

Біомеханічні властивості конвекситальної та базальної частин твердої оболони головного мозку людини в осіб зрілого та похилого віку

Ю.П.Журавльова

ДЗ «Луганський державний медичний університет»
Луганськ, Україна

У статті наведені дані дослідження таких біомеханічних параметрів конвекситальної та базальної частин твердої оболонки головного мозку людини, як відносне подовження та межа міцності. Дослідження було проведено на 103 препаратах твердої оболонки головного мозку людини, узятих у трупів людей віком від 19 до 95 років. Встановлено, що ділянки конвекситальної частини твердої оболонки головного мозку мають більшу межу міцності, ніж ділянки базальної частини. А базальна частина має більшу розтяжність, ніж конвекситальна частина твердої оболонки головного мозку.

Ключові слова: тверда оболонка головного мозку, відносне подовження, межа міцності.

ВСТУП

Тверда оболонка головного мозку людини (ТОГМ) використовується в багатьох сферах медицини, що підтверджує важливість цієї структури та науковий підхід до її вивчення. Оскільки деякими із цих галузей є хірургія аорти та артерій [1, 4], травматологія [7] та ін., то очевидним стає факт, що, крім звичайного морфологічного описання ТОГМ, слід проводити біомеханічні випробування зразків цього складного органа. Тверда оболонка спинного мозку є об'єктом, з якого виготовляють шовний матеріал, який успішно застосовується в практиці [5, 9]. Отже, перспективним напрямком є використання ТОГМ в якості сировини для виготовлення хірургічних ниток у майбутньому, оскільки вона не визиває імунної відповіді, а навпаки, діє як імунокоригуючий засіб, що доз-

воляє використовувати її в цій якості в офтальмології та стоматології [2, 3, 6, 8].

Метою дослідження було узагальнення та систематизування знань про біомеханічні властивості твердої оболонки головного мозку людини.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження виконано на 103 препаратах ТОГМ людини, узятих у трупів людей віком від 19 до 95 років під час патологоанатомічних та судово-медичних досліджень. Проводилась краніометрія на трупі. Потім виділяли ТОГМ з головним мозком та іншими оболонками єдиним комплексом.

Для проведення розривних випробувань зразки ТОГМ підготовлялись особливим чином. З різних частин оболонки вирізали зразки розмірами 30*100 мм, 10*100 мм, 10*50 мм у залежності від того, яка частина ТОГМ готується для дослідження. Для цього були розроблені «Інструмент для формування транспланта та з твердої оболонки головного мозку» (патент №45335 від 10.11.2009) та «Спосіб підготовки адаптованих трансплантатів із твердої оболонки головного мозку» (патент №44626 від 12.10.2009). Частину ТОГМ розміщували на стерильній поверхні, притискали спеціальним інструментом та вздовж граней цього інструмента, що мають міліметрову шкалу, скальпелем вирізали потрібної форми та розміру зразки ТОГМ. Зразки виготовляли з верхньої ділянки конвекситальної частини ТОГМ, яка розташовується вздовж верхньої стрілової пазухи (ВСП) та в межах до 3 см латерально від неї (КВ), середньої ділянки (КС), що розташована на відстані від 3 до 6 см від ВСП та нижньої ділянки конвекситальної частини (КН), яка розташовується на 6-9 см латерально та вниз від ВСП. З базальної частини ТОГМ також підготували три типи зразків: із передньої ділян-

ТАБЛИЦЯ 1
Відносне подовження ТОГМ в осіб зрілого віку

Частина ТОГМ	Статистичні показники			
	Діапазон показника, %	Середнє значення (\bar{x})	Стандартне відхилення (y)	Помилка середньої (m)
КВ	7-44	15,06	7,82	0,93
КС	7-38	14,71	6,40	0,75
КН	6-34	14,66	6,26	0,74
БП	8-46	16,57	8,14	0,96
БС	10-56	17,37	9,05	1,11
БЗ	8-39	16,06	6,85	0,86

ки (БП), що вкриває нижню поверхню лобних часток, середньої ділянки (БС), що вкриває нижню поверхню скроневих часток, та задньої ділянки (БЗ), що вкриває мозочок.

Після цього проводився додатковий замір товщини ТОГМ посередині зразка, тобто в місці майбутнього розриву. Кожен зразок отримував спеціальне маркування та після цього розміщався в спеціальному пристрої: «Пристрій для промивання препаратів з твердої оболонки головного мозку» (патент №48625 від 25.03.2010). Промивання зразків, підготовлених з кожного препарату, тривало 2 год. Після цього препарати трохи підсушували на відкритому повітрі протягом 10-15 хв.

Наступним кроком проводились випробування препаратів на розривній машині BZ 2,5 TN1S німецької фірми «Zwick Roell». Проводилось одноосьове розтягнення зразків. За допомогою розривної машини встановлювались наступні дані: відносне подовження у % та руйнуюче навантаження при розриві в кг.

Межу міцності ТОГМ (кг/мм²) визначали відношенням навантаження, необхідного для розриву досліджуваного зразка (N, кг) до площі його поперечного перетину в зоні розриву (F, мм²): $\sigma_p = N/F$. Площа поперечного перетину в зоні розриву визначалась за формулою: $F=L \cdot h$, де L – довжина поперечного перетину ділянки, що підлягає розривній дії; h – товщина зразка в зоні розриву. Швидкість руху рухливого затискача розривної машини складає 100 мм за хвилину.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що відносне подовження верхньої ділянки конвексимальної частини ТОГМ в осіб зрілого віку знаходиться в діапазоні від 7%

ТАБЛИЦЯ 2
Межа міцності ТОГМ в осіб зрілого віку II періоду

Частина ТОГМ	Статистичні показники			
	Діапазон показника, кг/мм ²	Середнє значення (\bar{x})	Стандартне відхилення (σ)	Помилка середньої (m)
КВ	0,14-2,19	0,78	0,36	0,04
КС	0,15-2,60	0,75	0,47	0,06
КН	0,17-2,34	0,83	0,49	0,06
БП	0,10-2,27	0,57	0,41	0,05
БС	0,11-1,47	0,54	0,29	0,04
БЗ	0,15-2,93	0,59	0,39	0,05

до 44% ($\bar{x}=15,06\%$), середньої ділянки конвексимальної частини – від 7% до 38% ($\bar{x}=14,71\%$), а нижньої ділянки – від 6% до 34% ($\bar{x}=14,66\%$) (табл. 1).

Цей показник для передньої ділянки базальної частини ТОГМ варіює в межах від 8% до 46% ($\bar{x}=16,57\%$), середньої ділянки базальної частини – від 10% до 56% ($\bar{x}=17,37\%$), задньої ділянки базальної частини – від 8% до 39% ($\bar{x}=16,06\%$).

Межа міцності верхньої ділянки конвексимальної частини ТОГМ в осіб зрілого віку коливається в діапазоні від 0,14 до 2,19 кг/мм² ($\bar{x}=0,78$ кг/мм²) (табл. 2). Цей показник для середньої ділянки конвексимальної частини ТОГМ варіює в межах від 0,15 до 2,60 кг/мм² ($\bar{x}=0,75$ кг/мм²), а для нижньої ділянки конвексимальної частини – від 0,17 до 2,34 кг/мм² ($\bar{x}=0,83$ кг/мм²).

Показники межі міцності для базальної частини ТОГМ дещо менші за аналогічні показники для конвексимальної частини. Межа міцності для передньої ділянки базальної частини ТОГМ коливається в діапазоні від 0,10 до 2,27 кг/мм² ($\bar{x}=0,57$ кг/мм²), для середньої ділянки базальної частини варіює в межах від 0,11 до 1,47 кг/мм² ($\bar{x}=0,54$ кг/мм²), а для задньої ділянки базальної частини – від 0,15 до 2,93 кг/мм² ($\bar{x}=0,59$ кг/мм²).

Встановлені наступні показники розтяжності окремих частин ТОГМ у осіб похилого віку (табл. 3). Відносне подовження верхньої ділянки конвексимальної частини ТОГМ варіює в межах від 6 до 38 % ($\bar{x}=12,62\%$), діапазон показника для середньої ділянки конвексимальної частини ТОГМ становить 6-39% ($\bar{x}=12,42\%$), а коливання даного показника для нижньої ділянки конвексимальної частини ТОГМ відбувається в межах від 6% до 38% ($\bar{x}=11,91\%$).

Здатність до подовження до настання

ТАБЛИЦЯ 3

Відносне подовження ТОГМ в осіб похилого віку

Частина ТОГМ	Статистичні показники			
	Діапазон показника, %	Середнє значення (\bar{x})	Стандартне відхилення (σ)	Помилка середньої (m)
КВ	6-38	12,62	6,15	0,86
КС	6-39	12,42	6,58	0,93
КН	6-38	11,91	5,50	0,81
БП	7-35	14,14	5,59	0,92
БС	9-39	15,76	6,39	0,99
БЗ	9-40	13,86	5,26	0,89

розриву зразка для передньої ділянки базальної частини ТОГМ коливається від 7% до 35% ($\bar{x}=14,14\%$), для середньої ділянки базальної частини — від 9% до 39% ($\bar{x}=15,76\%$), а для задньої ділянки базальної частини — від 9% до 40% ($\bar{x}=13,86\%$).

Встановлено, що межа міцності різноманітних ділянок ТОГМ в осіб похилого віку розподіляється наступним чином (табл. 4).

Найбільшу межу міцності встановлено в нижній ділянці конвексимальної частини ТОГМ, діапазон показника для якої становить 0,20-2,98 кг/мм² ($\bar{x}=0,76$ кг/мм²).

Варіація показника для верхньої ділянки конвексимальної частини ТОГМ відбувається в діапазоні від 0,19 до 2,25 кг/мм² ($\bar{x}=0,74$ кг/мм²), а для середньої ділянки — від 0,20 до 2,53 кг/мм² ($\bar{x}=0,73$ кг/мм²).

Межа міцності базальної частини ТОГМ менша за цей показник для конвексимальної частини. Діапазон параметра для передньої ділянки базальної частини ТОГМ коливається в межах від 0,19 до 2,03 кг/мм² ($\bar{x}=0,53$ кг/мм²), для середньої ділянки базальної частини — від 0,19 до 1,90 кг/мм² ($\bar{x}=0,51$ кг/мм²), а для задньої ділянки — від 0,19 до 2,47 кг/мм² ($\bar{x}=0,55$ кг/мм²).

Найбільші показники відносного подовження серед усіх ділянок базальної частини притаманні її середній ділянці, проміжні — передній ділянці, а найменші — її задній.

Конвексимальна частина ТОГМ має меншу розтяжність, ніж базальна частина. Найбільша розтяжність серед ділянок конвексимальної частини характерна для її верхньої, трохи менша — для середньої ділянки, а найменша — для нижньої ділянки цієї частини ТОГМ.

Ділянки базальної частини ТОГМ володіють майже в 1,5 рази меншою межею міцності, ніж ділянки конвексимальної частини. З віком вони

ТАБЛИЦЯ 4

Межа міцності ТОГМ в осіб похилого віку

Частина ТОГМ	Статистичні показники			
	Діапазон показника, кг/мм ²	Середнє значення (\bar{x})	Стандартне відхилення (σ)	Помилка середньої (m)
КВ	0,19-2,25	0,74	0,57	0,08
КС	0,20-2,53	0,73	0,64	0,09
КН	0,20-2,98	0,76	0,67	0,09
БП	0,19-2,03	0,53	0,38	0,06
БС	0,19-1,90	0,51	0,33	0,05
БЗ	0,19-2,47	0,55	0,41	0,07

також втрачають свою міцність. Найміцнішою ділянкою базальної частини ТОГМ є задня, а найслабшою — середня, оскільки саме середня ділянка має найбільшу кількість отворів, призначених для проходження судин та нервів назовні та всередину до порожнини черепа (середньої черепної ямки). Міцність передньої ділянки базальної частини ТОГМ має проміжне значення між показниками для середньої та задньої ділянок.

ВИСНОВКИ

1. Базальна частина твердої оболонки головного мозку людини має більшу розтяжність за конвексимальну частину.

2. Серед усіх ділянок базальної частини твердої оболонки головного мозку найбільшу розтяжність має її передня ділянка (БП), трохи меншу — середня (БС), а найменшу — задня (БЗ).

3. Конвексимальна частина твердої оболонки головного мозку міцніша за базальну. Найміцнішими її ділянками є нижня (КН) та верхня (КВ).

ЛІТЕРАТУРА

- 20-летний опыт применения твердой оболочки головного мозга в хирургии аорты и магистральных артерий / Б.А.Королев, М.Ю.Аверьянов, Е.А.Елисеев [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. — 1999. — Т.5, №4. — С. 10-19.
- Безруков О.Ф. Роль трансплантатов из ткани твердой оболочки головного мозга человека в регенерации костной ткани: Автореф. ... дис. на соискание науч. степени канд.мед.наук: спец. 14.00.02 «Анатомия человека», 14.00.27 «Хирургия» / О.Ф.Безруков. — Симферополь, 1989. — 20 с.
- Безруков С.Г. Сравнительное изучение влияния различных биопластических материалов на клинические данные и цитохимические показате-

- ли нейтрофилов периферической крови при хирургическом лечении парадонтита / С.Г.Безруков, В.Н.Кириченко // Труды Крымского медицинского университета. — Симферополь, 2006. — С. 25-27.
4. Королев Б.А. Использование твердой мозговой оболочки в хирургии аорты и артерий / Б.А.Королев, М.Ю.Аверьянов, Ю.А.Аверьянов // Хирургия. — 2000. — №10. — С. 8-11.
 5. Мельник В.Л. Обоснование применения нити биофил для ушивания ран мягких тканей полости рта (экспериментально-клиническое исследование): Автореф. ... дис. на соискание науч. степени канд.мед.наук: спец. 14.01.22 «Стоматология» / В.Л.Мельник. — Полтава, 2000. — 20 с.
 6. Новый способ вестибулопластики при мелком преддверии полости рта / Х.Х.Мухаев, Ю.В.Ефимов, Е.Н.Ярыгина [и др.] // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН. — 2008. — №2. — С. 55-56.
 7. Оперативное лечение привычного вывиха плеча / Н.А.Верещагин, Н.В.Завгородний, Ф.Л.Лазко [и др.] // Травматология и ортопедия России. — 2005. — №3 (37). — С. 45-47.
 8. Пат. 2071303 Российская Федерация МПК А 61 F 9/013. Способ лечения помутнений прозрачных сред глаза / Л.С.Кондаурова, О.А.Фишер, Н.Ю.Кондаурова; заявитель и патентообладатель Кондаурова Любовь Сергеевна, Фишер Ольга Алексеевна, Кондаурова Наталья Юрьевна. — №93000691/14; заявл. 06.01.1993; опубл. 10.01.1997, Бюл. №21 (II ч.).
 9. Талаш В.В. Морфологічні особливості перебігу ранового процесу в оперованих на матці та її придатках при застосуванні шовного матеріалу біофілу (анатомо-експериментальне дослідження): Автореф. ... дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед.наук: спец. 14.03.01 «Нормальна анатомія» / В.В.Талаш. — Харків, 2004. — 20 с.

Ю.П.Журавлева. Биомеханические свойства конвексимальной и базальной частей твердой оболочки головного мозга человека у лиц зрелого и пожилого возраста. Луганск, Украина.

Ключевые слова: твердая оболочка головного мозга, относительное удлинение, предел прочности.

В статье приведены данные исследования таких биомеханических параметров конвексимальной и базальной частей твердой оболочки головного мозга человека, как относительное удлинение и предел прочности. Исследование было проведено на 103 препаратах твердой оболочки головного мозга человека, взятых у трупов людей в возрасте от 19 до 95 лет. Установлено, что участки конвексимальной части твердой оболочки головного мозга имеют больший предел прочности, чем участки базальной части. А базальная часть имеет большую растяжимость, чем конвексимальная часть твердой оболочки головного мозга.

Iu.P.Zhuravlova. Biomechanical properties of convexity and basal part of human dura mater in middle-aged and elderly. Lugansk, Ukraine.

Key words: dura mater of the brain, elongation, ultimate strength.

The article gives data about research of such biomechanical properties of convexity and basal part of human dura mater as elongation and ultimate strength. The research was made on 103 specimens of human dura mater, taken from cadavers in age from 19 to 95. It was established, that specimens of convexity of human dura mater have bigger ultimate strength then specimens of basal part and basal part has higher ability for elongation then convexity of human dura mater.

Надійшла до редакції 03.12.2010 р.