

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОСТЕЙ СВОДА ЧЕРЕПА

[А. Б. Шадымов¹, В. Э. Янковский¹, Т. А. Агеева², А. С. Полякевич²](#)

¹ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Барнаул)

²ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Новосибирск)

Одним из важных вопросов экспертной практики является определение условий и механизмов образования переломов костей черепа. Авторами получены новые данные по соотношению органического и неорганического компонентов костной ткани, которые свидетельствуют о том, что при денситометрии за 84,8 % рентгеновской плотности отвечает неорганический компонент, а за 15,2 % — органический. Существенное влияние на распределение плотности на костях свода черепа оказывает форма и степень выраженности анатомических образований. Тесная связь плотности с другими параметрами, характеризующими прочность кости, показывает, что она является важным ее показателем. Полученные в результате выполнения работы результаты позволяют более информативно проводить экспертную оценку объема и характера локальных переломов черепа у лиц, страдавших до травмы различными гормональными расстройствами (гипотиреоз, менопауза и пр.), приводящими к вымыванию кальция из костей и остеопорозу. Новые данные позволяют оценивать объем конструктивных переломов черепа не только в зависимости от вида внешнего воздействия, но и от морфологических особенностей области контакта.

Ключевые слова: судебная медицина, череп, экспертиза.

Шадымов Алексей Борисович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой судебной медицины с основами права ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 346-00-19, e-mail: shadimov_akbsme@mail.ru

Янковский Владимир Эдуардович — доктор медицинских наук, профессор кафедры судебной медицины с основами права ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 346-00-19, e-mail: shadimov_akbsme@mail.ru

Агеева Татьяна Августовна — доктор медицинских наук, профессор кафедры патологической анатомии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 346-00-19, e-mail: ageta@mail.ru

Введение. Определение условий и механизмов образования переломов костей черепа является одним из приоритетных научных направлений судебно-медицинской науки [5]. Однако влияние прочности самого черепа на его разрушения изучено мало. Согласно современным научным представлениям следует разделять локальный и конструкционный уровни прочности черепа [7].

Следовательно, важным компонентом, влияющим на формирование и морфологические особенности переломов, является сама костная ткань с ее прочностными свойствами (локальный уровень прочности). Известно, что костная ткань является сложным биологическим композитом, состоящим в основном из органических и неорганических соединений, обеспечивающих ее прочность, пластичность и хрупкость [2]. Есть данные, в которых говорится о степени минеральной насыщенности, влияющей на прочность кости [1]. В. Т. Бачинский приводит обобщенные данные о том, что за 95 % рентгеновской плотности отвечает неорганический компонент, а за 5 % — органический.

Немаловажное значение в конструкционно-прочностном аспекте придается форме черепа [3, 6]. Нами выделены наиболее часто встречающиеся формы черепа: сфероидная, эллипсоидная и овоидная. Среди этих форм могут быть черепа как с выраженными (рельефные), так и с невыраженными (нерельефные) анатомическими образованиями [4]. Установлено, что форма и рельефность оказывают существенное влияние на показатели нагрузки, которые выдерживает кость в одних и тех же анатомических образованиях, которые определяются различной степенью плотности прочностных и промежуточных зон костей свода черепа.

Материалы и методы исследования. Лучевая диагностика — один из наиболее доступных методов исследования. Для решения поставленной задачи проведено исследование плотности костей свода черепа на компьютерном томографе «Siemens» при помощи программы денситометрии. Результаты плотности кости приведены в единицах Хаусфилда (Хф). Эти показатели определяют плотность любой биологической ткани (в том числе кости) относительно воды (плотность которой принята за ноль).

Вначале изучена степень плотности компактных слоев на нативных костных блоках. После чего одну часть блока декальцинировали в 10 % растворе азотной кислоты (за полную деминерализацию принимали свободное прокалывание кости препаровальной иглой), вторую — сжигали в муфельной печи при температуре 800 оС в течение 30 мин (за итог сжигания органического составляющего брали уровень «серого каления» кости). После этого определяли объем костных блоков, взвешивали и определяли их плотность.

Затем нами проведена денситометрия прочностных и промежуточных зон костей свода черепа с учетом их формы и рельефности.

Всего было изучено 20 черепов. Проведено 3840 измерений плотности, 7680 — кривизны, 480 — измерений толщины, 480 — расчетов индекса компактности. Кроме того, было исследовано 54 блока, проведено 396 измерений. Цифровые данные обрабатывали статистически при помощи программы Microsoft Excel.

Результаты исследования. На первом этапе исследований установлено среднее значение

рентгеновской плотности на костях свода черепа для компактного вещества, которое составило $840,3 \pm 39,6$ Хф.

Средние значения массы до и после деминерализации равны $2,39 \pm 0,1$ и $0,7 \pm 0,03$ г. Таким образом видно, что масса деминерализованных фрагментов составляет $29,4 \pm 1,1$ % от первоначальной. Эти же цифры для сожженных фрагментов равны $2,44 \pm 0,11$; $1,55 \pm 0,07$ г и $70,8 \pm 1,15$ % соответственно. При измерении значений рентгеновской плотности были получены следующие показатели: для деминерализованных фрагментов — $128,6 \pm 6,3$ Хф или 15 ± 1 % от первоначальной плотности, для сожженных фрагментов — $1588,3 \pm 80,1$ Хф и $190,7 \pm 6,5$ % соответственно. Последний показатель намного превосходит первоначальный, который был до сожжения. Поскольку при сожжении кость уменьшается в размерах, то на единицу объема количество неорганического вещества увеличивается, следовательно, возрастает и рентгеновская плотность. Поэтому возникла необходимость перерасчета плотности на единицу объема. Если плотность в первоначальном объеме всей костной ткани будет равна: $\rho = m_m/V$, а плотность, получившаяся после сожжения: $\rho_1 = m_m/V_1$, где m_m — масса неорганического компонента, V и V_1 — объем распределения неорганического компонента до и после сожжения, ρ и ρ_1 — плотность органического компонента до и после сожжения. Поделив ρ_1 на ρ мы получим коэффициент, выражающий кратность увеличения рентгеновской плотности. Так как масса неорганического компонента неизменна, то искомый коэффициент равен отношению объемов ($k = V_1/V$). Среднее значение коэффициента составило $2,26 \pm 0,07$.

Расчетная рентгеновская плотность сожженных фрагментов — $715,3 \pm 37$ Хф, что составляет $84,8 \pm 1$ % от первоначальной.

На втором этапе проведен анализ показателей плотности костей свода черепа, не имеющих выраженных анатомических образований (нерельефные). Он показал, что *на разных участках цифровые данные различаются у них незначительно*. Так, на черепах сфероидной формы плотность костей находилась в интервале от 350 до 366 Хф (среднее значение $358,5 \pm 0,19$); на черепах эллипсоидной формы этот интервал был от 350 до 480 Хф ($415,0 \pm 1,6$) и на черепах овоидной формы — 330–490 Хф ($414,0 \pm 1,96$). Сравнение этих цифр показывает, что имеется достоверная разница плотности костей черепа сфероидной с эллипсоидной ($P < 0,001$) и овоидной ($P < 0,001$) формами. В то время как цифровые показатели плотности костей черепов эллипсоидных и овоидных форм достоверно не различаются ($P > 0,05$).

В случаях, когда на черепах сфероидной формы были выражены анатомические образования (рельефные), т. е. имелись зоны повышенной прочности, в этих участках (область швов, бугров и височных линий) показатель плотности составил $986,0 \pm 2,35$ Хф, в промежуточных участках (парасагиттальные области, чешуя височной, лобной, затылочной костей, височная ямка) — $724,0 \pm 3,66$ Хф. Эти цифры достоверно разнятся ($P < 0,001$).

На черепах эллипсоидной формы с хорошо развитыми анатомическими образованиями (рельефные) среднее значение плотности в зонах прочности составило $992,0 \pm 4,0$ Хф, в промежуточных — $739,0 \pm 3,18$ Хф (при $P < 0,001$).

На черепах, которые имели овоидную форму с хорошо выраженными анатомическими образованиями (рельефные), показатель плотности в области швов, бугров и височных линий составил $926,0 \pm 4,8$ Хф, в парасагиттальных областях, чешуе височной, лобной, затылочной костей и в височной ямке — $749,0 \pm 3,49$ Хф (при $P < 0,001$).

Проведено изучение взаимосвязи между плотностью и другими параметрами костей

свода черепа.

В случаях, когда на черепах сфероидной формы были выражены анатомические образования (рельефные), т. е. имелись зоны повышенной прочности, в этих участках (область швов, бугров и височных линий) показатель плотности составил $986,0 \pm 2,35$ Хф, в промежуточных участках (парасагиттальные области, чешуя височной, лобной, затылочной костей, височная ямка) — $724,0 \pm 3,66$ Хф. Эти показатели достоверно разнятся ($P < 0,001$).

На черепах, имеющих хорошо развитые анатомические образования (рельефные), коэффициент корреляции в прочностных зонах между кривизной и плотностью составил $-0,98$; толщиной и плотностью $-0,99$; плотностью и индексом компактности — $+0,97$. В промежуточных зонах коэффициенты соответственно были равны $-0,95$; $-0,94$ и $+0,97$.

Аналогичная связь установлена на черепах, не имеющих выраженных (нерельефные) анатомических образований. Коэффициенты корреляции между кривизной и плотностью $-0,95$; толщиной и плотностью $-0,98$; плотностью и компактностью — $+0,99$ (см. табл.)

Параметры костей свода черепа

Признаки	Участки	Сфероидный		Эллипсоидный		Овоидный	
		Рель-ефн.	Нерель-ефн.	Рель-ефн.	Нерель-ефн.	Рель-ефн.	Нерель-ефн.
Радиус кривизны, см	Прочн.	$4,8 \pm 0,02$	$6,6 \pm 0,01$	$4,9 \pm 0,03$	$6,6 \pm 0,01$	$4,7 \pm 0,04$	$6,5 \pm 0,03$
	Непрочн.	$6,0 \pm 0,02$	$6,6 \pm 0,01$	$5,9 \pm 0,02$	$6,6 \pm 0,01$	$5,8 \pm 0,02$	$6,5 \pm 0,03$
Толщина, мм	Прочн.	$3,5 \pm 0,03$	$5,1 \pm 0,007$	$3,4 \pm 0,02$	$5,3 \pm 0,01$	$3,2 \pm 0,026$	$5,4 \pm 0,01$
	Непрочн.	$4,3 \pm 0,03$	$5,1 \pm 0,007$	$4,4 \pm 0,01$	$5,3 \pm 0,01$	$4,2 \pm 0,01$	$5,4 \pm 0,01$
Индекс компактности, %	Прочн.	$86,8 \pm 0,5$	$44,8 \pm 0,16$	$85,8 \pm 0,5$	$44,0 \pm 0,3$	$85,0 \pm 0,6$	$44,0 \pm 0,3$
	Непрочн.	$64,6 \pm 0,38$	$44,8 \pm 0,16$	$68,6 \pm 0,3$	$44,0 \pm 0,3$	$66,4 \pm 0,3$	$44,0 \pm 0,3$
Плотность, ед. Хф	Прочн.	$986,0 \pm 2,35$	$358,0 \pm 0,19$	$992,0 \pm 4,0$	$415,0 \pm 1,6$	$926,0 \pm 4,4$	$414,0 \pm 1,96$
	Непрочн.	$724,0 \pm 3,66$	$358,0 \pm 0,19$	$739,0 \pm 3,2$	$415,0 \pm 1,6$	$749,0 \pm 3,5$	$414,0 \pm 1,96$

Выводы

1. Полученные нами данные по соотношению органического и неорганического компонентов костной ткани показывают, что при денситометрии за 84,8 % рентгеновской плотности отвечает неорганический компонент, а за 15,2 % — органический.
2. Существенное влияние на распределение плотности на костях свода черепа оказывает форма и степень выраженности анатомических образований. Тесная связь плотности с другими параметрами, характеризующими прочность кости, показывает, что она является важным ее показателем.
3. Полученные результаты позволяют более объективно оценивать объем и характер локальных переломов черепа у лиц, страдавших до травмы различными

гормональными расстройствами (гипотиреоз, менопауза и пр.), приводящими к вымыванию кальция из костей и остеопорозу. Кроме того, это позволяет оценивать объем конструктивных переломов черепа не только в зависимости от вида внешнего воздействия, но и от морфологических особенностей области контакта.

4. Полученные данные могут быть использованы в судебно-медицинской практике не только при экспертизе трупов, но и живых лиц.

Список литературы

1. Бачинский В. Т. Значение структурно-морфологических свойств костей свода черепа в судебно-медицинской оценке повреждений головы тупыми предметами : автореф. дис. ... канд. мед. наук / В. Т. Бачинский. — М., 1988. — 18 с.
2. Бачинский В. Т. Пространственная реконструкция плоскости излома трубчатой кости с использованием современных компьютерных технологий / В. Т. Бачинский, Б. В. Михайличенко, И. Г. Савка // Вестн. судебной медицины. — 2013. — Т. 2, № 2. — С. 6-8.
3. Крюков В. Н. Механика и морфология переломов / В. Н. Крюков. — М. : Медицина, 1986. — 160 с.
4. Шадымов А. Б. Переломы черепа / А. Б. Шадымов. — Барнаул, 2009. — 446 с.
5. Попов В. Л. О понятии «повреждение» в судебной медицине / В. Л. Попов // Вестн. судебной медицины. — 2013. — Т. 2, № 1. — С. 32-34.
6. Закономерности разрушения костей мозгового черепа при боковом и диагональном направлениях динамического сдавливания / А. М. Шемякин [и др.] // Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики. — Новосибирск, 2000. — Вып. 5. — С. 135-139.
7. Шадымов А. Б. Судебно-медицинское определение механогенеза и идентификационной пригодности переломов черепа при основных видах внешнего воздействия : дис. ... д-ра мед. наук / А. Б. Шадымов. — М., 2006.

EXPERT ASSESSMENT OF STRENGTH PROPERTIES OF SKULL VAULT BONES

[*A. B. Shadymov¹, V. E. Yankovskiy¹, T. A. Ageeva², A. S. Polyakevich²*](#)

¹*SBEI HPE «Altai State Medical University» of Ministry of Health (Barnaul)*

²*SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University» of Ministry of Health (Novosibirsk)*

One of important issues of expert practice is defining conditions and mechanisms of formation of fractures of skull bones. New data obtained by authors on ratio of organic and inorganic components of bone tissue which testify that at densitometry the inorganic component is responsible for 84,8% of x-ray density, and for 15,2% — organic. The form and degree of expression of anatomic formation has essential impact on distribution of density on skull bones. Close connection of density with other parameters characterizing bone durability shows that it is its important indicator. The received result of performance allows to carry out expert assessment of volume and nature of local fractures of skull more informatively at persons suffering from trauma of various hormonal disorders (hypothyrosis, menopause and so forth) that leads to washing calcium away from bones and to osteoporosis. New data allow estimating the volume of constructional fractures of skull not only depending on a type of external influence, but also from morphological features of contact area.

Keywords: legal medicine, skull expertise.

About authors:

Shadymov Alexey Borisovich — doctor of medical science, professor, head of chair of forensic medicine with law basics at SBEI HPE «Altai State Medical University» of Ministry of Health, office phone: 8 (383) 346-00-19, e-mail: shadimov_akbsme@mail.ru

Yankovsky Vladimir Eduardovich — doctor of medical science, professor of chair of forensic medicine with law basics at SBEI HPE «Altai State Medical University» of Ministry of Health, office phone: 8 (383) 346-00-19, e-mail: shadimov_akbsme@mail.ru

Ageeva Tatyana Avgustovna — doctor of medical science, professor of pathological anatomy chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383)-225-07-37, e-mail: ageta@mail.ru

Polyakevich Alexey Stanislavovich — candidate of medical science, assistant professor of hospital and children's surgery chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 346-30-66, e-mail: randorier@mail.ru

List of the Literature:

1. Bachinsky V. T. Importance of structural-morphological properties of skull vault bones in medicolegal assessment of injuries of the head by blunt subjects: theses:.... cand. of medical science / V. T. Bachinsky. — M, 1988. — 18 P.
2. Bachinsky V. T. Spatial reconstruction of the plane of tubular bone break with use of modern computer technologies / V. T. Bachinsky, B. V. Mykhaylychenko, I. G. Savka // Bulletin of forensic medicine. — 2013. — V. 2, N 2. — P. 6-8.

3. Kryukov V. N. Mechanic and morphology of fractures / V. N. Kryukov. — M.: Medicine, 1986. — 160 P.
4. Shadymov A. B. Fractures of skull / A. B. Shadymov. — Barnaul, 2009. — 446 P.
5. Popov V. L. «Damage» concept of forensic medicine / V. L. Popov // Bulletin of forensic medicine. — 2013. — V. 2, N 1. — P. 32-34.
6. Patterns of destruction of skull bones at the side and diagonal directions of dynamic squeezing / A. M. Shemyakin [et al] // Topical issues of forensic medicine and expert practice. — Novosibirsk, 2000. — Iss. 5. — P. 135-139.
7. Shadymov A. B. Medicolegal definition of mechanogenesis and identification suitability of fractures of skull at main types of external influence: theses. ... Dr. of medical science / A. B. Shadymov. — M, 2006.