

## ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ МОЗГОВОГО ЧЕРЕПА НА ВЕЛИЧИНУ МОЗЖЕЧКА ЧЕЛОВЕКА

СТЕПАНЕНКО А.Ю.

Харьковский национальный медицинский университет, Украина

### Резюме.

Цель работы – установить влияние длины и ширины мозгового черепа на массу мозжечка. Материал для исследования – 185 мозжечков (114 – мужчин и 74 – женщин). Методы – краниометрия, органометрия, статистический анализ. Измеряли длину и ширину черепа и массу мозжечка, оценивали их вклад в общую ёмкость мозгового черепа по величине среднего размера по формуле  $r = \sqrt{(d \times l)}$ , где  $r$  – средний размер,  $d$  – длина,  $l$  – ширина. Зависимость массы мозжечка от линейных размеров оценивали по изменению массы в расчёте на 1 см изменения линейного размера. Длина и ширина черепа связаны между собой корреляционной зависимостью ( $R=0,34$ ) и влияют на ёмкость черепа ( $R=0,84$  и  $0,80$  соответственно), т.о. рост длины сопровождается зависимым увеличением ширины и отражается на увеличении его ёмкости. Длина и ширина черепа влияют на массу мозжечка: увеличение на 1 см длины черепа сопровождается ростом массы мозжечка у мужчин на 12,2 г, у женщин – на 2,9 г, ширины соответственно на 7,2 и 7,3 г и среднего размера – на 11,3 и 5,5 г. Форма черепа не влияет на массу мозжечка, если не меняется его ёмкость. Но увеличение ширины черепа при увеличении черепного указателя и одинаковой его длине сопровождается ростом массы мозжечка на 6,7 г/см у мужчин и не сопровождается – у женщин, а уменьшение длины черепа при одинаковой его ширине – уменьшением массы мозжечка на 6,3 г/см у мужчин и не сопровождается – у женщин. Оценка величины мозжечка по величине среднего размера черепа позволяет избежать погрешностей, вносимых изменчивостью длины, ширины и формы черепа по отдельности.

*Ключевые слова:* человек, череп, краниотип, мозжечок, индивидуальная изменчивость.

### Abstract.

The objective of the study was to determine the influence of the length and the width of the skull on the size of the cerebellum. 185 human cerebella (114 – male and 74 – female) served as a material for the investigation. Methods used were morphometry, statistical analysis. The length and the width of the skull were measured, and their contribution to the overall capacity of the cranial average size was estimated by the formula  $r = \sqrt{(d \times l)}$ , where  $r$  is an average size,  $d$  – length,  $l$  – width. The cerebellum mass was also measured. The dependence of the cerebellum mass on the linear dimensions was evaluated by the change in the mass per 1 cm change in linear dimension.

The length and the width of the skull are interconnected with correlation dependence ( $R=0,34$ ) and influence the capacity of the skull ( $R=0,84$  and  $0,80$ , respectively), thus the growth of the length is accompanied by the dependent increase of the width, and is reflected in the increase of the skull capacity.

The length and the width of the skull influence the weight of the cerebellum. An increase by 1 cm of the length of the skull is accompanied by the increase of the cerebellum mass in men – by 12,2 g, in women – by 2,9 g, of the width by 7,2 and 7,3 g and of the average size – by 11,3 and 5,5 g, accordingly. The form of the skull does not influence the weight of the cerebellum, if its capacity is not changed. But the increase in the width of the skull with the increase in the cranial index and its equal length is accompanied by the increase of the cerebellum mass by 6,7 g/cm in men and is not accompanied – in women, and the decrease in the length of the skull when its width is the same is accompanied by the decrease in the cerebellar mass by 6,3 g / cm in men and is not accompanied – in women. Thus, the estimate of the dependence of the cerebellum mass on the average size of the skull allows to avoid errors introduced by the variability of the length, the width and the shape of the skull taken separately.

*Key words:* human being, skull, craniotype, cerebellum, individual variability.

Мозжечок является важнейшим центром контроля скелетной мускулатуры [1]. В основе многих врождённых и приобретенных заболе-

ваний мозжечка, манифестирующих в зрелом возрасте и сопровождающихся синдромами нарушения мозжечковых функций (наследствен-

ной мозжечковой атаксии Пьера Мари, цереброоливарной атрофии Холмса, мозжечковой атрофии Мари–Фуа–Алажуанина и других оливопонтocereбеллярных дегенераций, синдромов Денди–Уокера, Арнольда–Киари IV, болезни Альцгеймера, рассеянного склероза, алкогольной мозжечковой дегенерации и др.), лежат гибель клеток и дегенерация волокон коры мозжечка, которые на органном уровне проявляются уменьшением его массы, объёма и линейных размеров – изменениями, доступными для прижизненного выявления с помощью компьютерной (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) [2]. Применение КТ и МРТ позволяет не только устанавливать наличие объёмных процессов (опухоли, атрофии), но и определять линейные размеры и объём мозжечка [3, 4].

В связи с этим актуальным направлением морфологических исследований мозжечка является изучение вопроса нормы его строения, отражающей закономерности индивидуальной изменчивости, вытекающие из популяционных, возрастных, половых, соматотипических и краниотипических особенностей [5-12]. Цель данной работы – установить зависимость между величиной линейных размеров мозгового черепа и массой мозжечка.

## Методы

Исследование проведено на базе Харьковского областного бюро судебно-медицинской экспертизы. Всего были исследованы 185 объектов: 114 трупов мужчин и 74 женщин зрелого возраста, умерших от причин, не связанных с патологией ЦНС. В ходе судебно-медицинского вскрытия проводились краниометрия и исследование массы мозжечка. Циркулем измеряли продольный и поперечный размеры черепа и определяли краниотип по величине поперечно-продольного, или черепного указателя (ЧУ). По классификации Мартина [15] долихокранам (Д) соответствует величина ЧУ, меньше, чем 75,0, мезокранам (М) – от 75,0 до 79,9; собственно брахикранам (сБ) – от 80,0 до 84,9, гипербрахикранам (гБ) – от 85 до 89,9 и ультрабрахикранам – от 90 и выше.

Продольный размер черепа определяли от середины надпереносья (глабелла) до самой выступающей кзади точки наружной поверхности затылочной кости (опистокранион); попе-

речный размер замеряли между двумя наиболее удалёнными от срединной плоскости точками на латеральной поверхности черепа (эурион) [15].

Вклад длины и ширины в общую ёмкость мозгового черепа оценивали по величине среднего размера, который определяли по формуле  $r = \sqrt{(d \times l)}$ , где  $r$  – средний размер,  $d$  – длина,  $l$  – ширина мозгового черепа.

Массу мозжечка определяли после его выделения из полости черепа, рассечения ножек мозжечка и отделения от ствола мозга взвешиванием на электронных весах СВ-Н (предел измерения 500 г, точность 0,01 г). Рассчитывали показатель изменения массы мозжечка на 1 см изменения линейного размера черепа.

Полученные выборки оценивали статистически с помощью пакета анализа программы MS Excel. Определяли выборочное среднее значение исследуемого показателя ( $M$ ), его ошибку ( $m$ ), давали статистическую оценку генеральной средней ( $M \pm m$ ), оценивали распределение вариантов относительно средней величины (среднее квадратическое отклонение ( $S$ ), коэффициент вариации ( $CV$ ), максимальное и минимальное значения, интервал, интервальный индекс – отношение интервала к значению средней величины. Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента. Проводили корреляционный анализ взаимосвязи изменения изучаемых величин.

## Результаты

Данные морфометрического исследования основных линейных размеров мозгового черепа и их статистического анализа приведены в таблице. Как видно из данных таблицы, изменчивость значений длины и ширины черепа небольшая, распределение значений соответствует закону нормального распределения; большая часть вариантов располагается в области средних значений.

Изменчивость значений длины и ширины мозгового черепа влияет на его ёмкость, оцениваемую по величине среднего размера, причём ширина черепа влияет в несколько большей степени, чем длина ( $R=0,84$  и  $0,80$  соответственно) (рис. 1). Взаимосвязь длины, ширины черепа и его среднего размера может быть наглядно выражена формулами, графики которых приведены на рисунке:  $y = 0,6x + 5,2$ , где  $x$  – длина

Таблица – Статистическая оценка распределения выборочных значений морфометрических показателей мозгового черепа человека

Показатель	Статистические критерии							
	M	m	C, %	S	CV, %	мин.	макс.	Интервал. индекс, %
Длина, см	17,72	0,04	0,23	0,7	4,01	15,1	19,8	13,0
Ширина, см	14,68	0,04	0,25	0,7	4,45	12,7	16,5	12,9
Средний размер, см	16,13	0,03	0,20	0,6	3,47	13,8	17,8	12,3

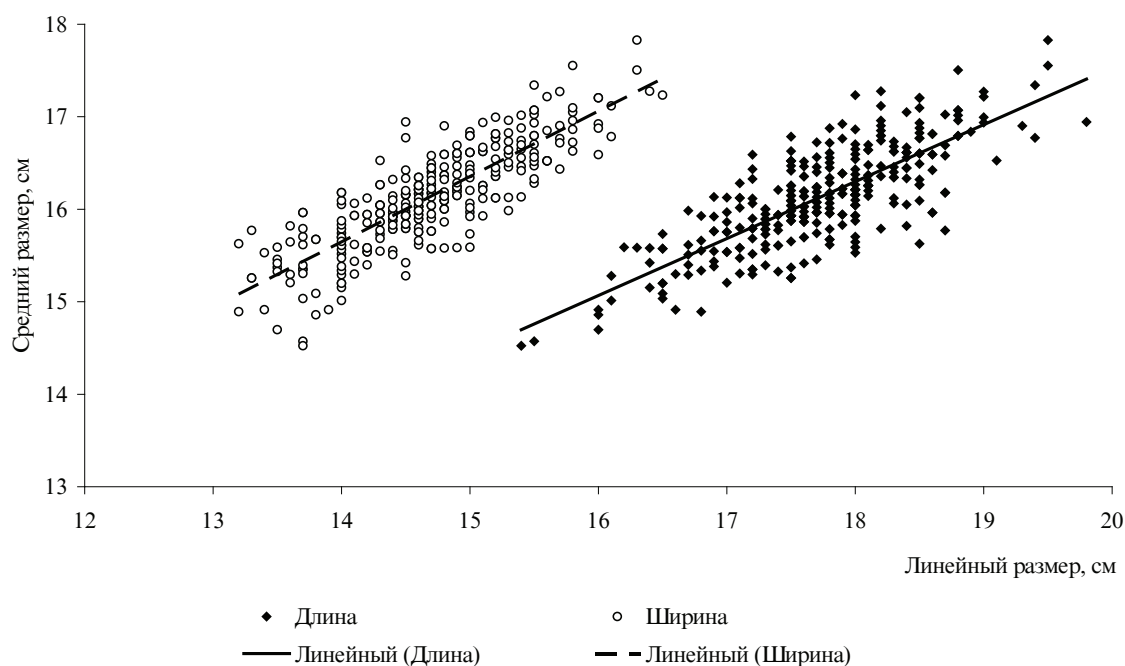


Рисунок 1 – Влияние основных линейных размеров мозгового черепа человека на его ёмкость.

Примечание: линии на рисунке показывают характер линейной зависимости между морфометрическими показателями.

черепа, а  $y$  – средний размер, и  $y = 0,7x + 5,8$ , где  $x$  – ширина черепа, а  $y$  – его средний размер.

Зависимость массы мозжечка от длины и ширины мозгового отдела черепа, как у мужчин, так и у женщин, имеет практически линейный характер (рис. 2). Увеличение на 1 см длины черепа связано с ростом массы мозжечка у мужчин на 12,2 г, у женщин – на 2,9 г, ширины соответственно на 7,2 и 7,3 г и среднего размера – на 11,3 и 5,5 г.

Соотношение ширины и длины черепа представляет собой, как известно, черепной указатель (ЧУ), определяющий форму черепа, краниотип. На рисунке 3 показана величина линейных размеров черепа, а на рисунке 4 – массы мозжечка мужчин и женщин зрелого

возраста в группах, различающихся формой черепа – величиной черепного указателя. Как видно из рисунков, при возрастании ЧУ уменьшается длина и возрастает ширина черепа, но ёмкостный показатель черепа – средний размер – практически не изменяется. Так же мало отличаются средние значения массы мозжечка, как у мужчин, так и у женщин. Следовательно, форма черепа, в отличие от его величины, не влияет на величину мозжечка.

Между длиной и шириной черепа прослеживается определённая зависимость ( $R=0,34$ ), т.е. при возрастании длины черепа в целом увеличивается и его ширина. Поэтому чтобы определить, как влияет на изменение величины мозжечка изолированное изменение только одного

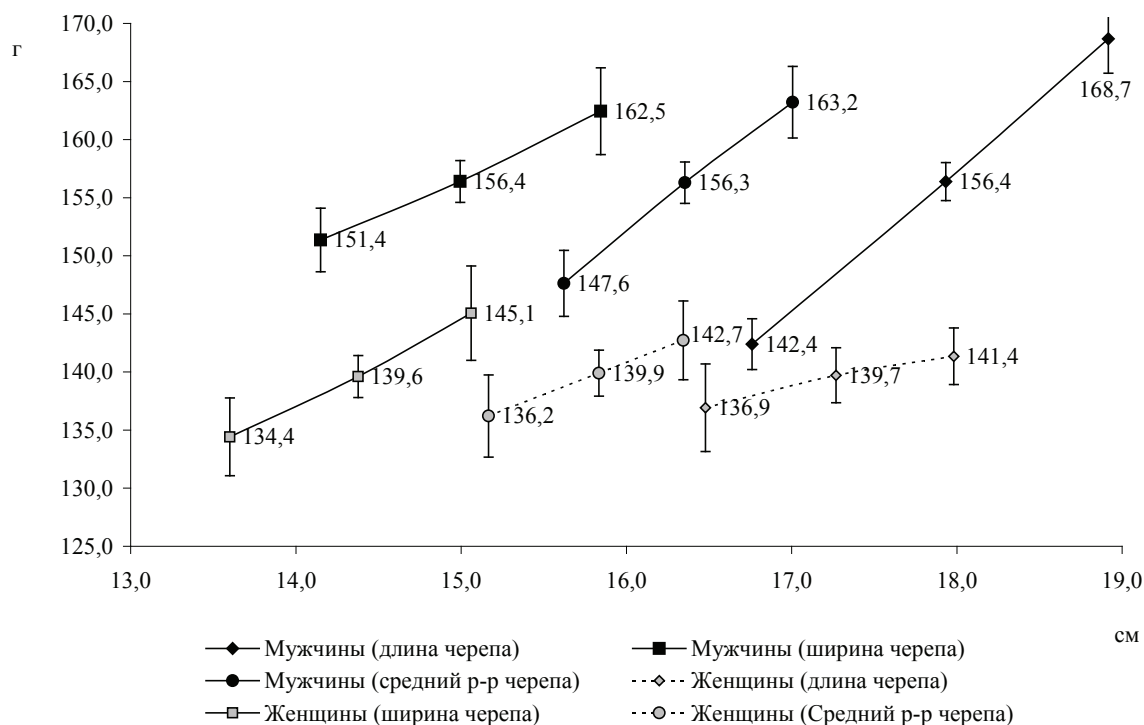


Рисунок 2 – Зависимость массы мозжечка ( $M \pm S$ ) от длины, ширины и среднего размера черепа у мужчин и женщин зрелого возраста:  $P < 0,05$  в группах сравнения у мужчин.

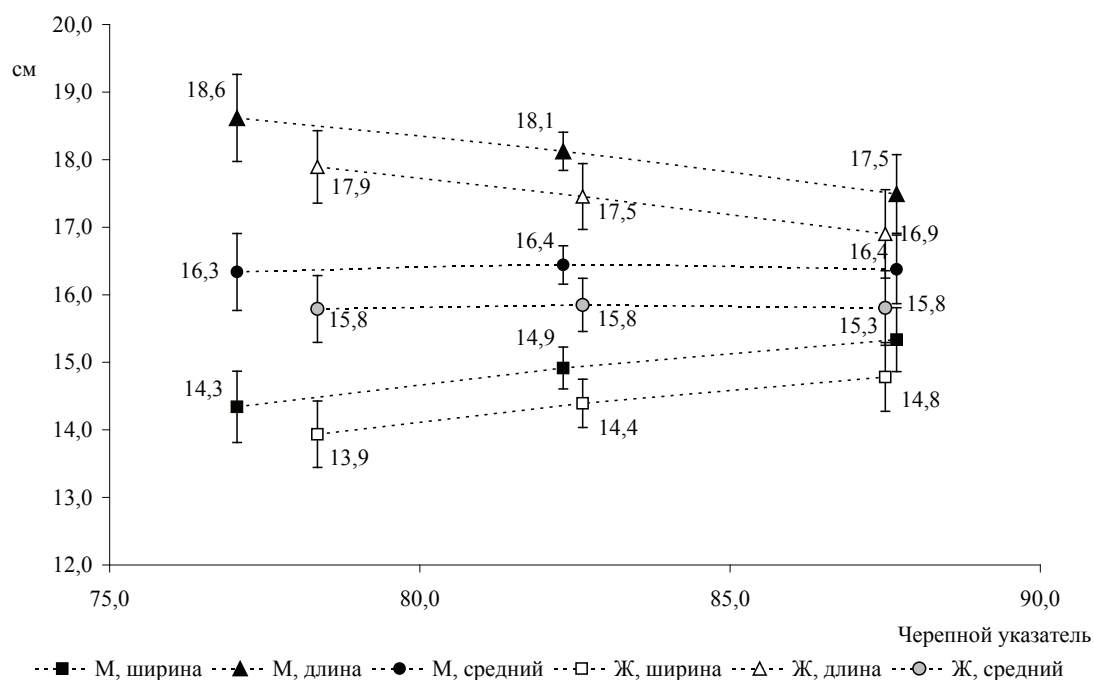


Рисунок 3 – Линейные размеры черепа ( $M \pm S$ ) у мужчин и женщин в группах, различающихся величиной черепного указателя.

линейного размера при неизменном втором размере, исследовали массу мозжечка последовательно, в парах соседних краниотипов. Чем более удалены друг от друга краниотипы, тем

меньше общий интервал значений длины и ширины черепа. Поэтому сравнение проводилось в одинаковом для двух соседних краниотипов интервале значений длины или ширины чере-

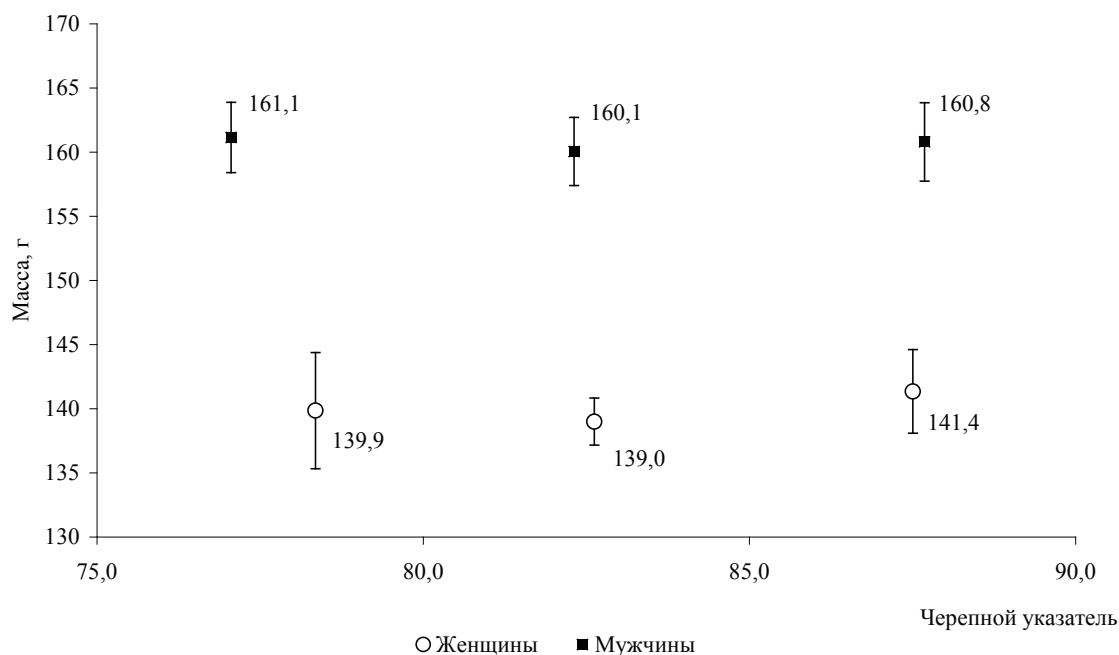


Рисунок 4 – Масса мозжечка ( $M \pm S$ ) у мужчин и женщин в группах, различающихся величиной черепного указателя.

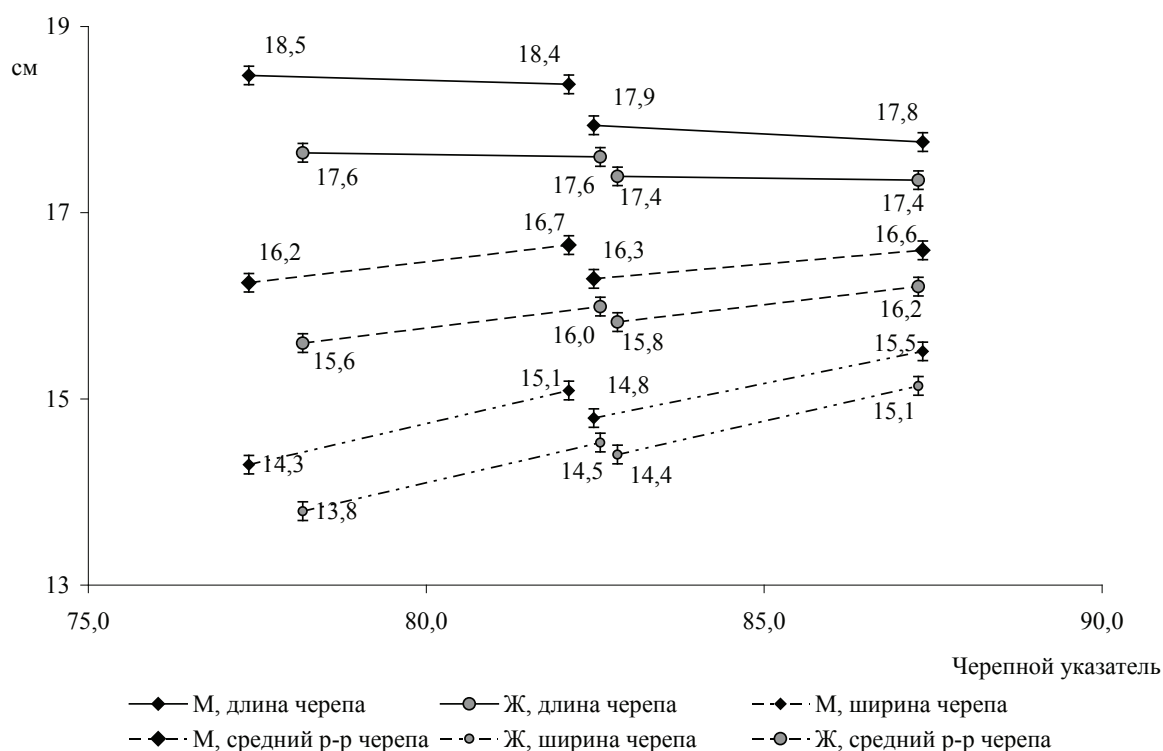


Рисунок 5 – Средние выборочные значения ( $M \pm m$ ) длины, ширины и среднего размера черепа у мужчин и женщин при последовательном сравнении групп, различающихся величиной черепного указателя, в одинаковых диапазонах длины черепа.

па. В паре мезокран – собственно брахикран у мужчин общий диапазон длины черепа 17,8 – 19,5 см, ширины – 13,7 – 15,1 см; у женщин соответственно 16,8 – 18,4 см и 13,6 – 14,8 см. В

паре собственно брахикран – гипербрахикран у мужчин общий диапазон длины черепа 16,8 – 18,6 см, ширины – 14,2 – 15,8 см; у женщин соответственно 16,5 – 18,0 см, 13,7 – 15,2 см.

При увеличении ЧУ, в ряду мезокран – собственно брахикран – гипербрахикран, при одинаковой длине черепа прослеживается закономерный рост его ширины (95%–100%, 100%–105%,  $P<0,05$ ) и среднего размера (98%–100%, 100%–102%,  $P<0,05$ ) (рис. 5).

У мужчин рост ёмкости черепа отражается на массе мозжечка (рис. 6): она последовательно и достоверно возрастает (97,2%–100%, 100%–103,6%,  $P<0,05$ ). Расчёт показывает, что при увеличении ЧУ на 1 единицу масса мозжечка возрастает в среднем на 1,05 г, что в пересчёте на 1 см изменения ширины черепа составляет 6,7 г. У женщин же масса мозжечка в сравниваемых группах практически одинакова (101%–100%, 100%–100,4%).

При увеличении ЧУ при одинаковой ширине черепа прослеживается закономерное уменьшение длины (104,7%–100%, 100%–94,7%,  $P<0,05$ ) и, в меньшей степени, среднего размера черепа (102,4%–100%, 100%–97,5%,  $P<0,05$ ) (рис. 7).

Уменьшение длины и, тем самым, ёмкости черепа у мужчин отражается на массе мозжечка: она последовательно и достоверно уменьшается (103,7%–100%, 100%–96,5%,  $P<0,05$ ) (рис. 8). В среднем при увеличении ЧУ на 1 единицу масса мозжечка уменьшается на

1,24 г, или в пересчёте на 1 см длины черепа – на 6,3 г. У женщин же не наблюдается заметного колебания массы.

## Обсуждение

Масса мозжечка – интегративный показатель, отражающий закономерности его индивидуальной изменчивости. Индивидуальная анатомическая изменчивость мозжечка определяется такими факторами, как пол, возраст, уровень функциональной нагрузки и степень совершенства двигательных функций [6 – 12].

Мозговой отдел черепа являетсяместилищем всех отделов головного мозга. Его изменчивость определяется величиной и формой. Размеры мозгового отдела черепа находятся в определённых соотношениях с величиной головного мозга и его отделов. Учёт данных соотношений может помочь при диагностике функционального состояния отделов мозга.

Результаты проведенных исследований указывают на то, что увеличение ёмкости черепа отражается на величине мозжечка – она возрастает, как у мужчин, так и у женщин, хотя и в меньшей степени. Если рост длины черепа сопровождается ростом его ширины, то это отражается на его ёмкости в большей степени,

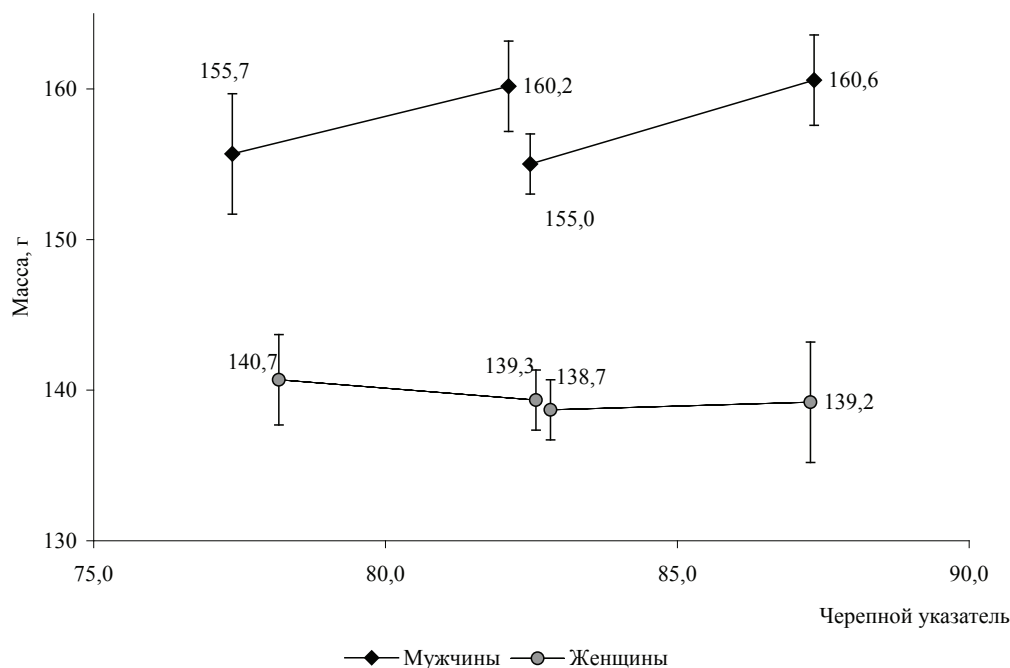


Рисунок 6 – Средние выборочные значения ( $M \pm m$ ) массы мозжечка у мужчин и женщин при последовательном сравнении групп, различающихся величиной черепного указателя, в одинаковых диапазонах длины черепа.

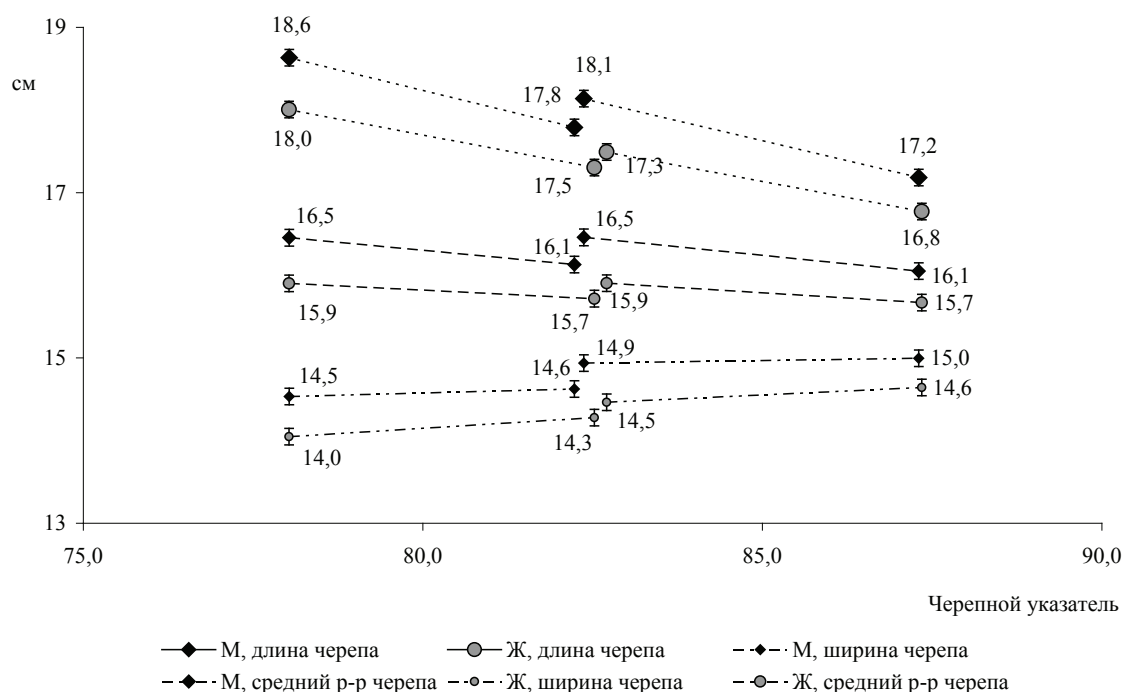


Рисунок 7 – Средние выборочные значения ( $M \pm m$ ) длины, ширины и среднего размера черепа у мужчин и женщин при последовательном сравнении групп, различающихся величиной черепного указателя, в одинаковых диапазонах ширины черепа.

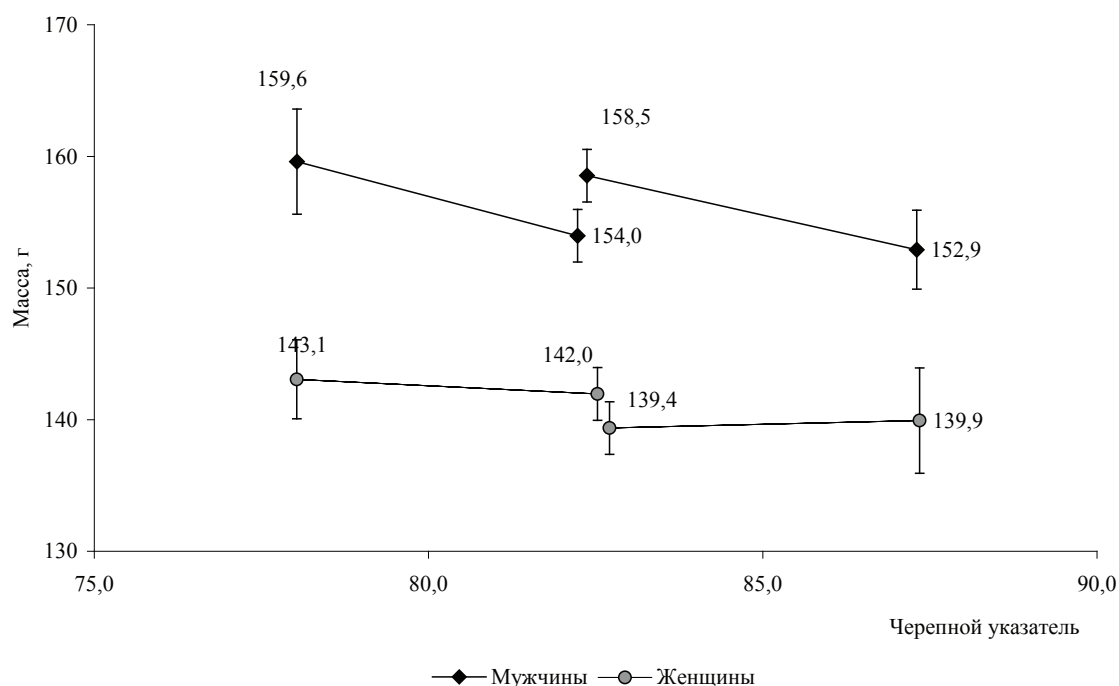


Рисунок 8 – Средние выборочные значения ( $M \pm m$ ) массы мозжечка у мужчин и женщин при последовательном сравнении групп, различающихся величиной черепного указателя, в одинаковых диапазонах ширины черепа.

чем изолированное увеличение только одного линейного размера. Изолированное изменение одного основного размера черепа при неизменности другого у мужчин сопровождается изме-

нением величины мозжечка в меньшей степени, чем при взаимозависимом увеличении двух размеров; у женщин же рост ёмкости черепа, вызванный изменением только одного линейно-



го размера, не отражается на массе мозжечка. Относительная независимость изменчивости длины и ширины мозгового черепа приводит к многообразию его формы. Но краниотип сам по себе не влияет на массу мозжечка при равенстве ёмкостных показателей черепа. Выявленные закономерности могут быть использованы для оценки величины мозжечка при диагностике его заболеваний и врождённых аномалий: оценка величины мозжечка по величине среднего размера черепа позволит избежать погрешностей, вносимых изменчивостью длины, ширины и формы черепа по отдельности. Анализ влияния краниометрических факторов на величину мозжечка необходим для установления закономерностей его индивидуальной изменчивости.

### Заключение

1. Увеличение на 1 см длины черепа связано с ростом массы мозжечка у мужчин на 12,2 г, у женщин – на 2,9 г, ширины соответственно на 7,2 и 7,3 г и среднего размера – на 11,3 и 5,5 г.

2. Увеличение ширины черепа при одинаковой его длине сопровождается ростом массы мозжечка на 6,7 г/см у мужчин и не сопровождается – у женщин, а уменьшение длины при одинаковой его ширине – уменьшением массы мозжечка на 6,3 г/см у мужчин и не сопровождается – у женщин.

3. Форма черепа, в отличие от его величины, не влияет на величину мозжечка.

### Литература

1. Калиниченко, С. Г. Кора мозжечка / С. Г. Калиниченко, П. А. Мотавкин. – Москва : Наука, 2005. – 320 с.
2. Гусев, Е.И. Нервные болезни / Е.И. Гусев, В.Е. Гречко, Г.С. Бурд. – Москва : Медицина, 1988. – 638 с.
3. Бушенева, С.Н. Современные возможности исследования функционирования и реорганизации мозговых структур : обзор / С.Н. Бушенева, А. С. Кадыков, М. В. Кротенкова // Неврологический журнал. – 2007. – Т. 12, № 3. – С. 37–41.
4. Гайворонский, И.В. Использование магнитно-резонансной томографии в нейроанатомических исследованиях : (краткий обзор литературы) / И.В. Гайворонский, С.Е. Байбаков // Морфологические аспекты фундаментальных и прикладных исследований : сб. науч. тр. – Воронеж : Научная книга, 2008. – С. 11-30.
5. Гайворонский, И.В. Индивидуальная анатомическая изменчивость: историко-методологические аспекты изучения / И. В. Гайворонский, С.Е. Байбаков // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2008. – Т. 1, № 1. – С. 62-68.
6. Гунас, І.В. Комп'ютерно-томографічні розміри мозочка та основних ядер кінцевого мозку в юнацькому віці / І.В. Гунас, О.В. Гавриленко, Ю.Й. Рудий // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2010. – Т. 9, № 2. – С. 78-83.
7. Соловьев, С.В. Размеры мозжечка человека по данным МР-томографии / С. В. Соловьев // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2006. – № 1. – С. 19-22.
8. Effects of age, gender, and weight on the cerebellar volume of Korean people / S. C. Chung [et al.] // Brain Res. – 2005. – Vol. 1042, N 2. – P. 233-235.
9. Experience-dependent changes in cerebellar contributions to motor sequence learning / J. Doyon [et al.] // Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. – 2002. – Vol. 99, N 2. – P. 1017-1022.
10. Sexual dimorphism and asymmetry in human cerebellum: an MRI-based morphometric study / L. Fan [et al.] // Brain Res. – 2010. – Vol. 1353. – P. 60-73.
11. Cerebellar volume of musicians / S. Hutchinson [et al.] // Cerebral Cortex. – 2003. – Vol. 13, N 9. – P. 943-949.
12. Age and sex differences in the cerebellum and the ventral pons: a prospective MR study of healthy adults / N. Raz [et al.] // Am. J. Neuroradiol. – 2001. – Vol. 22, N 6. – P. 1161-1167.
13. Сперанский, В.С. Форма и конструкция черепа / В. С. Сперанский, А. И. Зайченко. – Москва : Медицина, 1980. – 280 с.

Поступила 17.03.2014 г.

Принята в печать 09.06.2014 г.

### Сведения об авторах:

Степаненко А.Ю. – к.м.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Харьковского национального медицинского университета, Украина.

Адрес для корреспонденции: 61022, Украина, г. Харьков, пр-т Ленина, 4, Харьковский национальный медицинский университет, кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии. Тел.: +380 (67) 377-18-44, e-mail: stepanenko@3g.ua – Степаненко Александр Юрьевич.