вещество центральной пары ядер мозжечка.

Первая ветвь белого вещества, отходящая от нижнего медиального угла основания центрального белого вещества, *ramus paleocerebellaris superior I (ramus lobuli I)*, лежит на внутренней поверхности верхнего мозгового паруса и образует первую дольку червя, или язычок (*lingula*). Кора дольки представляет собой тонкий слой серого вещества, как правило, разделяющийся на несколько листков. Примерно в каждом четвертом наблюдении первая ветвь отделяется от верхнего паруса и продолжается в небольшую самостоятельную веточку белого вещества с несколькими листками серого вещества.

Вторая ветвь белого вещества, *ramus paleocerebellaris superior II (ramus lobuli II)*, отходит от верхнего медиального угла центрального белого вещества и формирует основу первой вершины II доли червя, центральной дольки (*lobulus centralis*, долька II).



Центральное сагиттальное сечение червя мозжечка человека:

*а* — восемь ветвей белого вещества (1–8), общее начало третьей и четвертой ветвей; *б* — самостоятельное начало третьей и четвертой ветвей белого вещества, общее начало пятой и шестой ветвей; *в* — общее начало пятой и шестой ветвей белого вещества; *г* — общее начало шестой, седьмой и восьмой ветвей белого вещества; *е* — общее начало пятой, шестой и седьмой ветвей белого вещества; *ж* — вариант общего начала пятой, шестой и седьмой ветвей белого вещества, пятая и шестая ветви начинаются вместе; *з* — вариант общего начала пятой, шестой и седьмой ветвей белого вещества, шестая и седьмая ветви начинаются вместе (см. также с. 7)

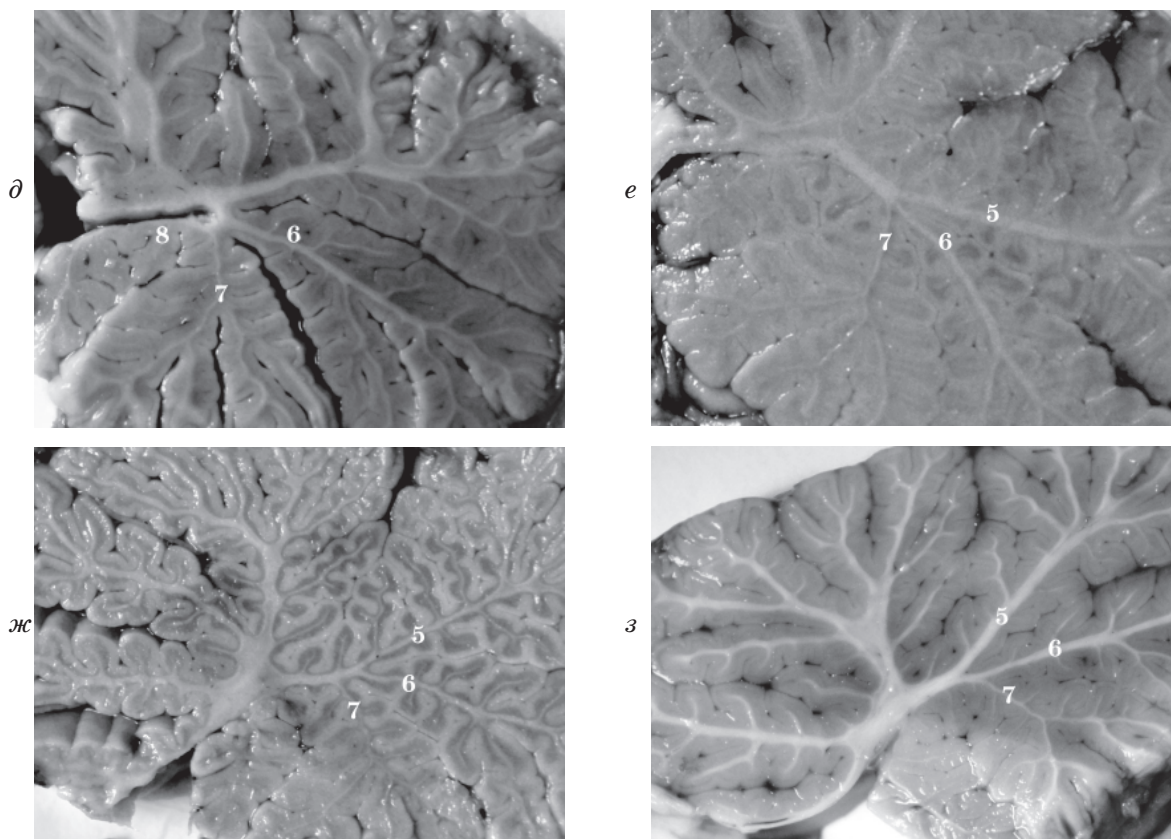


Рисунок. Окончание

Третья ветвь белого вещества, *ramus paleocerebellaris superior III (ramus lobuli III)*, формирует основу второй вершины центральной доли (дольки III). Она отходит от центрального белого вещества самостоятельно, реже — вместе со второй или четвертой ветвью.

Четвертая ветвь белого вещества, *ramus paleocerebellaris superior IV (ramus lobules IV–V)*, — самая мощная — отходит практически вертикально, перпендикулярно основанию центрального белого вещества и делится на крупные первичные ветви, от которых начинаются вторичные, заканчивающиеся листками коры, лежащими как на свободной поверхности мозжечка, так и скрытыми в глубине извилин. Четвертая ветвь является основой вершины (*culmen*, дольки IV–V).

Пятая ветвь белого вещества, *ramus neocerebellaris (ramus lobules VI–VII)*, формирует неocerebellарные дольки мозжечка — скат (*declive*, VI), листок червя (*folium vermis*, VIIA) и бугор червя (*tuber vermis*, VIIB). Достаточно широкая и, как правило, прямая, она продолжается на определенном расстоянии от центрального белого вещества,

отдавая ветви, формирующие листки неocerebellлюма, скрытые в глубине борозд мозжечка, и только ближе к поверхности делится на 2–3 крупные ветви, образующие упомянутые дольки.

Шестая ветвь белого вещества, *ramus paleocerebellaris inferior I (ramus lobuli VIII)*, как правило, тоньше пятой, формирует по ходу отдельные листки и небольшие веточки и ближе к концу распадается на две ветви, формирующие поверхностные листки пирамиды (*pyramis*, долька VIII).

Седьмая ветвь белого вещества, *ramus paleocerebellaris inferior II (ramus lobuli IX)*, недалеко от основания делится на две первичные ветви, которые, также дихотомически разделяясь на более мелкие ветви, формируют листки язычка уздечки (*uvula*, IX).

Восьмая, последняя ветвь белого вещества, *ramus archeocerebellaris (ramus lobuli X)*, отходит вниз от вершины шатра мозжечка, продолжается по поверхности нижнего мозгового паруса, затем отходит от него в виде самостоятельной ветви, на которой находятся листки коры узелка (*nodulus*, долька X).



Кроме ветвей белого вещества, формирующих дольки мозжечка, на центральном белом веществе располагаются отдельные листки серого вещества — *folii accessorii* (рисунок, а).

Описанная структура белого вещества, когда от центрального белого вещества отходят восемь ветвей, формирующих по отдельности дольки червя, не является наиболее распространенной. Встречаются другие варианты отхождения ветвей от центрального белого вещества и их взаимного расположения. Так, третья ветвь белого вещества является непостоянной, встречается только в 28 % наблюдений. При этом в половине случаев она начинается от центрального белого вещества самостоятельно (рисунок, б), а в другой половине — общим широким и коротким стволом, *truncus paleocerebellaris superior* (*truncus communis r. paleocerebellaris superioris* II–III, *truncus communis l. III–V*), вместе со следующей ветвью (рисунок, а). На обеих его сторонах могут находиться 1–2 добавочных листка серого вещества. В единичных наблюдениях третья ветвь начинается вместе со второй.

В случае, когда третья ветвь отсутствует, добавочный листок серого вещества между второй и четвертой ветвями белого вещества может быть удлиннен и напоминать редуцированную ветвь, не доходящую до свободной поверхности мозжечка.

В 28 % наблюдений пятая и шестая ветви начинаются общим стволом, *truncus communis r. V–VI*, или *truncus communis lobules VI–VIII* (рисунок, в). Длина его различна. Это может быть небольшой ствол, фактически общее начало, на который переходит серое вещество с крайних листков обеих формирующих его ветвей, или, наоборот, достаточно длинный, хорошо заметный ствол с несколькими добавочными листками серого вещества (*folii accessorii truncus communis*) — от одного до четырех, верхних и нижних.

Реже, в 8 % наблюдений, имеется ствол, общий для шестой и седьмой ветвей — *truncus communis paleocerebellaris inferior*, или *truncus communis r. VI–VII*, или *truncus communis lobules VIII–IX* (рисунок, г). В 1 % наблюдений от него начиналась и восьмая ветвь (рисунок, д).

Примерно в половине случаев (в 47 %) имеет место общее начало трех ветвей: пятой, шестой и седьмой — *truncus communis r. V–VII*, или *truncus communis lobules VI–IX* (рисунок, е). От него, в свою очередь,

начинаются не только пятая, шестая и седьмая ветви, но и описанные стволы. Так, ствол *truncus communis lobules VI–VIII* в 55 % наблюдений отходит непосредственно от центрального белого вещества, а в 45 % — от ствола *truncus communis lobules VI–IX* (рисунок, ж). Ствол *truncus communis lobules VIII–IX* в 63 % наблюдений отходит самостоятельно от центрального белого вещества, в 37 % — от ствола *truncus communis lobules VI–IX* (рисунок, з). Следовательно, пятая ветвь самостоятельно отходит от ствола *truncus communis lobules VI–IX* в 52 % наблюдений, в 48 % — общим стволом вместе с шестой ветвью. Шестая ветвь, в свою очередь, самостоятельно отходит от этого ствола в 42 % наблюдений, еще в 10 % — вместе с седьмой ветвью. Седьмая ветвь самостоятельно начинается в 90 % наблюдений.

Таким образом, пятая ветвь самостоятельно начинается от центрального белого вещества только в 25 % наблюдений, еще в 25 % — как самостоятельная ветвь от ствола *truncus communis lobules VI–IX*, в 28 % она начинается от ствола *truncus communis lobules VI–VIII*, который начинается непосредственно от центрального белого вещества, и в 22 % наблюдений — от этого же ствола, но только не отходящего непосредственно от центрального белого вещества, а являющегося ветвью *truncus communis lobules VI–IX*.

Шестая ветвь самостоятельно начинается от центрального белого вещества только в 15 % наблюдений, в 20 % она самостоятельно отходит от *truncus communis lobules VI–IX*, в 28 % — от *truncus communis lobules VI–VIII*, в 8 % — от *truncus communis lobules VIII–IX*, еще в 1 % — от него же вместе с ветвью к дольке X, в 23 % — от *truncus communis lobules VI–VIII*, который отходит от *truncus communis lobules VI–IX*, и в 5 % — от *truncus communis lobules VIII–IX*, который также отходит от *truncus communis lobules VI–IX*.

Седьмая ветвь самостоятельно начинается от центрального белого вещества в 43 % наблюдений, еще в 42 % — как ветвь ствола *truncus communis lobules VI–IX*, в 10 % — как ветвь ствола *truncus communis lobules VIII–IX*, в том числе в 2 % — вместе с восьмой ветвью и в 5 % — как ветвь ствола *truncus communis lobules VIII–IX*, начинающегося от ствола *truncus communis lobules VI–IX*.

Таким образом, количество ветвей белого вещества, отходящих от центрального бе-

лого вещества, варьирует от 5 до 8. Максимальное количество ветвей белого вещества наблюдается только в 2 %, 7 ветвей белого вещества — в 16 %, 6 — у 44 % и 5 — у 39 % объектов.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что организация белого вещества червя мозжечка вариабельна, подвержена индивидуальной изменчивости. Не существует какой-то одной, «классической», организации белого вещества червя, наоборот, имеется многообразие ее вариантов.

В структуре белого вещества червя мозжечка выделяются восемь ветвей, служащих основой десяти долек. Верхний палеocerebellum начинается четырьмя ветвями белого вещества, из которых одна является непостоянной. Три дольки неocerebellum лежат на одной общей ветви белого вещества, тогда как каждая из долек нижнего палеocerebellum начинается самостоятельной ветвью белого вещества. Неocerebellarная и нижние палеocerebellarные ветви белого вещества могут начинаться самостоятельно, попарно вместе или все три вместе одним или одним-двумя общими стволами. Следовательно, среди ветвей белого вещества можно выделить постоянные ветви, существующие во всех мозжечках (первая, вторая и восьмая), непостоянную (третья), имеющуюся не во всех мозжечках, и вариабельные (пятая-седьмая), которые могут начинаться как самостоятельно, так и общими стволами вместе с другими ветвями.

Обращает на себя внимание тот факт, что индивидуальная анатомическая изменчивость белого вещества мозжечка по-раз-

ному проявляется в трех разных функциональных зонах. Так, архипереbellum, эволюционно наиболее древний отдел мозжечка (восьмая ветвь белого вещества и долька X), функционально соответствующий вестибулоcerebellum, отделу мозжечка, связанному с вестибулярным анализатором, наименее изменчив. Верхний палеocerebellum, эволюционно старый отдел мозжечка (первая-четвертая ветви белого вещества, дольки I-V), соответствующий спиноcerebellum, отделу мозжечка, связанному со спинным мозгом, более изменчив. Наконец, неocerebellum, эволюционно новый отдел мозжечка (пятая ветвь, дольки VI-VII) и нижний палеocerebellum (шестая-седьмая ветви, дольки VIII, IX), вместе соответствующие понтоcerebellum, отделу мозжечка, связанному через ядра моста с корой полушарий головного мозга, наиболее изменчивы и их изменчивость проявляется во взаимосвязи.

### Выводы

В основе строения коры червя мозжечка лежат восемь ветвей белого вещества, из которых третья ветвь белого вещества является непостоянной.

Пятая-седьмая ветви белого вещества могут иметь общее начало в виде отдельных стволов белого вещества. Таких стволов три: общий для пятой и шестой ветвей, общий для шестой и седьмой ветвей и общий для трех ветвей — пятой, шестой и седьмой.

Индивидуальная изменчивость сагиттальных сечений червя должна стать основой для построения атласов серийных срезов мозжечка.

### Список литературы

1. Синельников Р. Д. Атлас анатомии человека : в 4 т. / Р. Д. Синельников, Я. Р. Синельников. — М. : Медицина, 1996. — Т. 4. — 1996. — С. 71-75.
2. Калиниченко С. Г. Кора мозжечка / С. Г. Калиниченко, П. А. Мотавкин. — М. : Наука, 2005. — 320 с.
3. Соловьев С. В. Размеры мозжечка человека по данным МР-томографии / С. В. Соловьев // Вестник рентгенологии и радиологии. — 2006. — № 1. — С. 19-22.
4. Three-dimensional MRI atlas of the human cerebellum in proportional stereotaxic space / J. D. Schmahmann, J. Doyon, D. McDonald [et al.] // Neuroimage. — 1999. — Sep. — V. 10 (3), pt. 1. — P. 233-260.
5. Van Essen D. C. Surface-based atlases of cerebellar cortex in the human, macaque, and mouse / D. C. Van Essen // Ann. N.-Y. Acad. Sci. — 2002. — Dec. — V. 978. — P. 468-479.
6. Probabilistic 3D MRI atlas of the human cerebellar dentate/interposed nuclei / A. Dimitrova, D. Zeljko, F. Schwarze [et al.] // Neuroimage. — 2006. — Mar. — V. 30 (1). — P. 12-25.
7. MRI atlas of the human cerebellar nuclei / A. Dimitrova, J. Weber, C. Redies [et al.] // Neuroimage. — 2002. — Sep. — V. 17 (1). — P. 240-255.
8. A probabilistic MR atlas of the human cerebellum / J. Diedrichsen, J. H. Balsters, J. Flavell [et al.] // Neuroimage. — 2009. — May 15. — V. 46 (1). — P. 39-46.
9. Ellis R. S. Norms for some structural changes in human cerebellum from birth to old age / R. S. Ellis // J. Comp. Neurol. — 1920/1921. — V. 32. — P. 1-35.

10. Бекова Д. Б. Индивидуальная анатомическая изменчивость органов, систем и формы тела человека / Д. Б. Бекова. — К. : Здоров'я, 1988. — 224 с.
11. Корольков А. А. Философские проблемы и нормы в биологии и медицине / А. А. Корольков, В. П. Петленко. — М. : Просвещение, 1977. — 391 с.
12. Максименков А. Н. Учение об изменчивости органов и систем тела человека / А. Н. Максименков // Вестник хирургии. — 1957. — № 8. — С. 3–19.
13. Маргорин Е. М. Индивидуальная анатомическая изменчивость организма человека / Е. М. Маргорин. — М., 1975. — 215 с.
14. Мардерштейн И. Г. О трактовке нормы в анатомии человека / И. Г. Мардерштейн // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. — 1965. — № 12. — С. 83–87.
15. Сперанский В. С. О понятии анатомической нормы / В. С. Сперанский // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. — 1967. — № 6. — С. 101–107.
16. Шевкуненко В. Н. Материалы по типовой анатомии нервной системы / В. Н. Шевкуненко // Современная клиника. — 1932. — Т. 318. — С. 7–10.

**О.Ю. Степаненко**

#### **СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ І ВАРІАНТНА АНАТОМІЯ БІЛОЇ РЕЧОВИНИ ЧЕРВ'ЯКА МОЗОЧКА ЛЮДИНИ**

Встановлено варіанти структурної організації білої речовини черв'яка мозочка. Описано вісім основних гілок білої речовини, які є основою десяти часточок. Серед цих гілок можна виділити постійні (перша, друга і восьма), непостійну (третья) і варіабельні (п'ята–сьома), що можуть починатися загальними стовбурами білої речовини.

**Ключові слова:** мозочок, людина, варіантна анатомія.

**A.Yu. Stepanenko**

#### **STRUCTURAL ORGANIZATION AND VARIANT ANATOMY OF THE HUMAN CEREBELLAR VERMIS WHITE MATTER**

Installed versions of the structural organization of the white matter of the cerebellar vermis. Describes eight main branches of the white matter, which is the basis of ten segments. These branches can be identified persistent (I, II and VIII), unstable (III) and variable (V–VII), which can be initiated by common trunks of white matter.

**Key words:** cerebellum, the person, variant anatomy.

Поступила 21.04.11