

УДК 611.716-073.585

*С.А. Дубина, О.К. Зенин**Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького***СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ФОТОГРАММЕТРИИ
ЛИЦЕВОГО ЧЕРЕПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИКЛАДНЫХ
ПРОГРАММ MATHMASK И FACEANALYSER**

Выполнено сравнение точности измерений линейных краниометрических показателей, полученных на 28 препаратах черепов, с использованием краниоскопии (толстотный циркуль) и фотограмметрии (прикладные программы Mathmask и Faceanalyser). Доказано, что точность оценки в программе Mathmask является более высокой. Это позволяет рекомендовать ее к дальнейшему использованию в краниометрических исследованиях.

Ключевые слова: краниометрия, точность измерения показателей, сравнительный анализ, прикладные программы для фотограмметрии.

Развитие краниометрических исследований в современных условиях характеризуется не только расширением и детализацией предметно-объектной области научного интереса, но и совершенствованием методов осуществления измерений и обработки данных. В связи с этой тенденцией возникает вопрос о точности различных методов получения краниометрической информации, особенно в контексте распространения методов цифрового отображения, в частности фотограмметрии.

Учитывая данные о сравнительно большей точности фотограмметрии по сравнению с компьютерной томографией [1, 2], с одной стороны, и организационную рациональность морфометрии черепов по фотографии, с другой, исследование краниометрических «вверных» показателей было решено проводить на основании результатов фотограмметрии, для чего были разработаны прикладные программы Mathmask и Faceanalyser [3, 4].

Вместе с тем, использование указанных программ для краниометрических измерений лицевого черепа показало разность результатов, что обуславливает необходимость оценки их относительной точности.

Целью данного исследования стало сравнение точности фотограмметрии лицевого черепа с использованием двух названных программных разработок для обоснования методики дальнейших исследований краниометрических показателей.

Материал и методы. При сравнительной оценке точности двух программных разработок для осуществления фотограмметрии

были использованы данные, полученные в результате измерений «вверного» показателя «расстояние от точки назон до точки фронтотемпорале» тремя способами:

- краниоциркулем на реальных черепках (28 единиц из могильника, расположенного на территории памятника «Царино городище» у с. Маяки Донецкой области, Украина (XIII–XIV вв.), полученных экспедицией М. Швецова в 1988–1991 гг.);

- с использованием возможностей программ Mathmask и Faceanalyser на фотографиях этих же черепов в проекции *погма facialis*;

- черепа сфотографированы с помощью цифровой фотокамеры NIKON D3100 AF-S DX 18-55 VR при искусственном освещении в комбинации со встроенной в фотоаппарат вспышкой.

Полученные данные обработаны в соответствии с общепринятыми представлениями о порядке оценки точности измерений в следующей последовательности [5–7]:

- оценка абсолютных и относительных отклонений по каждому черепу и в среднем; за истинное значение было принято значение, полученное в результате измерений краниоциркулем;

- проверка на нормальность каждой из выборок с использованием критерия χ^2 в соответствии с методикой [6] с целью обоснования выбора параметрических или непараметрических методов оценки статистических различий между выборками;

- использование параметрического t-критерия Стьюдента для анализа статистических различий между выборками (гомо- и ге-

© С.А. Дубина, О.К. Зенин, 2014

тероскедастический тесты) в случае нормальности распределений или U-критерия Манна–Уитни в случае отличия закона распределения в выборке от нормального в соответствии с рекомендациями [6, 7].

Результаты и их обсуждение. Абсолютные и относительные изменения значений, полученных фотограмметрией, по сравнению с условно истинным значением представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты оценки абсолютных и относительных погрешностей

№	Значение показателя, см			Абсолютное изменение значений по сравнению с измерениями краниоциркулем, см		Модуль относительного изменения значений по сравнению с измерениями краниоциркулем, доли единицы	
	Ц	М	F	Mathmask	Faceanalyser	Mathmask	Faceanalyser
1	5,04	5,049	4,838	0,009	-0,202	0,002	0,040
2	5,02	4,963	5,044	-0,057	0,024	0,011	0,005
3	4,78	4,785	4,759	0,005	-0,021	0,001	0,004
4	5,12	4,904	4,871	-0,216	-0,249	0,042	0,049
5	4,54	4,529	4,55	-0,011	0,01	0,002	0,002
6	5,07	5,03	5,065	-0,04	-0,005	0,008	0,001
7	4,62	4,654	4,748	0,034	0,128	0,007	0,028
8	5,01	4,941	4,745	-0,069	-0,265	0,014	0,053
9	5,22	5,277	4,974	0,057	-0,246	0,011	0,047
10	5,13	5,094	5,204	-0,036	0,074	0,007	0,014
11	5,22	5,139	4,753	-0,081	-0,467	0,016	0,089
12	5,74	5,718	5,746	-0,022	0,006	0,004	0,001
13	4,98	5,033	4,816	0,053	-0,164	0,011	0,033
14	5,14	5,163	4,982	0,023	-0,158	0,004	0,031
15	5,03	5,025	5,022	-0,005	-0,008	0,001	0,002
16	4,59	4,557	4,458	-0,033	-0,132	0,007	0,029
17	5,2	5,144	5,224	-0,056	0,024	0,011	0,005
18	5,18	5,031	4,767	-0,149	-0,413	0,029	0,080
19	4,71	4,48	5,197	-0,23	0,487	0,049	0,103
20	5,12	4,934	4,58	-0,186	-0,54	0,036	0,105
21	4,56	4,237	4,405	-0,323	-0,155	0,071	0,034
22	4,62	4,654	4,489	0,034	-0,131	0,007	0,028
23	4,26	4,459	4,12	0,199	-0,14	0,047	0,033
24	5,53	5,6	4,734	0,07	-0,796	0,013	0,144
25	5,04	4,831	4,297	-0,209	-0,743	0,041	0,147
26	4,75	4,43	4,608	-0,32	-0,142	0,067	0,030
27	4,83	4,643	4,493	-0,187	-0,337	0,039	0,070
28	4,46	4,35	3,991	-0,11	-0,469	0,025	0,105
Среднее	4,95	4,88	4,77	-0,07	-0,18	0,021	0,047

Как показывает предварительная оценка, в среднем измерения в программах дают заниженные данные по сравнению с условно истинными, причем более точными представляются данные, полученные в Mathmask, по сравнению с таковыми в Faceanalyser. Модуль относительной погрешности для данных, полученных в обеих программах, находится в пределах 5 %.

Проверка распределения каждой из анализируемых величин на соответствие закону нормального распределения показала, что ни одна из величин не распределена нормально. Это привело к необходимости использования непараметрического U-критерия Манна–Уитни, который позволил проверить, существует ли достоверная разница между двумя независимыми выборками после того, как сгруппированные данные этих выборок ранжированы и вычислены суммы рангов для каждой выборки. Результаты оценки приведены в табл. 2.

ри является достаточно точным методом оценки краниометрических показателей (относительная погрешность по модулю не превышает 5 %). Однако более глубокий статистический анализ дал возможность определить, что фотограмметрия с использованием программного продукта Mathmask является более точным инструментом краниометрического исследования.

Выводы

Краниометрические исследования могут быть основаны на фотограмметрии с использованием разработанной программы Mathmask, что подтверждается статистической оценкой точности измерений в данной программе на основе анализа надежности различия арифметических средних в выборках. В то же время «условная истинность» данных, полученных в результате измерений краниоциркулем, нуждается в дополнительном оправдании и требует увеличения объема

Таблица 2. Результаты использования U-критерия Манна–Уитни для уровня значимости 0,05

Характеристика	Сравнение выборок по измерениям в Mathmask и циркулем	Сравнение выборок по измерениям в Faceanalyser и циркулем
Табличное значение U-критерия при объеме выборки $n_1 = n_2 = 28$ и $\alpha = 0,05$	291	291
Эмпирическое значение U-критерия	334	274
Статистический вывод	Принимается нулевая гипотеза о недостоверных различиях средних арифметических выборок	Принимается альтернативная гипотеза о достоверных различиях средних арифметических выборок

Обобщение полученных данных позволяет утверждать, что использование фотограммет-

выборок для обеспечения соблюдения закона нормального распределения.

Литература

1. Comparative Study of Cranial Anthropometric Measurement by Traditional Calipers to Computed Tomography and Three-dimensional Photogrammetry / Mendonca, A. Derick, Naidoo, D. Sybill [et al.] // J. Craniofacial Surgery. – 2013. July. – Vol. 24 (4). – P. 1106–1110.
2. Асимметрия лицевого черепа у взрослого человека и возможности ее оценки / И.В. Гайворонский, Е.А. Дергачева, Е.И. Дубовик, И.В. Крайник // Вестник Российск. Военно-медицинской академии. – 2009. – № 1 (25). – С. 140–144.
3. Халилова Н.Г. Компьютерная программа «MATHMASK» для морфометрического анализа 2-мерной фотографии и построения по ней «макета» лица / И.М. Гукасян, М.А. Серик, Н.Г. Халилова // Актуальні питання медицини: проблеми, гіпотези, дослідження : зб. наук. робіт учасників Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 26–27 жовтня 2012 р.). – Одеса : Південна фундація медицини, 2012. – С. 89–94.

4. Авт. свид. 42191 Комп'ютерна програма «Faceanalyser» для визначення раси людини по морфометричним параметрам обличчя / А.В. Григор'єв, Н.Г. Халілова, О.К. Зенін, А.М. Шай. – заявл. 15.12.2011; опубл. 13.02.2012.

5. *Кравченко Н.С.* Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме: учеб. пособие / Н.С. Кравченко, О.Г. Ревинская. – Томск : Изд-во Томского политехн. ун-та, 2011. – 88 с.

6. *Бондарчук С.С.* Основы практической биостатистики : учеб. пособие / С.С. Бондарчук, И.Г. Годованная, В.П. Перевозкин. – Томск : Изд-во Томского политехн. ун-та, 2009. – 130 с.

7. Основы компьютерной биостатистики: анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat / Ю.Е. Лях, В.Г. Гурьянов, В.Н. Хоменко [и др.]. – Донецк : Папаница Е. К., 2006. – 214 с.

С.О. Дубина, О.К. Зенін

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ФОТОГРАМЕТРІЇ ЛИЦЬОВОГО ЧЕРЕПА
З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ MATHMASK І FACEANALYSER**

Виконано порівняння точності вимірювання лінійних показників, отриманих на 28 препаратах черепів, з використанням краніоскопії (толстотний циркуль) та фотограмметрії (прикладні програми Mathmask і Faceanalyser). Доведено, що точність оцінки в програмі Mathmask є вищою. Це дозволяє рекомендувати її до подальшого використання в краніометричних дослідженнях.

Ключові слова: краніометрія, точність вимірювання показників, прикладні програми для фотограмметрії.

S.A. Dubina, O.K. Zenin

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ACCURACY OF PHOTOGRAMMETRY OF FACIAL SKULL WITH USE
OF THE APPLIED MATHMASK AND FACEANALYSER PROGRAMS**

Comparison of accuracy of measurement of linear craniometrical indicators received on 28 units of skulls with use of a cranioscopy (craniometrical compasses) and photogrammetry (the applied Mathmask and Faceanalyser programs) is carried out in the article. It is proved that assessment accuracy in the Mathmask program is higher. It allows to recommend it for the further use in the craniometrical researches.

Key words: craniometry, accuracy of indicators measurement, the applied programs for photogrammetry.

Поступила 30.06.14